

## Notas sobre a Vida e Obra de Galileu

### 1. Da juventude até ao período paduano

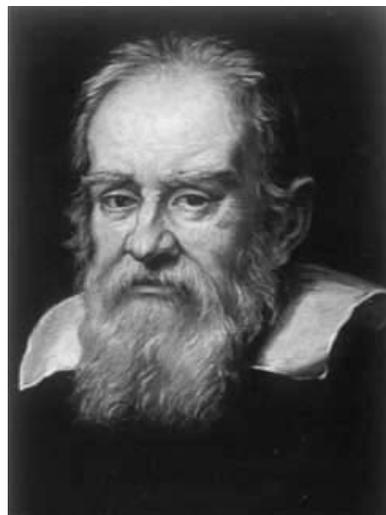
Galileu Galilei, filho de Vincenzo Galilei nasceu em Pisa a 15 de fevereiro de 1564.

Galileu que com 17 anos matriculara-se na Universidade de Pisa em 1581, abandona-a, sem alcançar qualquer grau académico, no ano de 1585: assistiu a aulas diversas e interessou-se sobretudo pela Matemática...

O seu primeiro tratado científico original foi escrito em 1586, aos 22 anos, tratava da balança hidrostática, e a sua exposição manifesta preocupações de âmbito teórico e prático, sendo evidente a influência de Arquimedes.

É nessa mesma época, no ano de 1592, que produz um manuscrito intitulado *De Motu* (O Movimento) onde, tal como o título sugere, dá conta dos seus estudos sobre o movimento; o estudo é feito numa perspectiva aristotélica, não se coibindo, contudo, em alguns capítulos de lançar várias críticas à doutrina de Aristóteles. Situa-se nesta época a célebre lenda do estudo da queda dos corpos com base em lançamentos que o sábio pisano teria feito do alto da torre inclinada de Pisa, uma lenda posta a circular por um discípulo seu após a sua morte. Esta obra pode ser considerada como a primeira reflexão sobre um tema a que retornará em diversos momentos da sua vida e que terminará por ser uma das suas contribuições mais importante na Física: a obra publicada em 1638, quatro anos antes da sua morte, sob o título *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, intorno à due nuove scienze attenenti alla Meccanica ed i Movimenti Locali*, e que constitui o primeiro tratado moderno sobre cinemática.

Em finais de 1587, Galileu já tinha descoberto uma abordagem engenhosa e prática para conseguir determinar os centros de gravidade de certos sólidos, conclusões que constituíram um avanço sobre o que Arquimedes já fizera. A qualidade deste trabalho granjeou-lhe, pela primeira vez, a consideração dos meios cultos. A importância das suas descobertas foram um estímulo suficiente para que participasse em dois acontecimentos relevantes: primeiro, candidata-se a uma cátedra de Matemática na Universidade de Bolonha, sendo preterido no concurso em favor de um matemático Paduano



com maior obra publicada (Magini); segundo, trava conhecimento, em Roma, com o matemático e astrónomo jesuíta, Clavius<sup>1</sup>.

Em 1588, já reconhecidos os seus méritos matemáticos pelos círculos florentinos, a Academia Florentina convida-o a expor sobre uma questão importante na época: a topografia do Inferno descrito na obra de Dante. Na Divina Comédia Dante compusera poeticamente o Inferno, introduzindo habilmente o conhecimento científico que lhe era contemporâneo; os homens do renascimento comentavam esta obra e, demonstrando os interesses dos novos tempos, privilegiavam os comentários geográficos e topográficos às reflexões metafísicas sobre o castigo. Galileu, um cultor interessado da ciência e da poesia, dá duas conferências intituladas *Due lezioni all' Accademia Fiorentina circa la figura, sito e grandezza dell' Inferno de Dante*, em que, alternando a poesia dantesca com os cálculos geométricos arquimedianos, apresenta o seu desenho geográfico do braseiro celestial onde todos os homens expiarão os seus crimes.

Esta preocupação de uma interpretação geográfica do universo poético de Dante mostra como as grandes descobertas geográficas do mundo de então começaram a revelar aos olhos dos mareantes, geógrafos e cosmógrafos uma realidade muito diferente da que ensinavam os antigos. Era, portanto, natural que muitos espíritos se questionassem: «*Acaso não descobriu Américo Vesputio, neste nosso tempo, terras desconhecidas de Ptolomeu e Plínio e de outros antigos cosmógrafos? Por que não há-de, pois, acontecer o mesmo noutros ramos do conhecimento?*»<sup>2</sup>. A importância das navegações na criação deste novo espírito é aproveitada pelo próprio Brecht para parametrizar o quadro da revolução científica do séc. XVII, quando, na primeira grande tirada de Galileu, coloca na sua boca as palavras: «(Galileu) *Gosto de pensar que as coisas começaram com os navios. Desde tempos imemoráveis navegam sempre junto à costa, mas de súbito fizeram-se ao largo e sulcaram todos os mares. No nosso velho continente surgiu o boato: há novos continentes (...)*»<sup>3</sup>.

Em 1589 é entregue a Galileu a cátedra de matemática da Universidade de Pisa, lugar bastante mal pago que abandona em 1592 para ocupar a mesma cátedra da Universidade de Pádua, onde passa a auferir um salário três vezes superior ao que ganhava em Pisa. Esta universidade,

---

<sup>1</sup> Cristovão Clavius entrou para a ordem dos Jesuítas em 1555 e estudou na Universidade de Coimbra, posteriormente foi para Roma, onde no Colégio Romano da ordem se formou em Teologia, passando depois, e até ao fim dos seus dias, a ser o professor de matemática desta escola da ordem.

<sup>2</sup> MAIR, John, Paris, 1516, In J. Silva Dias, 1982, *Os Descobrimientos Portugueses e a Problemática Cultural do Século XVI*, Lisboa, Editorial Presença. p.136

<sup>3</sup> BRECHT, Bertold, 1970, *Vida de Galileu*, trad. Yvette Centeno, Lisboa, Portugalíca Editora. p.12

bastante afamada na Europa pelo seu ensino de medicina, nela tinha ensinado Vesálio<sup>4</sup> e estudado Harvey<sup>5</sup>, beneficiava das condições que lhe podia proporcionar o governo bastante mais liberal da República de Veneza que ultrapassava em tolerância todos os outros estados italianos.

Em 1592 inicia-se o que, na biografia de Galileu, é hábito chamar como o período paduano, o período de amadurecimento dos dois grandes projectos científicos galilaicos: a ciência geometrizada do movimento e a sustentação pela observação do sistema copernicano.

É a partir de 1602-1604 que retoma o estudo da geometrização do movimento e, apesar de não ter publicado nada neste período, há documentos epistolares que provam que Galileu, já entre 1602 e 1610, elaborara o essencial daquilo que, após a sua condenação em 1633, viria a expor nos *Discorsi*.

Em Pádua a actividade de Galileu foi sobretudo ocupada com a solução de problemas técnicos da Mecânica, bem como com as suas aplicações práticas: em 1593, inventou uma bomba para fazer subir a água e escreveu um trabalho sobre fortificações; em 1597 construiu um compasso geométrico e militar do qual produz muitas cópias, editando um folheto em italiano para explicar o seu uso e utilidade. Galileu montou uma oficina na sua casa e onde, com o auxílio de um operário, fabricou instrumentos variados: o dito compasso, quadrantes, bússolas e, mais tarde, lentes e as famosas lunetas...

Esta faceta de artesão de Galileu é reveladora de um dos aspectos mais importantes da revolução científica do séc. XVII, uma característica marcante da *praxis* anti-aristotélica. Aristóteles, e os filósofos gregos em geral, nada tinha contra o conhecimento prático, a que chamava *techne*; só não o consideravam do mesmo tipo do conhecimento científico a que chamavam *episteme*. Para os gregos, a diferença entre estes dois tipos de conhecimento não estava na diferença entre teoria e prática, mas, sim, na distinção entre as origens e os objectivos do conhecimento. Para o primeiro, a prática, interessava saber o «como fazer», um processo sujeito à descoberta pelo uso, enquanto que o segundo, a teoria, dizia respeito exclusivamente à razão ou à compreensão das coisas, sugeridas pela observação, através do conhecimento das suas causas, ou seja o entendimento dos «porquês». Um dos aspectos bastante inovador em relação ao legado da «observação» grega, uma observação que assentava na acção directa e despojada dos órgãos dos sentidos, residia, agora, no facto de ultrapassar o observar, passou-se a «experimental», o que significava interrogar a natureza de um modo

---

<sup>4</sup> (1514-1564), ilustre anatomista, um dos primeiros médicos a dissecar o corpo humano, autor da *De corporis humana fabrica*.

<sup>5</sup> (1578-1657), médico inglês que descobriu a circulação sanguínea, autor da *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*.

diferente. E este modo de inquirição implica a utilização de instrumentos de medida que, contrariamente ao que até aí acontecia, prolongavam a capacidade do homem em medir para lá do que era permitido pelos seus órgãos dos sentidos: qual o olho humano que, nas noites escuras de lua nova, poderia observar as fases de Vénus ou a presença de Ganimedes? Quem respondia ao observado não eram os órgãos dos sentidos, mas os aparelhos de registo... O perscrutar para lá da percepção sensorial da natureza, permitia compor novos quadros mentais sobre o comportamento da natureza; experimentar é também confiar na imaginação e, de uma forma unicamente mental, produzir resultados à custa de experiências imaginadas tal como Galileu proporá nos seus Diálogos.

