



## O alcance cosmológico e mecânico da carta de Galileu Galilei a Francesco Ingoli

Pablo RUBÉN MARICONDA

### 1 O CONTEXTO DA POLÊMICA ENTRE FRANCESCO INGOLI E GALILEU GALILEI

Cabe considerar de início as circunstâncias em que foram produzidos os dois documentos, cujas traduções publicamos a seguir, não apenas porque essas circunstâncias permitem esclarecer o contexto polêmico de inserção das objeções de Ingoli e das respostas de Galileu, mas também porque auxiliam a entender as razões pelas quais Galileu tardou oito anos para formular sua resposta.

Não deixa de ser significativo que os dois textos estejam ligados a duas viagens que Galileu empreendeu a Roma, ambas vinculadas ao seu comprometimento com a defesa do sistema copernicano. Na primeira viagem, na qual Galileu permaneceu em Roma entre 11 de dezembro de 1615 e 4 de junho de 1616 (cf. Geymonat, 1984, p. 118; Sharratt, 1996, p. 126-31), seu objetivo declarado era o de tentar impedir que a Igreja condenasse a astronomia de Copérnico. Galileu engajou-se intensamente nessa tarefa visitando prelados e pessoas influentes e participando de debates com o objetivo de obter apoio para a causa copernicana. Num desses debates ocorrido ainda em dezembro na residência de Lorenzo Magalotti, Galileu encontrou Francesco Ingoli, um jurista de Ravena, a quem conhecia da época (1597-1610) em que foi professor de matemática da Universidade de Pádua e que acabava de ser nomeado secretário da Sagrada Congregação para a Propagação da Fé (*Sacra Congregatio de Propaganda Fide*) como prêmio pela criação da tipografia na qual se imprimiam os textos para a difusão do catolicismo (cf. EN, 5, p. 395).

Nessa oportunidade, Ingoli sustentou contra Galileu a inadmissibilidade da doutrina copernicana propondo de sua própria lavra o argumento da paralaxe, com o qual se inicia seu escrito. Como o debate entre os dois não chegasse a qualquer conclusão e como Ingoli utilizasse uma caracterização de paralaxe muito pouco usual, ficou estabelecido que ele poria por escrito seu argumento para que Galileu pudesse mais claramente dar-lhe resposta, apresentando sua solução. Contudo, como Ingoli explica na introdução de seu trabalho, além de expor o argumento da paralaxe, ao lembrar-se de



**Figura 1.** O cardeal Camillo Borghese (1552-1621). Eleito papa como Paulo V (1605-1621), foi um promotor zeloso da Contra-reforma. Em seu pontificado, foi pronunciada a censura das hipóteses copernicanas de centralidade do Sol e movimento da Terra no decreto da Sagrada Congregação do Índice de 1616.

de seu encontro com o cardeal Roberto Bellarmino e da admoestação pela qual era instado a não defender, nem ensinar, o sistema de Copérnico, respeitando assim a decisão da Sagrada Congregação do Índice, tomada no dia anterior, de censurar e proibir o *De revolutionibus orbium coelestium* (*Das revoluções dos orbes celestes*) de Copérnico. Em vista das circunstâncias, Galileu abandonou qualquer tentativa de resposta nesse momento, adiando seus comentários aparentemente para uma ocasião mais apropriada e favorável que se apresentaria somente oito anos mais tarde.

Essa ocasião mais favorável pareceu configurar-se em 6 de agosto de 1623 com a eleição para o pontificado do cardeal Maffeo Barberini, que sob o nome de Urbano VIII, substituiria o curto papado de Gregório XV, o qual havia sido reconhecidamente favorável aos jesuítas e ao endurecimento da repressão contra-reformista. O novo papa, por outro lado, era festejado pelos setores mais liberais aos quais Galileu estava ligado como um sinal de que os tempos estavam mudando a favor dos setores mais abertos e menos ortodoxos. Convém lembrar neste ponto que particularmente Galileu tinha todo motivo de júbilo, pois sua relação com o cardeal Barberini vinha do tempo em que

Pablo Rubén Mariconda

que Galileu havia afirmado que responderia com prazer a qualquer um que apresentasse razões contra Copérnico, decidiu acrescentar outros argumentos retirados de Aristóteles, Ptolomeu e Tycho Brahe, para que Galileu pudesse mais fácil e claramente chegar à verdade.

Assim, o texto de Ingoli, escrito em latim, intitulado *De situ et quiete Terrae contra Copernici systema disputatio* (cf. EN, 5, p. 397-412), estava expressamente dirigido a Galileu, a quem foi enviado por carta, e alcançou na época uma certa propagação, apesar de não ter sido publicado permanecendo inédito até que Antonio Favaro o incluísse no quinto volume de sua monumental edição das obras de Galileu.

Galileu recebeu o pequeno tratado de Ingoli em janeiro de 1616, mas aparentemente não teve tempo de examinar as provas apresentadas por Ingoli e de responder antes de 26 de fevereiro, data

ensinara em Pisa (1593-1597) e nunca se tinha interrompido, tanto que, em 1612, na época da disputa florentina sobre os corpos flutuantes, o cardeal havia abertamente defendido Galileu e, depois disso, este último sempre o presenteara com seus escritos recebendo do cardeal elogios e pedidos de esclarecimento e explicação. Mesmo durante o difícil período da denúncia e do processo de 1616, o cardeal Barberini não se havia furtado de prestar seu apoio e sua proteção, aconselhando Galileu a limitar-se às discussões matemáticas deixando as teológicas aos teólogos, além de não ter escondido seu desagrado pela promulgação do decreto que censurava Copérnico. Galileu tinha, portanto, motivo para exultar e ver, “no amigo e protetor poderoso, rico em projetos grandiosos, amante da magnificência e do fausto, (...) quase que o tipo ideal do Príncipe sonhado como o iluminado mecenas da ciência e da técnica” (Banfi, 1979, p. 200).

Sob o pretexto de prestar suas homenagens ao novo papa, a quem os amigos romanos da Academia dos Linceus o haviam feito dedicar *O ensaiador*, Galileu partiu, no início de abril de 1624, para Roma, aonde chegou em 23 de abril e permaneceu até 8 de junho. É evidente que Galileu vislumbrava a possibilidade de fazer rever o édito de 1616 contra Copérnico e novamente dedicou-se com afinco a sua causa. Foi recebido pela cúria romana com a deferência que se reservava aos grandes homens; conseguiu que os cardeais Zollern, Boncompagni e Coberluzzi intercedessem junto ao papa a favor de Copérnico, apesar da cautela generalizada nos meios católicos, uma vez que a opinião copernicana era professada por muitos protestantes (cf. Drake, 1988, p. 381); e finalmente teve com o próprio Urbano VIII seis audiências privadas. Nada se sabe desses encontros, dos quais não há nem mesmo menção por parte de Galileu. Ainda assim, parece plausível supor que à insistência de Galileu para

**Figura 2.** O cardeal Roberto Bellarmino (1542-1621), jesuíta, doutor da Igreja, é o teólogo mais importante de seu tempo. Dedicou-se com zelo à defesa da autoridade da Igreja contra os reformados. Foi o cardeal inquisidor do processo contra Bruno e participou da sentença de morte do nolano. Aplicou a admoestação de Paulo v a Galileu Galilei no célebre encontro de 26 de fevereiro de 1616, segundo a qual Galileu não deveria ensinar nem defender a opinião copernicana.





**Figura 3.** O cardeal Maffeo Barberini (1568-1644), eleito papa sob o nome de Urbano VIII (1621-1644). Foi no seu pontificado, em 1633, que se deu a condenção de Galileu e a ratificação da proibição do sistema copernicano.

porcionada pela teoria das marés de Galileu (cf. Mariconda, 2004b, p. 555-7, nota 1; p. 834-9, notas 86 e 87).

Quanto à motivação da resposta às objeções formuladas por Ingoli em 1616, Drake sugere que o próprio papa Urbano VIII teria feito referência ao texto de Ingoli propondo que Galileu respondesse a seus argumentos (cf. Drake, 1988, p. 381-2). Entretanto, nada indica que o pontífice tivesse conhecimento desse texto e, além disso, há indícios de que Galileu queria evitar controvérsias com homens como Ingoli, cuja posição aconselhava um tratamento mais cauteloso e cujo consentimento dizia poder ser obtido melhor com um tratamento cortês e cerimonioso, mais apropriado ao cortesão, do que com argumentos científicos racionais que lhe revelassem os erros. Seu discípulo Mário Guiducci, que permanecera em Roma após a partida do mestre, tinha uma posição diferente e pensava que se devia

(...) refazer a conta sem nenhuma misericórdia. E se não fosse uma presunção minha querer aconselhá-lo, parecer-me-ia que se devesse responder somente aos argumentos que ele chama de matemáticos e filosóficos, deixando os teológicos de lado, pelo menos por ora, porque a estes seria muito mais fácil para ele replicar (EN, 13, p. 186).

que o decreto de 1616 fosse revogado, o pontífice respondia com o que ficou conhecido como o “argumento de Urbano VIII”, ao qual Geymonat (1984, p. 142) dá a seguinte formulação: “ainda que muitos fatos pareçam provar que seja a Terra a girar em torno do Sol, é teoricamente possível que Deus, na sua infinita potência, tenha obtido os mesmos efeitos fazendo, ao contrário, girar o Sol em torno da Terra, exatamente como dizem as Sagradas Escrituras”. Esse mesmo argumento receberia anos mais tarde uma nova versão e faria parte do que Urbano VIII chamava, para o caso do *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*, de “o remédio do fim” e que era tido por seu autor como um argumento irrefutável contra a conclusividade da demonstração do movimento da Terra pro-

De qualquer modo, Galileu deixou Roma aparentemente com a autorização verbal de Urbano VIII para escrever acerca dos dois sistemas do mundo sob a condição de tratá-los hipoteticamente e sem ir além dos argumentos matemáticos e astronômicos. Não há dúvida de que Galileu sabia bem do significado dessa exigência de tratamento hipotético, em particular, de que ela comportava um ceticismo do pontífice, que de resto também se encontra na famosa carta enviada em 1615 pelo cardeal Bellarmino a Antonio Foscarini (cf. Mariconda, 2004a, p. 43-50), quanto à possibilidade de demonstração da verdade do sistema copernicano; o que era confirmado pela carta que o cardeal Zoller lhe enviaria pouco depois de sua chegada a Florença, na qual é relatado que, segundo as próprias palavras do pontífice, “a Santa Igreja não tinha condenado [a opinião copernicana], nem pretendia condená-la como herética, mas somente como temerária; e que tampouco se devia temer que alguém jamais conseguisse demonstrá-la como necessariamente verdadeira” (EN, 13, p. 182).

Nessas circunstâncias, Galileu parece ter decidido utilizar a estratégia de proceder por etapas, fazendo da resposta a Ingoli uma espécie de “balão de ensaio” para certificar-se até que ponto ia a tolerância e o ceticismo do pontífice e o quanto se podia avançar na defesa da opinião copernicana. Assim, tão logo terminou a composição da carta em setembro de 1624 (cf. EN, 6, p. 509-61), enviou-a aos amigos e seguidores romanos



**Figura 4.** O príncipe Federico Cesi (1585-1630), um dos membros mais brilhantes da sociedade romana da época, fundou em 1603 a *Accademia dei Lincei* a qual tinha como objetivo permitir a seus membros a troca de informações e reflexões sobre todas as espécies de assuntos, científicos de preferência, mas também filosóficos e literários. Galileu se declarará Acadêmico orgulhoso, tendo sido convidado para ingressar na Academia em 1611.

para que lhe dessem ampla difusão, entretanto, sem publicá-la e sem fazer que chegasse ao próprio Ingoli, embora ela lhe estivesse aparentemente dirigida. Sabe-se que muitos a leram e que o próprio papa, a quem de fato ela estava dirigida, tomou conhecimento de seu teor.