A Revolução científica no séc. XVII vai recorrer a este novo processo de interrogar a natureza para encontrar as leis que governam os fenómenos sem se preocupar com as «causas». Galileu preocupar-se-á com a lei da queda dos graves, não com a causa da dita queda e, neste processo, intervém o artesão, concebendo novos modos de medir o tempo, e o matemático que exprime os resultados por relações numericamente rigorosas.

Segundo alguns autores, o período cientificamente mais criativo de Galileu encerra-se com a descoberta que maior fama e reconhecimento lhe traria: a luneta astronómica<sup>6</sup>, ou de como o simples acto de levantar para os céus um óculo de ver à distância, após recriar toda a sua óptica, fez ruir o universo fechado de Aristóteles.

Durante o Verão de 1609, Galileu teve conhecimento de que um flamengo construía um aparelho graças ao qual os objectos afastados podiam ser observados com muito maior nitidez. Segundo parece, é Sarpi, um amigo de Galileu, quem lhe confirmou a existência do óculo, e é também ele que sugeriu ao governo da República a compra do óculo que Galileu construía na sua oficina e que seria três vezes mais poderoso do que os seus rivais. Tanto quanto se sabe o verdadeiro motivo da construção do óculo feito por Galileu residia efectivamente na necessidade de obter da parte dos seus empregadores um melhor salário. Isto é, os venezianos sabiam perfeitamente que Galileu não inventara nada, o seu amigo Sarpi tê-los-ia persuadido, por motivos de amizade e de ajuda financeira, a comprarem o óculo de maior alcance ao professor de Pádua, melhorando assim os seus réditos. Este facto, onde em algumas crónicas se apresenta um Galileu vangloriando-se de uma descoberta que não lhe pertencia, sugere algumas acusações de plagiador que, muitas vezes de um modo pouco claro, lhe são dirigidas.

---

<sup>6</sup> MARICONDA, P.R., 1988, *Prefácio*, in Galileu Galilei, *Duas Novas Ciências*, São Paulo, Nova Stella Editorial, p.XIV.

Não houve plágio algum na questão do óculo, de qualquer modo um episódio existe, ligado à prática científica de Galileu em Pádua, onde este é acusado de se ter apropriado de ideias de outros, mas que nada tem a ver com o óculo. O folheto sobre o uso do compasso militar foi impresso em italiano em 1606 e, no início de 1607, Baldassar Capra (antigo discípulo do pai de Galileu) publicou um plágio deste livro em latim. Este autor sugeria que a ideia lhe tinha sido roubada. Galileu recorreu aos testemunhos de Sarpi e de outros que tinham sido seus alunos e que declararam que o ensino deste instrumento datava de 1597, época em que o instrumento já era fabricado por Galileu. As cópias das instruções manuscritas pelo próprio Galileu foram exibidas e este intentou uma acção conta Capra através dos dirigentes da Universidade, cujo resultado foi a expulsão do plagiador e a confiscação do livro que publicara. Este incidente deixou marcas em Galileu, obrigou-o a ser menos liberal na forma como facultava as informações sobre as suas descobertas e mais céptico quanto à boa fé dos seus rivais. Sobre este episódio escreveu Drake: «E apesar de publicar um relatório sobre o assunto, o simples facto de ter sido acusado de roubar uma invenção foi usado, mais tarde, pelos seus adversários para lançar suspeitas no assunto mais importante que era o uso astronómico do telescópio»<sup>7</sup>.

Galileu continuou a aperfeiçoar o óculo, aumentado a sua potência, pois o seu objectivo era olhar os céus e em Março de 1610 publicou os resultados das suas observações astronómicas na obra *Sidereus Nuncius* (O Mensageiro das Estrelas). Nesta obra, Galileu descreve: -o carácter montanhoso da Lua, o que corresponde a uma clara prova observacional contra a tese aristotélica que defendia a incorruptibilidade dos céus; mostra a existência de inúmeras estrelas e das enormes distâncias entre elas; -anuncia a descoberta dos quatro satélites de Júpiter, o que permitia, por analogia, dar plausibilidade observacional à hipótese copernicana de que a Terra e a Lua giravam em redor do Sol, tal como acontece com Júpiter e os seus quatro satélites. Galileu supôs que a observação dos satélites de Júpiter poderia permitir uma aplicação prática muito importante: a determinação da longitude de um navio no mar alto. Quer o governo espanhol



<sup>7</sup> DRAKE, S, 1981, *Galileu*, Lisboa, Publicações Dom Quixote, p. 71

quer o governo holandês ofereciam na época um excelente prémio pecuniário a quem resolvesse o problema da determinação da longitude e o sábio pisano tentou, em vão, ganhá-lo. Mesmo depois da sua condenação, em 1633, Galileu continuará a manter negociações sobre a utilização das suas descobertas para a determinação da longitude<sup>8</sup>...

As descobertas anunciadas no *Sidereus Nuncius* excitaram a curiosidade de todos os espíritos cultos da Europa, trazendo ao seu autor notoriedade e reconhecimento, e garantiram-lhe também o seu regresso a Florença, ao serviço do Grão Duque Cosimo de Medicis.

Sem nunca se casar oficialmente, em finais dos anos noventa Galileu teve uma ligação com uma veneziana da qual nasceram três filhos: as duas filhas nasceram em 1600 e 1602 e o filho em 1606. Uma ligação que durou até à sua ida para Florença pois Maria Gambina, assim se chamava a sua companheira, não o acompanhou na nova jornada.

## 2. O período florentino

Em 1611, já em Florença, começa o que se pode chamar o grande período polémico da vida de Galileu. A excitação dos meios culturais europeus perante as revelações do astrónomo da corte dos Medicis assumiu duas faces: uns ficaram maravilhados pelas descobertas, outros acusaram-no de ser traído por ilusões de óptica e ridicularizaram as suas observações. Em Roma o Padre Clavius declarou julgar que todas as coisas vistas estavam nas lentes e não nos céus... Em Praga, o astrónomo do Sacro Império Romano, Kepler, escreveu de imediato uma longa *Discussão sobre o Mensageiro das Estrelas*, em que aceitava as descobertas como reais.

Em 23 de Março de 1611, Galileu fez a sua Segunda viagem a Roma, com o objectivo preciso de defender as suas observações astronómicas perante os seus opositores. A viagem foi coroada de sucesso, os quatro matemáticos do Sacro Colégio Romano, onde, entre eles, se encontrava Clavius,

---

<sup>8</sup> «As viagens marítimas de longo curso vieram levantar a necessidade de determinar esta coordenada geográfica. Na Holanda oferecia-se um prémio de 25000 florins a quem indicasse um método, susceptível de ser utilizado na navegação, para a determinação do meridiano. E Galileu procurou afanosamente esse método, informando-se de outros métodos existentes que poderiam concorrer com o seu. Escreve Joaquim de Carvalho: «Entre estas conta-se, pelo menos, o que Francesco Stelluti lhe comunicou por carta a 2 de Dezembro de 1628, que "(...) un Padre Giesuita Portugheze haverá hora trovato un instrumento, come horivolo con polvere, da poter con esse osservare le longitudini delle citá et altri parti del mondo(...)"» (CARVALHO, Joaquim, 1943, *Galileu e a cultura portuguesa sua contemporânea*, BIBLOS, vol.XIX, 399-451); e o autor citado conclui -«tenho por sem duvida que se trata de Cristovão Borri, ou Bruno». Poder-se-á dizer que o padre Borri foi o principal concorrente que Galileu encontrou, em Portugal, como candidato ao prémio da determinação da longitude.»(Fitas, A.J., 2000, *A revolução científica do século XVII E OS autores portugueses: introdução, difusão, inovação*, in Francisco Martins Ramos (coord.), *Homenagem ao Professor Augusto da Silva*, Évora, Universidade de Évora).

confirmaram a verdade das suas descobertas astronómicas. Foram quatro, os matemáticos jesuítas que assinaram formalmente este relatório: Clavius, Odo Maelcote, Christopher Grienberger e G.P. Lembo<sup>9</sup>. Isto é, doravante Galileu poderia contar com o apoio dos Jesuítas.

Em 1612 publica o resultado dos seus trabalhos sobre os corpos flutuantes, *Discorsi intorno alle cose che stanno in su l'acqua o che in quella si muovono*, onde alguns dos temas aqui tratados serão retomados mais tarde nos *Discorsi*. No ano seguinte, em 1613, saiu a sua obra *Istoria e Dimostrazione intorno alle Macchie Solari* que constitui uma polémica indirecta com um padre sobre a natureza do fenómeno das manchas solares. Galileu critica o princípio da incorruptibilidade dos céus e estabelece uma analogia entre os fenómenos solares e os terrestres, acabando por levantar a questão da hipótese copernicana. A partir desta data a sua actividade será condicionada sobretudo pela luta em prol da aceitação do sistema copernicano, actividade que cessará forçosamente com a sua condenação em 1633.

Em princípios de 1616 Galileu estava em Roma na tentativa de evitar a condenação da doutrina copernicana. Contudo a 5 de Março deste ano a Sagrada Congregação colocou no index dos livros proibidos todos aqueles que mencionassem o movimento da Terra e localização fixa do Sol, a interdição é o destino do *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Antes desta data, o cardeal Bellarmino, responsável pelas decisões do papado em matéria de fé, convocou Galileu pessoalmente para lhe dar a conhecer as deliberações da igreja, fazendo-lhe saber que a doutrina copernicana podia ser aceite a título de pura hipótese astronómica (este seria o objectivo de Copérnico). Esta teoria era considerada como um artifício matemático, destinado a «melhor explicar as aparências celestes», mas Galileu devia abster-se de «afirmar absolutamente» e verdadeiramente que a Terra se move em torno do Sol.

Galileu retorna a Florença trazendo na bagagem a interdição de defender e ensinar o Sistema Copernicano.

O aparecimento de três cometas em Agosto de 1618 propiciou ao Padre Grassi a elaboração de uma obra na qual defende a teoria de Tycho Brahe<sup>10</sup>, propondo uma determinada tese para a explicação do brilho destes astros. Galileu abre uma polémica com o seu *Discorso sulle Comete*, onde,

---

<sup>9</sup> Christoph Grienberger e Giovanni Paolo Lembo ensinaram em Lisboa na «aula da Esfera do Colégio de Santo Antão durante os períodos 1599-1602 e 1615-1617, respectivamente. (ALBUQUERQUE, Luís, 1972, *A «Aula de Esfera» do Colégio de Santo Antão no século XVII*, Anais da Academia Portuguesa de História, s.2,XXI, 335-391; BALDINI, Ugo, 2000, *L'insegnamento della matematica nel Collegio di S.Antão a Lisbonna, 1590-1640*, in Actas do Colóquio Internacional «A Companhia de Jesus e a Missão no Oriente, Lisboa, 275-310).

<sup>10</sup> O cometa de 1577 e as considerações que em torno deste objecto celeste, foram feitas por Tycho Brahe.

defendendo uma hipótese diferente, admitindo implicitamente, e de um modo bastante criptográfico, o sistema copernicano. É importante acentuar que o pano de fundo desta prolixa e inconclusiva polémica reside na disputa entre os diferentes sistemas cosmológicos. A obra com que Galileu termina a sua intervenção nesta polémica é *O Saggiatore* (*O Ensaíador*), publicada em 1623 sob a égide da Academia dei Lincei<sup>11</sup> e dedicada ao cardeal Maffeo Barberini que em 10 de Agosto desse mesmo ano sob ao pontificado como Urbano VIII. *O Ensaíador* é a obra de Galileu mais pobre quanto ao conteúdo científico, não tem o valor da novidade do *Sidereus* nas descobertas astronómicas, nem o valor doutrinário dos *Diálogos* na defesa do novo sistema, nem a importância teórica dos *Discursos* no enunciado das leis do movimento.

Embora nesta obra o tema central seja a natureza dos cometas que Galileu, erradamente, assumia como um fenómeno óptico e não como um objecto físico, as suas paginas contêm considerações cujo valor filosófico é inquestionável. É o que se passa com o conceito de matéria, assumindo Galileu, em clara oposição aos aristotélicos, que os atributos da matéria ou substância são caracterizados geométrica e mecanicamente. Para os antigos, as propriedades da matéria eram definidas pelas sensações provocadas, o cheiro, o sabor e a cor definiam as qualidades dos corpos com base nos quais eles eram estudados. Galileu afirma sem reboço que estas propriedades não eram inerentes às substâncias, mas dependiam efectivamente do observador, elas não residiam nos corpos observados, mas no corpo sensitivo. Nesta objecção de Galileu está implícita a necessidade de uma nova linguagem para descrever a natureza: os objectos físicos são descritos pelas suas propriedades geométricas e mecânicas cujos termos apropriados a usar são o número, a distância, o movimento. Galileu defende com o calor habitual que coloca nas suas polémicas a concepção atomista da matéria sem jamais recorrer ao termo átomo, mas referindo-se a «corpúsculos infímos»<sup>12</sup>. Foi no *Saggiatore* que Galileu avançou com a sua célebre tese: «A filosofia está escrita nesse imenso livro que permanece sempre aberto diante dos nossos olhos, quero dizer o Universo, mas não se pode compreendê-lo se, em primeiro lugar, não se tentar compreender a linguagem e conhecer os caracteres no qual está escrito. Está escrito em linguagem matemática (...)».

Ao retorquir a Galileu com o livro *Ratio ponderum Librae et Simbellae*, em 1626, o Padre Grassi mostra que «réduire les qualités sensibles au domaine de la subjectivité conduit à un conflit ouvert avec le dogme de l'Eucharistie, car lorsque les substances du pain et du vain sont

<sup>11</sup> Academia fundada em 1603 por Frederico Cesi com o objectivo de estudar, sem dissertações retóricas, os fenómenos naturais; por convite, Galileu integra-a no ano de 1611 (?).

<sup>12</sup> ROSSI, P.,1999, *La Naissance de la Science Moderne*, Paris, Ed. du Seuil, p.141.

*transsubstanciées dans le corps et le sang du Christ, sont également présentes en elles les apparences extérieurs: la couleur, l'odeur, le goût.. Pour Galilée, il s'agit de «noms», et, pour les noms, nul besoin d'intervention miraculeuse de Dieu»<sup>13</sup>. Eis argumentos de peso que, mesmo sem o heliocentrismo, poderiam acarretar para Galileu a condenação. No séc. XX, na primeira metade da década de 80, um investigador, Pietro Redondi, publicou uma obra, *Galileu Herético*<sup>14</sup>, onde relativiza a importância da polémica sobre o heliocentrismo no que diz respeito à condenação de Galileu, enfatizando a preocupação da Igreja perante a sua adesão às concepções atomistas que seria completamente incompatível com os pressupostos filosóficos em que se baseava a interpretação dos rituais religiosos, em particular da eucaristia. Tal conflito assume proporções extraordinárias num período de contra reforma religiosa e, por si só, seria a razão forte para a condenação do sábio Pisano.*

Com o início do pontificado de Urbano VIII, Galileu alimentava a esperança de anular de neutralizar a proibição de 1616 e parte para Roma onde foi recebido amistosamente pelo Papa que lhe concedeu audiência por seis vezes. Embora em nada tenha conseguido mudar a Igreja, no que diz respeito à sua posição sobre a teoria de heliocêntrica, a forma amistososa como o Papa o tratara fê-lo supor que as condições seriam agora favoráveis para escrever sobre a sua teoria das marés, onde pretendia, em detalhe, tratar os dois sistemas astronómicos, o de Ptolomeu e o de Copérnico.

### 3. Os «*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*»<sup>15</sup>

Galileu lançou-se, durante três anos, de 1626 a 1629, na redacção da sua obra, os *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*. Das entrevistas que, entretanto, tivera com o papa, algumas indicações colheira sobre a forma de como abordar as matérias no seu livro que inicialmente pensara intitular *Discurso sobre o fluxo e refluxo do mar*: primeiro, não mencionar «as marés» no título da obra, no sentido de não sublinhar, ou acentuar este fenómeno, como prova demonstrativa do novo sistema; segundo, que fossem apresentados os dois sistemas enquanto hipóteses matemáticas, sem tomar partido pelo sistema de Copérnico.

Escrito em italiano os Dialogo têm uma estrutura platónica: o conhecimento não se pode transmitir, mas deve ser descoberto por cada um através de um jogo de interrogações, analogias, memórias que suscitem no seu intelecto a imagem e a construção de raciocínios conducentes à descoberta

<sup>13</sup> ROSSI, P.,1999, p.141.

<sup>14</sup> REDONDI, Pietro, 1989, *Galileo: Heretic*, London, Penguin Books.

<sup>15</sup> Em ANEXO apresenta-se a tradução de um extracto da Segunda Jornada.

dos argumentos que se pretendem que sejam aceites. No diálogo bastam duas personagens, mas Galileu coloca uma terceira personagem que tornará todo este jogo dialógico muito mais vivo e interessante. A adopção deste modelo de exposição poderá ter ainda um outro objectivo: afastar o autor da expressão da sua opinião própria, não o comprometendo directamente com afirmações que podiam ser consideradas condenáveis, transferindo essa disputa silogística para as três personagens que evoluem no palco da discussão<sup>16</sup>.

E as personagens escolhidas são: Salviatti, nobre florentino grande amigo de Galileu, morto em 1614, que revela uma inteligência brilhante e um humor vivo e muito sarcástico, atributos de um jovem aristocrata florentino, é o *alter ego* do autor; Sagredo, veneziano ilustre que morreu em 1620, em cujo palácio decorre a acção, grande amigo do autor e que assume em todo o debate uma posição prudente, mais terra a terra, é um homem instruído cuja postura o leva a ser o moderador do debate; Simplicio é o aristotélico de serviço, não se sabe se, com esta personagem, Galileu pretendeu dar voz a algum seu contemporâneo defensor das ideias «antigas» ou se utilizou, pura e simplesmente, o nome de um filósofo grego que viveu no séc. V-VI em Atenas, Simplicius, e que publicou extensos comentários às obras de Aristóteles.