## 2 A ESTRATÉGIA DA RESPOSTA DE GALILEU A INGOLI

O pequeno tratado, que Ingoli enviara a Galileu em 1616, expunha argumentos de três gêneros contra as hipóteses copernicanas da centralidade do Sol e do movimento da Terra, a saber: argumentos astronômicos (que o autor de acordo com a tradição chama de matemáticos), argumentos físicos e argumentos teológicos. Tal como sugerido por Guiducci e, de certo modo, imposto por Urbano VIII, Galileu se abstém de tocar no problema teológico, com respeito ao qual afirma submeter-se completamente às decisões da Igreja. Entretanto, na exposição dos motivos pelos quais os católicos aderem ao decreto da Congregação do Índice (cf. EN, 6, p. 510-2), Galileu deixa claro que sua resposta é escrita para mostrar a insustentabilidade dos argumentos matemáticos e físicos de Ingoli, de modo que o decreto é aceito somente por disciplina religiosa e reverência à tradição e não por outro motivo ou razão que se pudesse humanamente formular, vale dizer, que se pudesse alcançar pela razão natural com o uso dos sentidos e do intelecto.

Entretanto, embora Galileu pareça, por um lado, conceder seu assentimento ao “ceticismo científico” de Urbano VIII, pois afirma admitir sem discussão que, para superar a “inépcia de nossa mente”, as disciplinas humanas, ou seja, aquelas que, como a astronomia e a física, procedem por meio de argumentos humanos e dependem da sabedoria humana, são insuficientes, sendo necessárias as “ciências superiores” de inspiração divina, por outro lado, o próprio conjunto da argumentação, desenvolvido na resposta, deixa transparecer com certa clareza que Galileu adere firmemente à possibilidade de uma resposta conclusiva aos dois primeiros gêneros de objeções levantadas por Ingoli, de modo que a “inépcia da mente” de Ingoli pode ser mostrada sem que seja necessário recorrer às disciplinas superiores, ou seja, basicamente, à teologia.

Quanto à exigência decorrente desse tipo de ceticismo concernente à capacidade da razão humana em demonstrar a verdade das conclusões naturais e que consiste em limitar a defesa da posição copernicana a um tratamento hipotético, ela introduz uma tensão que estará muito mais presente, tornando-se até mesmo dramática, no *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*, obra na qual pode ser constatada já no Prefácio, onde se lê que Galileu assume 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 (...)” (Galilei, 2004, p. 86).

Salta aos olhos a ambigüidade e a tensão da estratégia de Galileu, pois, por um lado, tomar o movimento da Terra como “pura hipótese matemática” corresponde à interpretação instrumentalista, segundo a qual a teoria copernicana deve ser entendida apenas como um instrumento que facilita os cálculos astronômicos, mas não como tendo uma correspondência à realidade dos movimentos e disposições planetárias. Essa postura, que está implícita na determinação expressa do papa Urbano VIII, representa o modo tradicional – já presente no Prefácio de Osiander ao *De revolutionibus* de Copérnico (cf. Copérnico, 1984, p. 1-2) e também na já referida carta do cardeal Bellarmino ao padre Foscarini (cf. EN, 12, p. 171-2) – de evitar o conflito entre a ciência, em particular, a astronomia, e a teologia, salvaguardando a autoridade teológica, que fala absolutamente (isto é, real e verdadeiramente), com relação às disciplinas matemáticas que falam hipoteticamente e, portanto, relativamente a uma certa conveniência ou utilidade. Por outro lado, Galileu, na defesa de Copérnico que faz no *Diálogo*, devido à premência de apresentar uma prova positiva, precisa atacar as posições tradicionais do repouso e centralidade da Terra e do movimento anual do Sol e o faz sugerindo que não se opõe a essas posições tomadas absolutamente, mas apenas enquanto os peripatéticos as entendem mal por não filosofarem por conta própria. Contudo, deve-se notar que não é por conveniência ou utilidade que os tradicionalistas se aferram a essas teses, mas porque consideram, em particular, a imobilidade e centralidade da Terra como necessárias na natureza e, portanto, tomam-nas absolutamente, de modo que mostrar que a parte copernicana é superior à tradicional ptolomaica enquanto “pura hipótese matemática” é, de início e por princípio, uma empresa de pouca eficácia e fadada ao fracasso. Contudo, na carta a Ingoli, essa ambigüidade é muito atenuada ou até mesmo desaparece, pois, nesse caso, Galileu pode assumir uma perspectiva completamente negativa, isto é, endereçar seus esforços para refutar conclusivamente as posições de Ingoli, mostrando onde radicam seus erros, sem que para isso seja necessário adiantar qualquer prova positiva e conclusiva em favor de Copérnico, como tentará posteriormente no *Diálogo*.

Mas qual é a justificativa de Galileu para responder a Ingoli depois de oito anos reabrindo o debate sobre o copernicanismo?