A forma literária dos Diálogos permite todos os jogos de cena possíveis, muitas surpresas e digressões excêntricas sobre os temas em debate. Nem sempre as proposições em discussão estão no mesmo plano, por vezes enuncia-se uma tese que não é rebatida, ou até mesmo esquecida, para mais à frente ser retomada com maior pertinência; adopta-se uma linguagem coloquial, com humor, cheia de imagens<sup>17</sup>. Estas são algumas características que não tornam fácil nem a sua leitura, nem, tão pouco, a perseguição do fio do raciocínio do autor.

Nesta sua obra Galileu mantém bem vivo o seu gosto pela controvérsia e, em especial, uma ironia fina e mordaz com que trata, no campo das ideias, os seus adversários. Quando SIMPLICIO se queixa em relação à maneira de filosofar do autor, afirmando que esta «tende à subversão de toda a filosofia natural, espalha a perturbação por todo o lado, põe em desordem o Céu, a Terra, o universo inteiro», SALVIATI riposta, dizendo: «Não temais pelo Céu e pela Terra. Não receeis a sua subversão ou a da filosofia. Quanto ao Céu, os vossos receios são vãos porque vós mesmo o reputais de inalterável

<sup>16</sup> DRAKE, Stillman, 1981, p.117.

<sup>17</sup> DE GANDT, François et René Fréreau, 1992, *Présentation*, In Galileu Galilei, *Dialogue Sur les deux grands Systèmes du Monde* (Trad. Francesa Completa dos Dialogo, 1992), Paris, Edition du Seuil, p.22. Existe tradução portuguesa completa desta obra: Galileu Galilei, 2001, *Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano*, (Tradução, introdução e notas de Pablo Ruben Mariconda). Francesa Completa dos Dialogo, 1992), São Paulo, Discurso editorial.

e impassível; e quanto à Terra, não procuramos senão enobrecê-la e dar-lhe perfeição quando nos aplicamos a torná-la semelhante aos corpos celestes e, de certo modo, a colocá-la no Céu, de onde a baniram os filósofos. A própria filosofia só poderá beneficiar das nossas discussões, porque, se os nossos pensamentos são verdadeiros, ela fará novas aquisições e, se são falsos, a sua refutação contribuirá para estabelecer mais firmemente as antigas doutrinas. Colocai-vos antes do lado de certos filósofos, ajudai-os e apoiái-os, porque, quanto à ciência, ela só pode progredir»<sup>18</sup>. São estas tiradas polémicas, uma outra característica da obra, que prendem constantemente a atenção do leitor.

Os Diálogo estão divididos em quatro capítulos ou jornadas, tratando cada um deles um tema diverso: o primeiro, a organização geral do universo; o segundo, o movimento de rotação da Terra (o movimento «diurno»); o terceiro, o movimento de translação da Terra em torno do sol (o movimento «anual»); o quarto, a teoria das marés.

A Primeira Jornada trata da ordem do Cosmos. À ordem aristotélica de um mundo composto por duas partes completamente distintas, sublunar e supralunar, caracterizados por movimentos distintos, Galileu opõe uma outra ordem, a de um mundo unificado nas suas diferentes partes e obedecendo aos mesmos princípios. Neste novo quadro ordenado de Galileu, o movimento rectilíneo é impossível: «Fora do repouso e do movimento circular, não há outro movimento que possa conservar a ordem»; «este movimento circular que conferis aos corpos celestes convém também à Terra». Os aristotélicos defendem a homogeneidade dos céus, onde não há alterações e onde os corpos são perfeitamente esféricos e lisos, e contra isto basta a Galileu mostrar as observações da Lua feitas pela sua luneta astronómica. Galileu censura os aristotélicos de acreditarem num mundo imutável e perfeito, enquanto toda a natureza está em permanente mudança e se renova.

A Segunda Jornada vai ocupar-se do movimento de rotação da Terra. Galileu argumentará na defesa deste movimento cujo período é de vinte e quatro horas. Toda a argumentação de Galileu se desenvolve em torno do problema do movimento, onde este é entendido com uma natureza diferente da que lhe fora atribuída por Aristóteles: nega-se a ideia aristotélica que «todo o movimento implica um motor», o movimento é um estado relativo que depende do observador. E Galileu pinta o quadro final: « (SALVIATI, dirigindo-se a SIMPLÍCIO) Fechai-vos com um amigo na maior cabina sob a ponte de um grande navio e levai convosco moscas, borboletas e quaisquer

---

<sup>18</sup> GALILEI, Galileu, Diálogo dos Grandes Sistema (primeira Jornada), (Tradução portuguesa, anotada e prefaciada por José Trindade dos Santos, 1979) Lisboa, Gradiva., p.49 (63).

outros animaisinhos que voem; muni-vos também de um recipiente cheio de água com peixinhos; predei também um pequeno vaso cuja água cai gota a gota num outro colocado debaixo. Quando o navio está imóvel, observai cuidadosamente como os insectos voam igualmente em todas as direcções dentro da cabina, os peixes nadam em qualquer direcção e as gotas caem no mesmo vaso; se atirais qualquer coisa para ao vosso amigo, não tendes necessidade de o fazer com mais força numa direcção do que noutra, pois as distâncias permanecem as mesmas (...) fazei andar o navio à velocidade que queirais, desde que o movimento seja uniforme, sem qualquer balanço num sentido qualquer, não notarei a mínima alteração em todos os efeitos que se acabou de indicar; nenhum deles vos permitirá dar conta se o navio está em movimento ou parado (...)»<sup>19</sup>. Embora o estatuto do movimento se altere, deixa de se definir como uma propriedade do corpo e passa a ser um estado ocupado pelo corpo, Galileu nega o movimento rectilíneo infinito, obrigando todos os corpos ao movimento circular. É nesta Jornada que se encontra, pela primeira vez, os fundamentos do enunciado do Princípio da Inércia ou Primeira Lei de Newton que voltará a aparecer nos *Discorsi*.

A Terceira Jornada vai ocupar-se dos astros do sistema solar e do seu movimento em torno do Sol. O Diálogo inicia-se com a comparação das observações de medidas angulares de doze astrónomos sobre a «estrela nova de 1572 que apareceu na Cassiopeia», permitindo a Galileu mostrar que a estrela, muito provavelmente, se encontrará na esfera das estrelas fixas o que permitirá concluir da corruptibilidade dos céus. São apresentados muitos cálculos detalhados. O modelo heliocêntrico é apresentado como um modelo que está de acordo com as observações astronómicas, dizendo Salviati: «(...) limito-me a apresentar as razões naturais e astronómicas que poderei invocar em favor das duas posições, deixo aos outros o cuidado de decidir; e finalmente esta decisão não deverá ser ambígua, já que uma das constituições do universo será necessariamente verdadeira e a outra necessariamente falsa (...)»<sup>20</sup>. Na exposição de Galileu há uma grande simplificação sobre o movimento dos planetas em torno do Sol, ignorando-se, por exemplo, o modelo das órbitas elípticas de Kepler. Estes factos são justificados pelo objectivo do autor que era claramente «quebrar a resistência em relação aos movimentos da Terra, de modo a usá-los na explicação as marés»<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> GALILEI, Galileu, *Dialogue Sur les deux grands Systèmes du Monde*, (Trad. Francesa Completa dos Dialogo, 1992), Paris, Edition du Seuil, pp (213-214).

<sup>20</sup> Ibid., p. (384).

<sup>21</sup> DRAKE, Stillman, 1981, p. 119.

Já no fim desta Jornada, a partir da página (427), discute-se a particularidade dos movimentos da Terra e a sua relação com o facto desta ser um magnete gigante, invocando-se amiúde a obra de Gilbert, *De Magnete*.

A Quarta Jornada, parte conclusiva da obra, vai tratar de explicar a Teoria das Marés, onde «recusando toda a astrologia, rejeitando, portanto, toda a atracção da Lua sobre a Terra, Galileu faz prova de uma espantosa ingenuidade para explicar as marés unicamente á custa dos movimentos diurno e anual da Terra»<sup>22</sup>...

Estranho destino está reservado a este livro, pois advogando o sistema verdadeiro, ou pelo menos aproximadamente, de organização astral do sistema solar, termina com a defesa de uma teoria sobre as marés que será unanimemente rejeitada como falsa, pois é incapaz de se adaptar às observações conhecidas.

Após vicissitudes várias é obtida a respectiva autorização para a impressão e em 21 de Fevereiro de 1632 os Diálogos estão impressos<sup>23</sup>, contudo em Agosto desse mesmo ano as vendas são suspensas e o autor, um homem de quase 70 anos, é intimado a deslocar-se a Roma e a responder perante o Tribunal do Santo Ofício<sup>24</sup>. E no dia 22 de Junho de 1633 pronunciava-se a sentença que a dado passo dizia:

«(...) Por ordem de Nosso Senhor e dos Eminentíssimos e Reverendíssimos Senhores cardeais desta Suprema e Universal Inquisição, foram, pelos qualificadores Teólogos, qualificadas as duas posições da estabilidade do Sol e do movimento da Terra do seguinte modo:

«Que o Sol seja o centro do mundo e imóvel de movimento local é proposição absurda e falsa em filosofia, e formalmente herética por ser expressamente contrária à Sagrada Escritura;

«Que a Terra não seja o centro do mundo nem imóvel, mas que se mova, ainda de movimento diurno, é igualmente proposição absurda e falsa em filosofia, e considerada em teologia ad minus errónea em Fé.

Mas querendo-se naquele tempo proceder para contigo com benignidade, foi decretada na Sacra Congregação reunida diante de Nosso Senhor a 25 de Fevereiro de 1616, que o Eminentíssimo Cardeal Bellarmino te ordenasse que tu devessees totalmente abandonar a dita opinião falsa e que, recusando tu tal fazeres, te fosses pelo Comissário do Santo Ofício intimado que deixasses a dita doutrina e que não

<sup>22</sup> DE GANDT, François et René Fréreau, 1992, p.27.

<sup>23</sup> DRAKE, Stillman, 1995, *Galileo at Work, His Scientific Biography*, Mineola, Dover Publications, p. 336

<sup>24</sup> DRAKE, Stillman., 1995, p. 338.

puдesses ensiná-la a outros, nem defendê-la, nem tratar dela, e que, se não te conformasses com a intimação, fosses enacrcerado; (...)»<sup>25</sup>.

Após esta leitura ajoelhando-se, Galileu, vestido com o burel branco de penitente, foi obrigado a publicamente recitar e assinar a abjuração que, em dado passo, rezava assim: «(...) fui julgado veementemente suspeito de heresia, por haver tido e crido que o Sol seja o centro do mundo e imóvel, e a Terra não seja centro e se mova(...)»<sup>26</sup>.

#### 4. *Os Discorsi e Dimostrazioni Matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Mecanica & i Movimenti Locali*

Numa carta a Marsili datada de 29 de Novembro de 1631, Galileu escreveu: «Estou a pensar publicar o primeiro livro sobre o movimento imediatamente depois dos Diálogos»<sup>27</sup>. Mas o processo de que fora alvo obrigara-o a interromper a sua actividade. Retomou o trabalho de redacção dos *Discorsi* no Outono de 1633 e tinha-o pronto para publicação em 1637. Foi uma jornada penosa, em 1634 morreu a sua filha Virgínia e a cegueira ia-se apoderando dos seus olhos de tal modo que em 1638, ano da saída a público, em Leiden, dos *Discorsi*, estava completamente cego.

Nos *Discorsi*, Galileu pegou em todos os trabalhos de mecânica que já fizera e de uma forma rigorosa, por via da demonstração geométrica, utilizando o exemplo de Arquimedes, autor que lhe é muito querido, apresentou os fundamentos da cinemática moderna. Embora adopte, no essencial, uma construção dialógica tal como nos Diálogos, todo o texto está recheado de teoremas, proposições e demonstrações o que não acontecia naquele. Os actores colocados em cena são exactamente os mesmos, Salviati, Sagredo e Simplicio, e aos três é-lhes atribuído o mesmo papel dos Diálogos, contudo a presença de um texto matematicamente complexo não casa com o tipo de



<sup>25</sup> CARAÇA, Bento J., 1970, *Galileo Galilei, valor científico e valor moral da sua obra*, in Bento J. Caraça, Conferências e outros escritos, Lisboa. p. 62.

<sup>26</sup> *Ibid.*, p. 64.

<sup>27</sup> DRAKE, Stillman., 1995, p. 335.

conversa em tom retórico-polemizante já desenvolvido na obra anterior, é necessário inventar uma quarta personagem. É uma personagem sem rosto, pois embora sempre presente nas tiradas dos três actores já nomeados, estará fisicamente sempre ausente. Esta quarta personagem é um Académico cujo nome não é referido (evidentemente que é Galileu) cujo longo tratado sobre o movimento é lido por Salviati e comentado pelos três.

Os *Discorsi* são compostos originalmente por quatro jornadas. A Primeira Jornada consiste numa introdução às duas novas ciências, discutindo as hipóteses em que assentam ambas. A Segunda Jornada é consagrada á resistência dos materiais, é a menos conhecida e a que foi menos discutida nos trabalhos posteriores dos comentadores de Galileu: «Uma lacuna explica este esquecimento. Galileu ignora com efeito a noção de elasticidade e esta ausência cria por si só uma descontinuidade entre a sua análise e as análises modernas»<sup>28</sup>. Esta jornada é importante, pois sob o ponto de vista de método, Galileu vai generalizar o princípio da alavanca já tratado por Arquimedes, e aplicá-lo aos novos problemas da estabilidade de estruturas.

Nas duas outras jornadas apresenta-se a cinemática na sua primeira versão moderna. Na terceira estuda-se o movimento uniforme e o movimento uniformemente acelerado, é aqui, no Escólio à Proposição XXIII, que Galileu apresenta o primeiro enunciado do Princípio da Inércia, «Com efeito nos planos inclinados descendentes está presente uma causa de aceleração, enquanto nos planos ascendentes está presente uma causa de retardamento; segue-se disso ainda que o movimento sobre um plano horizontal é eterno, visto que se é uniforme, não aumenta nem diminui, e muito menos se acaba»<sup>29</sup> e que também já tinha sido exposto, embora fora do contexto matemático, na terceira Jornada dos *Diálogos*. Sobre este Princípio, Newton, no Escólio que se segue à apresentação das suas três leis de Movimento, escreveu: «By the first two Laws and the first two Corollaries, Galileo, discovered that the descent of bodies varied as the a square of the time»<sup>30</sup>. E entre estes dois homens, ou estas duas obras, medeia meio século, o suficiente para se proceder a uma mudança conceptual fundamental: o peso de um corpo deixou de ser uma propriedade inerente á matéria, para passar a ser uma acção provocada pela presença de outros corpos. É esta diferença que faz com que o enunciado de Galileu corresponda a uma simples frase no seu Escólio sobre o movimento em

<sup>28</sup> CLAVELIN, Maurice, *Introduction*, in Galilée, *Discours concernant deux sciences nouvelles*, (tradução e notas de Maurice Clavelin, 1995) Paris, PUF, pXXI

<sup>29</sup> GALILEI, Galileu, *Dois Novas Ciências*, (Tradução e notas de Letizio Mariconda e Pablo Mariconda, 1988), São Paulo, Nova Stella Editorial, p. 213 (244).

<sup>30</sup> NEWTON, Isaac, *Principia mathematica philosophiae naturalis*, ed. Cajori, T.I, p.21 (1962, University of California Press)

planos inclinados, enquanto, em Newton, a mesma ideia assume a importância de um primeiro axioma, ou primeira lei, no seu edifício teórico.

Na quarta jornada, Galileu vai aplicar as leis do movimento, já determinadas, ao estudo do movimento dos projecteis, enquanto movimento composto de um movimento uniformemente acelerado, na vertical, e uniforme na horizontal, cuja trajectória é uma parábola. Eis um fragmento: «Concordo que as conclusões assim demonstradas em abstracto na realidade de e se mostrarem a tal ponto inexactas que nem o movimento transversal é uniforme, nem a aceleração natural acontece segundo a proporção suposta, nem a trajectória é parabólica (...) Quando queremos aplicar às distâncias finitas as conclusões demonstradas para distâncias imensas, devemos efectuar correcções, visto que a nossa distância ao centro da terra, embora não seja realmente infinita, é tal que pode ser considerada imensa, quando comparada com a deficiência dos nossos instrumentos; o lançamento de projecteis será o mais importante e, entre eles, consideramos somente os projecteis de artilharia, cujo alcance, por maior que seja, não ultrapassará as quatro milhas, enquanto que são muitos milhares de milhas que nos separam do centro da Terra. E, como as trajectórias desses projecteis terminam na superfície do globo terrestre, muito pouco alterarão a sua forma parabólica, que, admito sofreria grandes transformações, caso terminassem no centro da Terra»<sup>31</sup>. Há diferenças entre a trajectória real e a ideal, a teoria é uma abstracção cuja coincidência com os resultados das observações e/ou experiências será sempre limitado. Forçando um pouco a conclusão, aqui há já a ideia que Newton colocou na quarta das suas «regras de raciocínio na filosofia natural» apresentadas no Livro III dos Principia: «Em filosofia natural, as proposições a que se chega por indução a partir dos fenómenos devem ser tidas como verdadeiras, já que hipóteses contrárias não constituem obstáculo, seja de uma forma rigorosa ou aproximada, até que surjam outros fenómenos que, quer as tornem mais precisas, quer se apresentem como excepção»<sup>32</sup>; a teoria deve estar de acordo com a experiência e, enquanto isto subsistir, deve ser tomada como verdadeira, esse acordo pode ser aproximado e não é por este facto que a teoria deverá ser alterada...

Embora publicados em 1638, Galileu só tacteará o primeiro exemplar em Junho de 1639 e, a acompanhar a alegria de ter nos seus braços o livro que resumia o trabalho de toda a sua vida, a mágoa de lhe terem alterado o título que propusera, *Novos Diálogos* ou *Diálogos sobre duas ciências novas*, uma

<sup>31</sup> GALILEI, Galileu, 1988, *Duas Novas Ciências*, (Tradução e notas de Letizio Mariconda e Pablo Mariconda), São Paulo, Nova Stella Editorial, p. 252 (274-5).

<sup>32</sup> NEWTON, Isaac, *Principia mathematica philosophiae naturalis*, ed. Cajori, T.II, p.398 (1962, University of California Press)

espécie de continuação do diálogo que fora obrigado a calar ou a forma de mostrar ao mundo que, apesar de ter abjurado, resistira.

Morre em 8 de Janeiro de 1642... e passado um ano, a 4 de Janeiro de 1643, nascerá Newton.