Aparentemente o motivo para recolocar em discussão o sistema de Copérnico consiste em afirmar a vontade de mostrar aos heréticos a seriedade e superioridade da cultura católica (cf. EN, 6, p. 511). É evidente que essa justificativa, que será novamente



utilizada no Prefácio do *Diálogo*, é, antes de tudo, um pretexto, porque em verdade Galileu pretende com isso alertar a Igreja para a grave responsabilidade de continuar obrigando seus fiéis a “antepor a fé a quantas razões e experiências possuem em conjunto todos os astrônomos e filósofos”. Toda a atuação de Galileu no período (1610-1616) da polêmica teológico-cosmológica não deixa dúvida de que para ele a pesquisa científica, mesmo proibida pelos e para os católicos, continuará a desenvolver-se e poderá finalmente chegar a provas que comprometerão a credibilidade da própria Igreja. Como poderá a Igreja converter os que professam outra confissão, se eles virem que ela proíbe concepções cuja verdade é estabelecida sem qualquer margem de dúvida por experiência e demonstração?

Convém ainda notar uma diferença significativa entre a carta a Ingoli e a polêmica anterior com o jesuíta Orazio Grassi sobre os cometas, da qual o cáustico *O ensaiador* é o ápice. Enquanto a polêmica anterior é conduzida de modo impiedoso e áspero, “sem nenhuma misericórdia”, para utilizar a expressão de Guiducci, agora, na resposta a Ingoli, a discussão é sincera e diretamente conduzida para persuadir o opositor, procurando instruí-lo, buscando esclarecer todas suas dúvidas quer expli-

cando a origem de seus erros, quer procurando aprofundar com ele cada uma das dificuldades (cf. Geymonat, 1984, p. 146). Galileu opera aqui muito mais como o mestre que procura ensinar o discípulo para diminuir-lhe a ignorância, para recolocá-lo na via da verdade por meio do esclarecimento, antes que como o adversário que procura destruir seu opositor. E isso se percebe na exortação final da carta para que Ingoli receba de bom grado as respostas como “convém que seja feito pelos amantes da verdade” (EN, 6, p. 561).



**Figura 5.** Frontispício de *Il saggiatore* (*O ensaiador*), obra de Galileu publicada em 1623 e que foi dedicada por iniciativa da Academia dos Linceus ao papa Urbano VIII. Pode-se reconhecer o emblema do linco, que aparece como vinheta final da carta de Galileu a Ingoli, e as lunetas.



Ora, tendo em vista o caráter mais elucidativo do que opositivo da resposta de Galileu e o fato de não ter deliberadamente enviado sua resposta a Ingoli, parece razoável supor, como faz Geymonat, que ele tivesse em vista um outro interlocutor, mais importante e poderoso que o autor das objeções da *Disputatio de situ et quiete Terrae*,

(...) que Galileu queria, por todos os meios, conseguir atrair para a própria parte. O interlocutor a quem se dirige não é um inimigo e muito menos é ignorante: é um “amante da verdade”, que, embora partindo de uma posição diferente daquela de Galileu, tem – como ele – por único desejo o de chegar a uma solução clara e convincente dos problemas, sem importar se ptolomaica ou copernicana. Quem podia ser esse “interlocutor ideal”, se não o próprio Urbano VIII, tão desejoso de apresentar-se como o grande protetor da cultura, o homem aberto a todo mais profundo interesse artístico e científico? (Geymonat, 1984, p. 147).

Resumamos, por fim, o que há de mais significativo na resposta de Galileu e que nos parece poder ser caracterizado nos três seguintes pontos que serão a seguir tratados separadamente. Primeiro, uma explicação didática e elucidativa da confusão perpetrada por Ingoli na única objeção que é de sua lavra, ou seja, a da paralaxe; em segundo lugar, a dissolução dos argumentos físicos tradicionais concernentes à centralidade da Terra; e, em terceiro lugar, a primeira formulação do princípio da relatividade do movimento, introduzido para dar plausibilidade ao movimento de rotação da Terra.

### 3 ESCLARECIMENTO DA DIFICULDADE ASTRONÔMICA CONCERNENTE À PARALAXE

A objeção da paralaxe, que como dissemos acima foi a que deu origem à disputa entre Galileu e Ingoli, está exposta logo no início do segundo capítulo da *Disputatio* e está dirigida contra a hipótese copernicana da centralidade do Sol.

Segundo a objeção, se o Sol estivesse no centro do sistema planetário, deveria ter uma paralaxe maior que a Lua, porque estaria mais distante do primeiro móvel (isto é, da esfera das estrelas fixas sobre a qual projetamos as observações dos corpos celestes para determinar o lugar desses corpos) do que a Lua que, por estar afastada do centro, estaria mais próxima do primeiro móvel. Ora, as observações astronômicas mostram que a paralaxe do Sol é maior que a da Lua; logo, o Sol não está no centro.

Galileu responde detalhadamente a essa objeção de Ingoli por dez páginas (cf. EN, 6, p. 513-23) mostrando a origem de todos os seus erros. Sua explicação, em particular da paralaxe, é muito clara e bastante didática de modo que não precisa ser detalhada mais do que ele próprio o faz em sua resposta. Ainda assim, faremos uma breve

exposição do conceito de paralaxe porque isso nos permitirá tratar de alguns aspectos bastante básicos concernentes à realização de observações astronômicas planetárias.

O primeiro ponto sobre o qual convém insistir diz respeito ao fato básico para as observações dos movimentos aparentes dos planetas, da Lua e do Sol, a saber, que as trajetórias anuais desses corpos devem ser traçadas sobre o fundo das estrelas fixas, de modo que as sucessivas posições aparentes (observadas) do astro sejam determinadas pela projeção sobre esse plano de fundo da linha que vai do olho do observador e passa pelo centro do corpo observado.

Entendido isso, o conceito de paralaxe depende de dois conceitos interligados, a saber, o de *lugar aparente ou observado* e o de *lugar real ou verdadeiro*. O lugar aparente de um corpo é determinado pela linha reta que, traçada a partir do olho do observador, passa pelo centro do corpo e termina em algum lugar do fundo estelar. O lugar real, por sua vez, é determinado pela linha reta que, traçada pelo centro da Terra e pelo centro do corpo observado, vai marcar um ponto do plano de fundo estelar. Ora, é evidente que existirão tantos lugares aparentes quantas forem as posições dos observadores sobre a superfície da Terra, de modo que a *paralaxe* nada mais é do que a medida da distância angular que existe entre a linha que determina a posição aparente e a linha que determina a posição real de um astro. Também é evidente que, quando o lugar aparente coincide com o lugar real, a posição de onde se faz a observação encontra-se exatamente sobre a linha que une o centro da Terra ao centro do astro observado o qual, nesse caso, está no zênite, ou seja, no vértice perpendicularmente ao observador e a paralaxe é, então, igual a zero.

Entendida a definição de paralaxe, pode-se facilmente entender que a *medida ou quantidade da paralaxe* depende de dois fatores: (1) do maior ou menor afastamento do observador sobre a superfície da Terra com relação à linha do lugar real do astro, de modo que quanto mais afastado da linha do lugar real for o lugar a partir do qual se faz a observação, maior será a paralaxe; (2) do maior ou menor afastamento do próprio astro com relação à Terra, de modo que quanto mais afastado estiver o astro, menor será a paralaxe.

Essas considerações são suficientes para mostrar que o erro de Ingoli está em supor que a paralaxe aumenta ou diminui dependendo do afastamento do astro com relação ao centro, porque não consegue liberar-se do preconceito inveterado que está “cravado na mente [de] que a Terra esteja situada no centro do firmamento” (EN, 6, p. 516), cometendo o paralogismo de supor como conhecido o que está em questão.

Convém, por último, lembrar que a objeção de Ingoli não deve ser confundida com a objeção da ausência de paralaxe estelar em virtude do movimento de translação da Terra, isto é, da mudança de posição da Terra e, portanto, do observador terrestre, no curso do movimento anual. Nesse caso, entre dois pontos opostos da órbita terrestre, como

seriam dois pontos ocupados com uma diferença de seis meses, deveria existir uma mudança na própria posição real da estrela, isto é, uma diferença angular da própria linha do lugar real. Como Ingoli não levanta essa objeção, Galileu não se dá ao trabalho de tratar dela; contudo, deter-se-á longamente nessa objeção na Terceira Jornada do *Diálogo*, aonde chegará a propor um programa de observação para a determinação da paralaxe estelar (cf. Galilei, 2004, p. 404-416; Mariconda, 2004b, p. 780-1, nota 159, nota 161).

#### 4 A RESPOSTA ÀS DIFICULDADES FÍSICAS CONCERNENTES AO CENTRO DO UNIVERSO

Logo no início do capítulo terceiro de seu texto, Ingoli, inspirando-se em Aristóteles, formula a seguinte objeção:

(...) vemos na ordenação dos corpos simples os mais densos e mais graves ocuparem lugar inferior, como é evidente da terra com respeito à água e da água com respeito ao ar. Ora, a Terra é um corpo mais denso e mais grave que o corpo solar; e o lugar inferior no universo é, sem dúvida, o centro; portanto, a Terra, e não o Sol, ocupa o centro ou o meio do universo.

A resposta de Galileu para esse argumento de Ingoli a favor da centralidade da Terra está, em linhas gerais, organizada em três etapas.

Na primeira, Galileu critica os conceitos de inferior e superior que a tradição assume como se tivessem um significado absoluto, enquanto possuem apenas um significado relativo, pois, para nós que estamos na Terra, inferior e superior não designam mais que aquilo que temos por debaixo dos pés e acima da cabeça e, do mesmo modo, “na Lua, no Sol, em Vênus, em Júpiter e em qualquer outra estrela”, o lugar inferior é seu centro e o superior o céu ambiente (cf. EN, 6, p. 535). Portanto, supor, como faz a tradição, um significado absoluto para inferior e superior é supor, desde o início, que a Terra ocupa o centro e cometer uma petição de princípio, pois consiste em supor o que está em discussão e deve ser provado. Por outro lado, Galileu extrai a consequência correta da significação relativa desses conceitos, que é o reconhecimento de uma pluralidade de centros: “(...) teremos na universalidade do mundo tantos centros e tantos lugares inferiores e superiores quantos são os globos mundanos e os orbes que giram em torno de pontos diferentes” (EN, 6, p. 536).

Na segunda parte da resposta, investe contra a confusão mais ou menos deliberada entre centro da Terra e centro do universo, pois, supondo que exista um centro do universo, “(...) se vós, na conclusão, por lugar inferior quiserdes entender não, como nas premissas, o centro da Terra, mas o centro do universo, ou fareis o silogismo de

quatro termos”, cometendo a falácia do equívoco, “ou suporeis como conhecido aquilo que está em questão”, cometendo a falácia da petição de princípio (cf. EN, 6, p. 536). Ou seja, a identificação entre o centro da Terra e o centro do universo conduz os aristotélicos a um dilema que só pode ser resolvido desfazendo a identificação.

Por fim, na terceira parte da resposta, Galileu denuncia o caráter dogmático da admissão, apresentada por Ingoli como óbvia, de que a Terra seja um corpo mais denso do que o Sol, “coisa que nem eu nem vós sabemos, nem podemos seguramente saber”. Ao contrário, Galileu sugere como tão ou mais plausível que o Sol seja mais denso que a Terra, pois a inalterabilidade e incorruptibilidade atribuída por Aristóteles aos corpos celestes parece conferir maior durabilidade aos corpos constituídos de éter e aproximá-los, por exemplo, ao ouro e aos diamantes que são mais duráveis que o ar e a água (cf. EN, 6, p. 540).