## 5. Cronologia essencial sobre Galileu Galilei

Ano	Vida de Galileu	Outros acontecimentos
1564	A 15 de Fevereiro nasce em Pisa Galileu Galilei	A 18 de Fevereiro morre Miguel Angelo Em Abril nasce Shakespeare
1571		A 27 de Dezembro Nasce Kepler
1574	A família de Galileu muda-se para Forença	
1581 - 1585	Galileu matricula-se na Universidade de Pisa no curso de medicina que interromperá para se dedicar ao estudo da matemática	
1585	Galileu escreve <i>Theoremata circa centrum gravitatis solidorum</i>	
1586	Galileu escreve <i>La bilanceta</i>	
1589	Galileu consegue a cátedra de matemática na Universidade de Pisa	
1590	Galileu começa a escrever o <i>De Motu</i>	
1591	Morre o pai de Galileu	
1592	Galileu obtém a cátedra de matemática na Universidade de Pádua	
1596		Sai o <i>Mysterium cosmographicum</i> de Kepler
1597	Escreve com fins didacticos um <i>Tratado delle sfera, ovvero cosmografia</i> , onde expõe o sistema geocêntrico	
1600	Nasce a sua filha primogénita, Virgínia, futura irmã Maria Celeste	Morte de Giordano Bruno É publicado em Londres o <i>De Magnete</i> de Gilbert.
1601	Nasce a sua Segunda filha, Lívia	Morre Tycho Brahe
1606	Galileu publica <i>Le operazioni del compasso geometrico e militare</i>	
1607	Publica a <i>Difesa contro alle calunie et imposture di Baldessar Capra</i>	
1609	Constrói a luneta astronómica e faz as primeiras descobertas	Kepler publica a <i>Astronomia Nova</i> , onde são enunciadas as suas duas primeiras leis do movimento dos planetas
1610	descobre os satélites de Júpiter; observa as manchas solares e as fases de Vénus; Publica o <i>Sidereus Nuncius</i> Regressa a Florença como «Matemático e filósofo primário» de Cosimo II	
1611	Desloca-se a Roma, onde mostra as suas descobertas à Igreja	
1612	Galileu publica o <i>Discorso intorno alle cose che stano in su l'acqua o che in quella si muovono</i> .	
1613	Organizado pela Academia dei Lincei são	

Ano	Vida de Galileu	Outros acontecimentos
	publicadas as três cartas a Marco Welsler: <i>Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti.</i>	
1615	Galileu é denunciado ao santo Ofício pelo dominicano Niccolò Lorini. Escreve a carta Piero Dini e Cristina de Lorena sobre as relações entre ciência e escrituras Em Dezembro está em Roma, onde tenta impedir que se tomem medidas contra o copernicianismo.	
1616	Escreve o <i>Discorso del flusso e reflusso del mare</i> na forma de uma carta ao cardeal Alessandro Orsini. Os escritos de Copérnico são proibidos <i>donec cirrigantur.</i> Galileu recebe da parte do cardeal Bellarmino a notificação do procedimento e é avisado a não sustentar, ensinar ou defender a opinião que foi condenada. A 24 de Outubro, Virgínia recebe os votos e toma o nome de irmã Maria Celeste.	
1617	Livia toma os votos e torna-se irmã Arcangela.	
1618	São observados três cometas na constelação Escorpião	
1619	Sai a obra <i>Disputatio astronomica de tribus cometis anni MDCXVIII</i> de Orazio Grassi e a resposta de Mario Giuducci, <i>Discorso delle comete</i> ; nova resposta de Grassi com <i>Libra astronomica et philosophica.</i>	É publicado a obra de Kepler <i>Harmonicies mundi</i> , onde é enunciada a sua terceira lei do movimento dos planetas
1620	Morre a mãe de Galileu	
1621	Morre Roberto Bellarmino e, a 28 de janeiro, o grão-duque da Toscana Cosimo II, sucedendo-lhe Fernando II	
1622		Sai na Alemanha a <i>Apologia pro Galilaeo</i> de Campanella.
1623	O cardeal Maffeo Barberini é eleito papa e toma o nome de Urbano VIII. Sai o <i>Saggiatore.</i>	
1624	Galileu em Roma é recebido várias vezes pelo Papa, mas não consegue obter a revogação da decisão de 1616. Escreve a <i>Carta</i> a Francesco Ingoli, onde aborda o problema do movimento da Terra. Inicia a composição dos <i>Massimi Sistemi.</i>	

Ano	Vida de Galileu	Outros acontecimentos
1626	Surge, em Paris, a <i>Ratio ponderum librae et simbellae</i> de Orazio Grassi, uma resposta opaca e tardia ao <i>Saggiatore</i> .	
1628	Galileu encontra-se gravemente doente.	É publicado em Roterdão <i>Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus</i> de Harvey
1630	Galileu termina a escrita, várias vezes interrompida, dos <i>Massimi Sistemi</i> . Vai a Roma para obter o <i>imprimatur</i> .	A 15 de Novembro morre Kepler
1631	As negociações para o <i>imprimatur</i> transferem-se de Roma para Florença.	
1632	Em Fevereiro, o tipógrafo Landini acaba de imprimir o <i>Massimi Sistemi</i> . A obra é confiscada em Julho e Galieiu recebe a intimação para comparecer perante o Santo Ofício.	
1633	Em 12 de Abril galileu apresenta-se no Santo Ofício e a 22 de Junho com a sua abjuração conclui-se o seu processo. Em Julho Galileu vai para Siena, onde inicia a composição da <i>Nuove Scienze</i> . Em Dezembro obtem do Papa autorização para se transferir para a sua casa de Arcetri, onde poderá permanecer em prisão domiciliária.	Descartes termina o <i>Traité du Monde</i>
1634	A 2 de Abril morre, no convento de São Mateus em Arcetri, a filha predilecta de Galileu, irmã Maria Celeste.	
1635	Sustermans termina o retrato de Galileu, hoje na Galeria Uffizi. Em Leiden é publicada a versão latina dos <i>Massimi Sistemi</i> .	
1637	Galileu fica completamente cego.	
1638	Em Leiden, pela casa Elsevier, saem os <i>Dicorsi e dimontrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti alla meccanica ed i movimenti locali</i> .	
1639	Vicenzo Viviani passará a acompanhar Galileu e ficará junto a ele até à morte.	
1641	Galileu escreve a <i>Lettera sul candore della Luna</i> .	
1642	A 8 de Janeiro morre Galileu.	
1643		A 4 de Janeiro nasce Isaac Newton

## Texto de Apoio<sup>o</sup>

**Sagredo:** Eu queria, em nome do senhor Símplicio, defender, se for possível, Aristóteles ou, pelo menos, perceber melhor o seu raciocínio. Vós dizeis: não basta ver que a pedra cai ao lado da torre para demonstrar que o movimento da pedra é perpendicular (o que representa o termo médio do silogismo) é preciso também admitir que a Terra esteja imóvel (o que seria a conclusão a demonstrar) pois se a torre se movesse juntamente com a Terra e a pedra caísse junto a ela, o movimento da pedra seria transversal e não perpendicular. Mas responderei que, caso a torre se movesse, seria impossível que a pedra caísse junto a ela, portanto pela sua queda ao lado da torre podemos concluir sobre a estabilidade da Terra.

167

**Símplicio:** Assim é, pois se se quisesse que a pedra caísse ao lado da torre, quando esta última é levada pela Terra, a pedra precisaria de ter dois movimentos naturais, o movimento rectilíneo em direcção ao centro e o movimento circular em torno do centro, o que é impossível.

**Salviati:** Portanto a defesa de Aristóteles está no facto de ser impossível, ou pelo menos ele assim o ter considerado, que a pedra se pudesse movimentar com um movimento misto, composto de um movimento rectilíneo e de um outro circular. Se com efeito ele não tivesse considerado impossível que a pedra se movimentasse para o centro e em torno do centro simultaneamente, teria percebido que a pedra, na queda, cairia ao lado da torre quer a torre se movimentasse quer estivesse imóvel, conseqüentemente teria percebido que da queda ao lado da torre nada se podia concluir a favor do movimento ou do repouso da Terra. Mas isto não desculpa Aristóteles: se o tivesse pensado não devia tê-lo enunciado, pois era um ponto importante na sua argumentação, mas sobretudo não se pode afirmar que este efeito seja impossível nem que Aristóteles o tivesse

<sup>o</sup> Galilei, Galileu, *Diálogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolomaico e coperniciano*; (A cura di Libero Sosio, 1984) Torino, Giulio Einaudi Editore, 172-183 (Tradução de Paola Valpreda e revisão de Augusto J.S.Fitas) No texto, dentro dos parentesis [], colocaram-se termos originaís em italiano; os números na margem representam a numeração das páginas na Edição Nacional: Galilei, Galileu, *Le Opere*, A cura di Antonio Favara, Firenze, Barbera, 1890-1909, in 20 voll. (21 tomi).

considerado impossível. Não se pode falar do primeiro caso: daqui a pouco demonstrarei que não só é possível, mas sim necessário. Também não se pode falar do segundo, pois o mesmo Aristóteles acha que o fogo sobe naturalmente com movimento retilíneo, ao mesmo tempo que roda devido ao movimento diurno a que o próprio céu obriga a participar o elemento fogo e a maior parte do ar; ele não considera impossível misturar o movimento retilíneo ascendente com o movimento circular, que é comunicado ao fogo e ao ar pela concavidade da Lua, então não poderia considerar impossível misturar o movimento retilíneo da pedra para baixo com o movimento circular que seria natural para o conjunto do globo terrestre, ao qual a pedra pertence.