Convém comentar agora o alcance cosmológico da resposta de Galileu. A dúvida que ele expressa concernente ao centro do universo é um tema cosmológico que se tornará recorrente em sua obra e estará presente também no *Diálogo*. O heliocentrismo por ele defendido vincula-se à questão do centro das revoluções planetárias, e Galileu não tem dúvida alguma quanto à posição do Sol nesse centro, mas afasta-se decisivamente da questão do centro de todo o universo. Com efeito, na Primeira Jornada do *Diálogo*, Galileu nega que o conceito de centro tenha qualquer significado físico, pois afirma expressamente com relação ao centro do universo que “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” (Galilei, 2004, p. 61). É evidente que o ataque ao conceito de centro do universo deixa-nos com a possibilidade de uma vasta multiplicidade de centros, sem que se possa dizer, a não ser com base em considerações metafísicas, que o universo constitui um sistema ou possui uma ordenação. Para muitos, essa consequência do copernicanismo era simplesmente inaceitável. Francis Bacon, por exemplo, no *Descriptio globi intellectualis*, considerava ser esse o primeiro dos “muitos e grandes inconvenientes” do sistema de Copérnico; “a primeira questão concernente aos corpos celestes é se existe um sistema, isto é, se o universo compõe conjuntamente um globo, com um centro; ou se os globos particulares da Terra e das estrelas estão dispersamente espalhados, cada qual seguindo seus caminhos, sem qualquer sistema ou centro comum” (Bacon *apud* Santillana, em Galilei, 1953, p. 45, nota 40).

Mas a dúvida de que o universo tenha um centro está ligada também à dúvida quanto a ser o universo limitado e ter a forma esférica. Uma expressão clara da ligação dubitativa entre esses conceitos já se encontra na carta a Ingoli, onde Galileu concede, para fins de argumentação, que o firmamento está contido em uma superfície esférica, “ainda que nem vós nem outro homem no mundo saiba ou possa humanamente saber, não apenas qual seja sua figura, mas se tem figura alguma” (EN, 6, p. 518). Posterior-

mente, no *Diálogo*, essa ligação entre os conceitos de centro, de forma e de tamanho (finito ou infinito) do universo será recolocada de modo incisivo na Terceira Jornada, na qual Galileu, por intermédio do personagem Salviati, afirma:

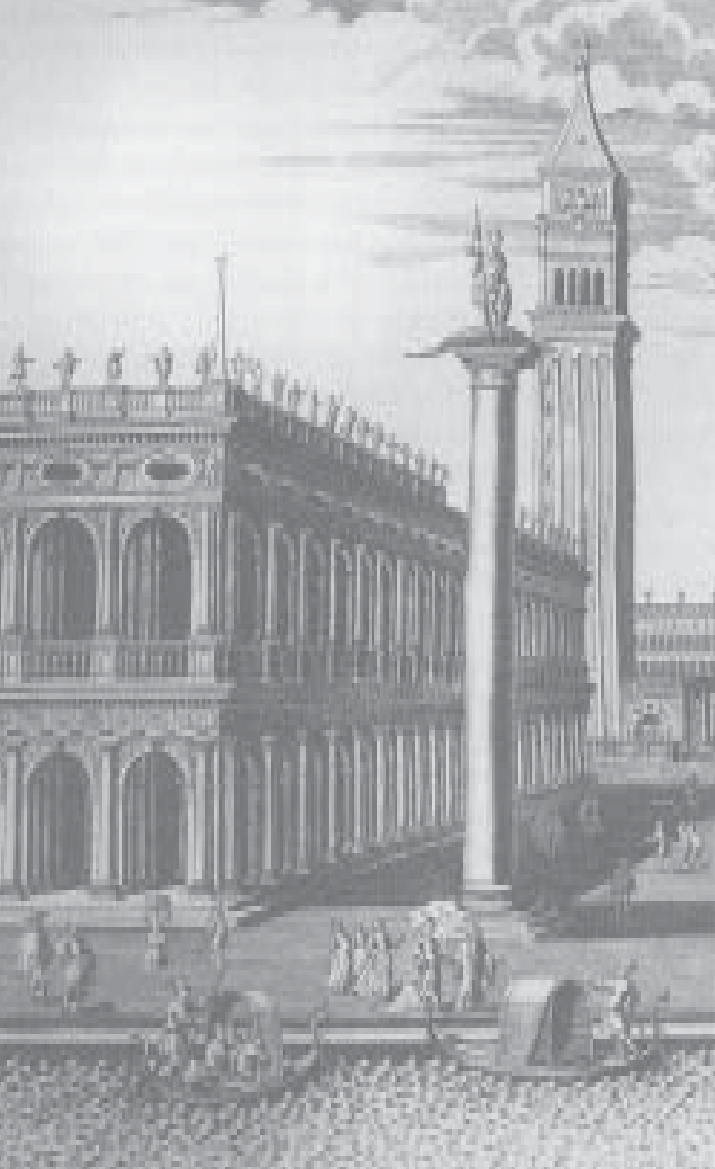
Ainda que eu pudesse muito razoavelmente colocar em controvérsia se existe na natureza um tal centro, posto que nem vós nem outros jamais provaram se o mundo é finito e possui uma forma ou infinito e ilimitado; todavia, concedendo-vos por ora que ele seja finito e limitado pela figura esférica, e que, por isso mesmo, tenha o seu centro, será conveniente ver quanto se possa acreditar que a Terra, e não outro corpo, encontre-se nesse centro (Galilei, 2004, p.347).

Além disso, é importante lembrar que a questão do tamanho do universo esteve presente desde o início da revolução astronômica, pois pode ser encontrada já em Copérnico que, após ter suficientemente aumentado o tamanho do universo para que a ausência de paralaxe das estrelas não fosse decisiva contra o movimento anual da Terra, propõe que se deixe

(...) às disputas dos filósofos [decidir] se o mundo é finito ou infinito; nós estamos (em todo caso) certos que a Terra, entre seus pólos, está limitada por uma superfície esférica. Por que hesitamos, então, em atribuir-lhe uma mobilidade que concorda por sua natureza com sua forma, ao invés de agitar todo o mundo, cujos limites se ignoram e não se podem conhecer? (Copérnico, 1965, I, 8).