**Simplicio:** Não acho que seja assim, pois quando o elemento fogo gira em conjunto com o ar, é facilímo, aliás é necessário, que uma parte de fogo, ao subir, a partir da Terra, passando pelo ar móvel, receba deste o mesmo movimento, porque é um corpo tão leve, subtil e muito fácil de ser posto em movimento; mas que uma pedra pesadíssima ou uma bala de canhão, que caía de cima para baixo sem qualquer obstáculo seja transportada pelo ar ou por qualquer outro meio, isto é impensável. E há a experiência tão característica da pedra deixada cair do mastro do navio: a pedra, quando o navio fica parado, cai ao pé do mastro; mas quando o navio está em movimento, ela cai a uma distância da base igual aquela que o navio andou durante a queda da pedra: o que serão umas poucas braças, se o movimento do navio for rápido.

**Salviati:** Há uma grande diferença entre o caso do navio e o da Terra, supondo que o globo terrestre tem movimento diurno. De facto é claríssimo que o movimento do navio, que não lhe é natural, é acidental também para todas as coisas que estão nele, portanto não é de estranhar que a pedra retida em cima do mastro, quando deixada cair, desça sem que tenha de seguir o movimento do navio. Mas a rotação diurna passa por ser um movimento próprio e natural do globo terrestre e por consequência de todas as suas partes, é-lhes impresso pela natureza, é-lhe indelével; mas mesmo assim a pedra que está no cimo da torre tem como instinto

primitivo o dar uma volta em torno do centro ao qual pertence e exerce esta sua capacidade eternamente, seja qual for o seu estado. E, para ficar convencido disto, só tereis que mudar uma ideia antiquada impressa na vossa mente e dizer: «até agora eu considerava que era uma propriedade do globo o ficar imóvel em torno do seu centro, nunca tive dificuldades ou algum problema em perceber que pela sua natureza qualquer das suas parcelas estão, elas também, com o mesmo repouso. O mesmo acontece no caso se, por instinto natural do globo terrestre, este desse sobre si próprio uma volta em 24 horas, cada uma das suas partes teria uma inclinação própria e natural para não ficar parada, mas sim de seguir o mesmo curso». E assim, sem encontrar qualquer problema, poder-se-á concluir que, por não ser natural, mas estranho, o movimento imposto ao navio pela força dos remos, e portanto a todas as coisas que estão dentro do navio, será bem necessário que a pedra, separada do navio, volte ao seu estado natural e a exercer de novo o seu próprio talento natural. Acrescente-se que é necessário que pelo menos aquela parte de ar que está por debaixo das montanhas mais altas, seja necessariamente arrastada e levada pelas asperezas da superfície terrestre ou que, sendo uma mistura de vapores e exalações terrestres, continue naturalmente o movimento diurno. O mesmo não acontece para o ar em redor do navio, arrastado pelos remos. Portanto transferir o raciocínio do navio para a torre não tem qualquer força de ilação, porque a pedra que cai do cimo do mastro entra num meio que não tem o mesmo movimento do navio, mas a que cai da torre encontra-se num meio que tem o mesmo movimento do globo terrestre inteiro e portanto, não é impedido pelo ar, mas, pelo contrário, é favorecido pelo movimento do ar, a pedra pode seguir o curso universal da Terra.

**Simplicio:** Não consigo perceber como o ar possa imprimir o seu próprio movimento a um rochedo ou numa bala de canhão de ferro ou chumbo que, por exemplo, pese mais do que duzentas libras, como o movimento que o mesmo ar comunica às penas, à neve e a outras coisas levíssimas. Pelo contrário, acho que um peso daquele tipo, exposto a qualquer vento

*muito forte, não se mexe nem um dedo: como se pode imaginar que o ar o pode arrastar?*

**Salviati:** *Há uma grande diferença entre a vossa experiência e o nosso exemplo. Na vossa, o vento atinge a pedra em repouso; e nós pomos o ar, já em movimento, a atingir a pedra que, por sua vez, já está em movimento com a mesma velocidade, portanto o ar não tem que comunicar-lhe um novo movimento, mas só mantê-lo ou, melhor, não impedir a continuação do movimento que a pedra já possui; vós quereis movimentar a pedra com um movimento estranho que não pertence à sua natureza, nós, conservá-lo com o seu movimento natural. Se quisésseis apresentar uma experiência mais apropriada, teria de vos pedir que observássemos, não com os olhos da cara, mas, pelo menos, com os olhos do espírito, o que aconteceria quando uma águia, levada pela força [ímpeto] do vento, deixasse cair das suas garras uma pedra; como a pedra já antes de cair das garras voava com a mesma velocidade do vento, acho que não cairia perpendicularmente mas que, seguindo o curso do vento e juntando-lhe o curso da sua própria gravidade, movimentar-se-ia com movimento transversal.*

**Simplicio:** *Teríamos que poder fazer esta experiência e julgar consoante os resultados; por enquanto o que se passa no navio parece dar-nos razão.*

**Salviati:** *Falastes bem até aqui, pois daqui a pouco as coisas poderão mudar. E para não vos deixar ainda, como se diz, em maus lençóis, digei-me, senhor Símplicio: achais que a experiência do navio se adequa bem ao nosso caso e que é razoável acreditar que o que nela acontece deva acontecer no globo terrestre?*

**Simplicio:** *Até aqui achei que sim; e, apesar de terdes mencionado algumas coisas em contrário, não acho que possa mudar de opinião.*

**Salviati:** *Antes pelo contrário, quero que continueis com a mesma opinião e penseis que a Terra se comporta como um navio, pois se se descobrisse que isto é prejudicial ao vosso raciocínio, poderíeis querer mudar de opinião. Dizeis: «quando o navio está imóvel, a pedra cai ao pé do mastro e cai longe do mastro quando o navio está em movimento, então podemos*

deduzir que o navio esteja imóvel se a pedra cair ao pé do mastro e que o navio se movimenta quando a pedra cai longe do mastro; e como o que acontece no navio acontece da mesma forma na Terra, então deduzimos a imobilidade da Terra pelo cair da pedra ao lado da torre». Não é assim o vosso raciocínio?

**Simplicio:** É isso, e o vosso resumo foi feito de maneira a que seja muito fácil perceber.

**Salviati:** E agora dizei-me: se a pedra ao cair do mastro, quando o navio vai a grande velocidade, caísse no mesmo sítio do navio onde cairia quando o navio está parado, isto dava-vos qualquer ideia sobre se o navio se movimentava ou se ficava parado?

**Simplicio:** Não podia decidir nada: do mesmo modo que, por exemplo, o bater do pulso não permite perceber se a pessoa dorme ou está acordada, pois bate da mesma forma enquanto dormimos ou estamos acordados.

**Salviati:** Muito bem. Já fizestes a experiência do navio?

**Simplicio:** Não, mas acredito que os autores que a apresentam a tenham cuidadosamente observado; ainda por cima, percebe-se tão claramente a razão da disparidade entre os dois casos que não deixa margem para dúvidas.

**Salviati:** Que possa acontecer que os tais autores a refiram sem a ter feito, vós sois disso testemunha, pois sem a ter feito assegurais que é assim e acreditais na boa fé deles. Assim é possível, até mesmo necessário que cada um deles tenha feito o mesmo, acreditando nos seus antecessores, sem que jamais se encontre alguém que a tenha feito, pois quem a fizer descobrirá que a experiência demonstra o contrário do que está escrito: demonstrará que a pedra cai sempre no mesmo sítio do navio, esteja este parado ou em movimento com uma velocidade qualquer. Portanto, comportando-se a Terra da mesma maneira que o navio, se a pedra cai sempre na vertical junto ao sopé da torre, nada podemos inferir sobre o movimento ou o repouso da Terra.

**Simplicio:** Se recorrêsseis a um outro meio diferente da experiência, as nossas discussões nunca acabariam; pois a experiência parece-me uma

coisa muito afastada de todo o discurso humano que não deixa o mínimo lugar para a credulidade ou a probabilidade.

**Salviati:** Mas deixou dúvidas em mim.

**Simplicio:** Então, não realizastes cem provas, nem ao menos uma, como podeis afirmar com tal segurança o que está certo? Eu regresso à minha incredulidade e reafirmo a minha certeza no facto dos autores terem feito a experiência e que ela demonstre o que eles afirmam.

**Salviati:** Eu, mesmo sem experiência, tenho a certeza que o efeito será o mesmo que expus, pois é necessário que assim seja; e mais: vós também sabeis que não pode ser diferente, mesmo que fingais ou simuleis fingir não sabê-lo. Mas eu sei lidar tão bem com o cérebro que vos farei confessar à força. Mas o senhor Sagredo está muito calado: parece que acenou como se quisesse dizer alguma coisa.

**Sagredo:** Queria realmente dizer qualquer coisa; mas a curiosidade de ouvir as vossas palavras que vão forçar o senhor Simplicio a mostrar à luz do dia a ciência que queria esconder-nos, fez-me esquecer o desejo de falar, portanto continuei à vontade.

**Salviati:** Desde que o senhor Simplicio continue a responder às minhas perguntas, continuarei.

**Simplicio:** Eu responderei o que souber, e com a certeza que não encontrarei dificuldades em fazê-lo; pois acho que nada sei sobre as coisas que acho falsas, já que a ciência trata da verdade e não do que é falso.

**Salviati:** Não quero que digais ou que respondais outra coisa além do que tendes a certeza de saber. Mas digei-me: se tivésseis uma superfície plana, bem polida como um espelho e de um material rijo como o aço, e que não fosse paralela ao horizonte, mas inclinada, e pusésseis por cima dela uma bola perfeitamente esférica feita de um material pesado e duríssimo, como o bronze, se a largásseis o que achais que aconteceria? Não achais, como eu, que ficava parada?

**Simplicio:** Sendo a superfície inclinada?

**Salviati:** Sim, assim *supus*.

**Simplicio:** Não acredito que ficasse parada, pelo contrário acho que espontaneamente se movimentaria na direcção do declive.

**Salviati:** Cuidado com o que dizeis, senhor Simplicio, pois acho que ela pararia em qualquer ponto que a deixásseis.

**Simplicio:** Se, senhor Salviati, utilizais tais suposições, começarei por não me espantar que as vossas conclusões sejam totalmente falsas.

**Salviati:** Portanto tendes a certeza que a bola se movimentaria espontaneamente na direcção do declive?

**Simplicio:** Qual é a dúvida?

**Salviati:** E achais que isto está certo não por eu o ter ensinado (estava a tentar convencer-vos do contrário), mas por vossa própria vontade e pela vossa inteligência natural.

**Simplicio:** Agora percebo o vosso artifício: fizestes essa afirmação para me tentar e (como o povo diz) me descalçar, não por acreditar no que afirmáveis.

**Salviati:** Assim é. Então quanto tempo deveria movimentar-se a bola e a que velocidade? Lembrai-vos que escolhi uma bola perfeitamente esférica e um plano bem polido, de modo a retirar todos os impedimentos externos e acidentais; e assim quero que vós vos abstraiais da resistência do ar quando este se deixa abrir e de todos os outros obstáculos acidentais, se existirem mais.

**Simplicio:** Percebi tudo perfeitamente; à vossa pergunta, eu respondo que a bola continuaria a movimentar-se infinitamente, tanto quanto existisse a inclinação do plano, e com um movimento acelerado continuamente, pois tal é a natureza dos objectos móveis graves, que vîres adquirant eundo\*; e quanto maior for o declive, maior será a velocidade.

**Salviati:** Mas se quiséssemos que a bola se movimentasse de baixo para cima na mesma superfície, achais que ela o faria?

**Simplicio:** Espontaneamente não, mas só se empurrada ou lançada com violência.

---

\* Adquirem forças ao progredir no movimento.

***Salviati:** E se fosse empurrada através de uma força [ímpeto] violenta, qual seria a qualidade e a grandeza [qual e quanto] do seu movimento?*

***Simplicio:** O movimento iria enfraquecendo e atrasar-se-ia, porque era contra a sua natureza e duraria mais ou menos tempo conforme a grandeza do impulso dado e o maior ou menor declive da superfície.*

***Salviati:** Até aqui parece-me que tinha explicado o comportamento dum objecto móvel sobre dois planos diferentes; no plano inclinado o objecto móvel grave desce espontaneamente acelerando e, para o colocar em repouso, tem que se utilizar uma força; mas no plano ascendente é preciso utilizar uma força para o empurrar e mesmo para o parar, e o movimento vai enfraquecendo até finalmente desaparecer. Dizeis também que nos dois casos a diferença reside no plano ser mais ou menos inclinado; uma inclinação maior dá uma maior velocidade ao descer, enquanto que, no caso contrário, do plano ascendente, o mesmo objecto empurrado num plano pela mesma força, movimentar-se-á tanto mais longe quanto menor for a inclinação do plano. Agora dizei-me, o que aconteceria se o plano fosse plano.*

173

***Simplicio:** Agora preciso de pensar um pouco na resposta. Se o plano não for inclinado para baixo, não pode ter uma tendência [inclinação] natural para movimentar-se e como não tem inclinação para cima não pode oferecer resistência ao movimento; portanto não haveria nem propensão nem resistência ao movimento: acho que o móvel ficaria parado. Mas eu ando tão esquecido, pois, não há muito, o senhor Sagredo deu-me a entender que assim aconteceria.*

***Salviati:** Assim creio, desde que alguém parasse o móvel sobre o plano; mas se recebesse um impulso [impulso] numa qualquer direcção, que aconteceria?*

***Simplicio:** Movimentar-se-ia nessa direcção.*

***Salviati:** Mas com que tipo de movimento? Continuamente acelerado, como nos planos inclinados descendentes, ou sucessivamente retardado, como nos planos inclinados ascendentes?*

**Simplicio:** Não consigo ver qual a causa para a aceleração ou retardamento, não sendo o plano nem ascendente nem descendente.

**Salviati:** Sim. Mas se não houvesse causa para o retardamento, ainda menos deveria haver para o repouso: então por quanto tempo, em vossa opinião, deveria durar o movimento?

**Simplicio:** Tanto quanto durasse o comprimento da superfície, sem subir e sem descer.

**Salviati:** Portanto se um tal espaço fosse infinito [interminato], o movimento seria igualmente sem fim, quer dizer perpétuo?

**Simplicio:** Acho que sim, se o objecto móvel fosse dum material durável.

**Salviati:** Tudo isto já foi admitido, ao dizer que se retiravam todos os impedimentos externos e accidentais, e a fragilidade do objecto móvel é accidental. Dizei-me agora: qual pensais ser a razão do movimento espontâneo da bola ao longo do plano inclinado descendente e do seu movimento sem violência ao longo do plano inclinado ascendente?

**Simplicio:** Porque a tendência [inclinação] dos corpos graves é moverem-se em direcção ao centro da Terra e só o movimento para cima é violento, em direcção à circunferência; pelo intermédio de uma superfície inclinada descendente o movimento conduz para o centro, na direcção contrária distancia-se do centro.

**Salviati:** Portanto, para uma superfície, cuja inclinação não fosse nem ascendente nem descendente, teria que ter todos as suas partes à mesma distância do centro. Mas há superfícies deste género no mundo?

**Simplicio:** Não faltam: há a do nosso globo terrestre, se fosse bem polida, sem asperezas e sem montanhas; mas temos a superfície da água, quando calma e tranquila.

**Salviati:** Portanto um navio que navegue pelo mar sem vento é um desses objectos móveis que se deslocam ao longo duma superfície que não sobe nem desce e, portanto, disposta, caso sejam removidos todos os obstáculos externos e accidentais, a movimentar-se uniforme e incessantemente por acção do impulso recebido.

**Simplicio:** Parece que tem que ser assim.

***Salviati:** E a pedra que se encontra no topo do mastro, não se move ela também, levada pelo navio, ao longo da circunferência dum círculo à volta do centro? O seu movimento é indelével, uma vez que sejam suprimidos todos os impedimentos externos?*

***Simplicio:** Até aqui, tudo bem, mas o resto?*

***Salviati:** Podeis tirar sozinho as últimas conclusões, tal como soubesteis colocar as premissas.*

***Simplicio:** Quereis dizer que, como última conclusão, se a pedra se movimenta com um movimento indelével, não pode abandonar o navio, mas sim segui-lo, caindo no mesmo sítio onde cairia quando o navio estivesse parado; e eu concordo, a não ser que impedimentos externos modificassem o movimento da pedra ao cair. E os impedimentos são dois: primeiro, o objecto móvel não pode romper o ar só com o seu ímpeto, faltando-lhe o da força dos remos, do qual participava como parte do navio, ao estar no topo do mastro; segundo, o novo movimento de queda deve constituir um impedimento ao outro movimento progressivo.*

***Salviati:** Não nego que haja o impedimento do ar; e se o corpo que cai fosse muito leve, como uma pena ou um floco de lã, o atraso seria muito grande; mas quando se trata de uma pedra pesada esse atraso é muito pequeno: vós dissesteis há pouco que a força do vento, mesmo mais violento, não pode mover uma pedra grande; pensai agora no que poderia acontecer quando o ar calmo encontre a pedra e não se desloque mais rápido do que o navio. Mesmo assim, concordo que um pequeno efeito pode depender deste impedimento. E sei que vós também concordaríeis comigo que, se o ar se movesse à mesma velocidade do navio e da pedra, o efeito seria nulo. Em relação à outra questão, do movimento para baixo. De início, é claro que os dois, quer dizer o movimento circular à volta do centro e o movimento rectilíneo em direcção ao centro, não são contrários nem incompatíveis, nem se destroem um ao outro; pois, em relação ao móvel, não há repugnância alguma a este movimento composto: como vós dissesteis, só há repugnância com o movimento que afasta do centro e tendência*

*[inclinazione] para o movimento que o aproxima do centro. Portanto em relação ao movimento que não aproxima nem afasta do centro o objecto não tem nem repugnância nem propensão que possa mudar o impulso que lhe foi atribuído. E ainda, não sendo a causa motora só uma, mas duas diferentes, a da gravidade que leva unicamente o objecto móvel em direcção ao centro, e a virtude impressa que leva o objecto a movimentar-se em torno do centro, não resta assim impedimento algum.*