De qualquer modo, é também evidente que Galileu não precisa comprometer-se com a tese da infinitude do mundo para justificar sua dúvida com relação à existência de um centro do universo, pois é suficiente para isso que as estrelas fixas não estejam postas, como é afirmado por toda a tradição e até mesmo por Copérnico, em uma única superfície esférica. Na verdade, Galileu já constataria que as estrelas estão a distâncias diferentes desde suas primeiras observações telescópicas relatadas no *Sidereus nuncius* de 1610. Com efeito, o fato de que se possam ver com o telescópio muitas estrelas que não podem ser vistas a olho nu é um sinal evidente de que não estão todas postas a uma mesma distância. É essa a base do desafio lançado a Ingoli:

(...) vós supondes que as estrelas do firmamento estejam todas colocadas em um mesmo orbe; o que é tão duvidoso de saber-se, que nem vós nem outros jamais isso provará pela eternidade; e ficando no conjectural e no provável, direi que nem mesmo quatro das estrelas fixas, quanto menos todas, estão igualmente disantes de qualquer ponto que desejásseis tomar no universo (EN, 6, p. 523).



Pablo Rubén Mariconda

**Figura 6.** A torre da *Piazza San Marco* em Veneza, de onde Galileu apresentou ao governo veneziano o telescópio, vendendo o exemplar para fins militares.

Cabe ainda lembrar que o argumento da infinitude do universo era extremamente perigoso na época. Com efeito, Giordano Bruno (1548-1600), cuja cosmologia afirma a infinitude do universo e a existência de uma pluralidade de mundos, assentando-as na tese teológica da infinitude da potência divina, havia sido condenado pela Inquisição a morrer queimado. Galileu sabia disso muito bem e, tendo em vista a admoestação de 1616, não era prudente discutir essa questão. Contudo, apesar das razões religiosas e das razões puramente intelectuais, que envolviam vários paradoxos acerca do conceito de infinito, Galileu parece inclinar-se para a postura infini-

tista, embora o fizesse quase ao final da vida e na correspondência privada, tal como indica a carta a Fortunio Liceti de 24 de setembro de 1639, na qual, discorrendo sobre o problema da finitude ou infinitude do mundo, afirma que:

(...) muito argutas são as razões que se aportam para uma e para outra parte, mas no meu cérebro nem estas nem aquelas concluem necessariamente, de modo que fico sempre ambíguo sobre qual das duas asserções seja verdadeira; todavia, um só argumento meu, particular, inclina-me mais para o infinito que para o terminado, sendo que não o sei, nem posso imaginar, nem terminado nem não-terminado e infinito; e porque o infinito *ratione sui* não pode ser compreendido pelo nosso intelecto terminado, o que não acontece com o finito e circunscrito por términos, devo referir a minha incompreensibilidade antes à infinitude incompreensível que à finitude, a qual não requer razão de ser incompreensível (EN, 18, p. 106).

Como conclusão, cabe comentar brevemente o efeito desestabilizador da cosmologia produzido pela admissão do movimento da Terra e pelo conseqüente ceticismo com respeito ao centro e à forma do universo. Há uma correlação estreita entre a homogeneização do universo produzida pela tese do caráter planetário da Terra e o aumento da incerteza na cosmologia. Não se sabe mais se o universo tem centro, se tem forma, qual é seu tamanho, em suma, se constitui um sistema, no sentido de possuir uma inteligibilidade que lhe fosse própria. Essa incerteza com relação ao sistema do mundo e a necessidade sentida por Galileu e Kepler de restringir o conceito de “mundo” ao sistema solar e o conceito de “centro” ao centro das revoluções planetárias é, na verdade, um efeito dramático do cancelamento operado pela astronomia copernicana dos princípios cosmológicos aristotélicos, em particular do princípio da heterogeneidade entre céu e Terra (cf. Mariconda, 2004a, p. 26-8).

É verdade que a abolição da esfericidade do universo eliminava um dos grandes problemas da argumentação de Copérnico que, ao sustentar, de modo bastante tradicional, a adaptabilidade especial da forma esférica ao movimento circular de rotação, para atribuí-lo à Terra, tinha depois que negar o movimento de 24 horas à esfera das estrelas fixas. Contudo, se a abolição da forma esférica do universo, que é claramente enunciada por Galileu na carta a Ingoli, resolve, por um lado, esse problema da concepção copernicana, por outro lado, aprofunda ainda mais a conseqüência da homogeneização. O abandono da figura esférica para o universo corresponde exatamente ao abandono daquilo que produzia a inteligibilidade geométrica e formal do universo. A conseqüência é o abandono da possibilidade de constituir uma teoria científica e matemática do todo.

## 5 A RESPOSTA ÀS DIFICULDADES MECÂNICAS CONCERNENTES À ROTAÇÃO TERRESTRE

O segundo grande mérito da resposta de Galileu consiste em enfrentar e dissolver a dificuldade mecânica fundamental ao movimento de rotação da Terra, ou seja, ao movimento que, segundo Copérnico, ela faz sobre seu próprio eixo em 24 horas de ocidente para oriente. Ao fazê-lo, Galileu chega à primeira formulação do que se costuma chamar de “princípio da relatividade galileana”, que terá um papel fundamental no *Diálogo* para a dissolução das várias objeções mecânicas ao movimento de rotação da Terra.

A objeção é apresentada por Ingoli muito rapidamente no início do capítulo quinto da *Disputatio* e é atribuída a Tycho Brahe, que a teria formulado contra o astrônomo Rothman. Essa objeção consiste, como lembra Galileu, em apresentar apenas duas das “muitas razões e experiências que foram formuladas por Aristóteles, Ptolomeu e



outros”, a saber, “aquela usadíssima dos corpos graves que caem perpendicularmente sobre a superfície da Terra” e não obliquamente, como se supõe que deveria acontecer se a Terra se movesse, “e a outra dos projéteis, os quais sem qualquer diferença movem-se por espaços iguais tanto para levante quanto para poente e tanto para o sul quanto para o norte” (EN, 6, p. 542), quando, segundo os defensores do repouso da Terra, deveriam ver-se alterações e desvios, ocasionados pela vertigem veloz da Terra.

Na carta a Ingoli (cf. EN, 6, p. 542-9), Galileu discute detalhadamente a primeira objeção concernente à queda vertical, reformulando-a em termos do experimento da pedra que cai perpendicularmente rasando a torre (cf. EN, 6, p. 543) e do experimento da queda de um corpo do alto do mastro de um navio (cf. EN, 6, p. 543-4). Quanto à segunda objeção dos projéteis ela é brevemente referida, juntamente com outros corpos que se movem no ar, como pássaros e nuvens (cf. EN, 6, p. 546-7), como podendo ser resolvida pelas mesmas considerações que conduzem à solução do argumento da queda vertical. Essa objeção concernente os projéteis será detalhadamente analisada na Segunda Jornada do *Diálogo*, onde será subdividida em quatro objeções concernentes aos disparos de artilharia para os vários pontos cardeais, constituindo uma generalização e atualização dos argumentos desenvolvidos por Tycho Brahe no livro *Cartas astronômicas*. São elas: a objeção do tiro vertical (intimamente relacionada ao argumento aristotélico referente à queda vertical), a objeção dos tiros para leste e para oeste; a objeção dos tiros para norte e para sul; e a objeção dos tiros nivelados ou horizontais. Convém lembrar que, apesar de serem apresentadas como “novas”, as objeções de Brahe estão profundamente enraizadas na física aristotélica, pois seu núcleo conceitual consiste na admissão da distinção entre movimentos naturais e movimentos violentos – e sua suposta contrariedade – e do axioma de que para cada corpo natural só há um movimento natural que lhe convém (que aparece claramente formulada na segunda objeção física do capítulo 6 do tratado de Ingoli). Assim, Brahe não aceita a idéia de que um projétil participa, em seu vôo, do movimento da Terra, porque considera que o movimento violento de projeção anula o movimento natural de queda, de modo que, tampouco, poderia coexistir com o suposto movimento natural de rotação da Terra. A impossibilidade, para Brahe, parece residir na coexistência de três movimentos diferentes – o de projeção, o de queda natural e o de rotação da Terra – em um mesmo corpo, sem que esses movimentos se perturbem mutuamente, ou até mesmo se destruam. Em suma, Brahe não pode admitir que haja composição de movimentos com independência dos efeitos desses movimentos, de modo que eles se comportem na composição exatamente do mesmo modo que fariam isoladamente.

Mas retornemos à objeção da queda vertical e, em particular, ao experimento do navio que parece ter sido proposto pela primeira vez no século xiv por Nicole Oresme (cf. Duhem, 1988, 9, p. 330-3) e pode ser encontrado também em Giordano Bruno,

*La cena de le ceneri* (*A ceia de cinzas*) (cf. Martins, 1986, p. 73-5). Um aspecto relevante desse experimento do corpo que cai do alto do mastro de um navio em movimento, proposto como uma analogia entre o navio e a Terra, consiste em que ele fazia parte dos argumentos tradicionais contra o movimento da Terra. Galileu o introduz na carta a Ingoli (cf. EN, 6, p. 543-4) e, em termos praticamente idênticos na Segunda Jornada do *Diálogo*, como evidência observacional em favor da objeção aristotélica ao movimento de rotação da Terra:

Confirmam esse mesmo efeito com uma outra experiência, ou seja, deixando cair uma bola de chumbo do alto do mastro de um navio que esteja parado, marcando o lugar onde ela bate, que é próximo da base do mastro; mas, se do mesmo lugar deixa-se cair a mesma bola, quando o navio estiver em movimento, sua batida será afastada da outra por tanto espaço quanto o navio adiantou-se durante o tempo da queda do chumbo, e isto simplesmente porque o movimento natural da bola posta em liberdade é por linha reta em direção ao centro da Terra (Galilei, 2004, p. 152).

Também Bruno, em *La cena de le ceneri*, introduz originalmente o argumento do navio como proporcionando uma evidência contrária ao movimento da Terra e à composição de movimentos. Fazendo referência a *De caelo*, II, 14, 296b21, Bruno expõe o argumento como segue:

[Aristóteles] diz que seria impossível que uma pedra lançada para o alto pudesse pela mesma retidão perpendicular retornar para baixo; mas seria necessário que o movimento velocíssimo da Terra deixasse-a muito para trás em direção ao ocidente. Porque, realizando-se essa projeção dentro da Terra, é necessário que com o movimento desta acabe-se por mudar toda relação de retidão e obliquidade; porque existe uma diferença entre o movimento do navio e o movimento daquelas coisas que estão no navio: do que, se não fosse verdadeiro, seguir-se-ia que, quando o navio corre pelo mar, jamais alguém poderia deslocar em linha reta alguma coisa de uma borda à outra e não seria possível que alguém saltasse e retornasse com os pés de onde os tirou (Bruno, 1995, 2, p. 183).

Como se vê, o contexto, também aqui, é o da objeção da queda vertical e o experimento do navio é apresentado como evidência ulterior favorável a essa objeção aristotélica e, de certo modo, como evidência da impossibilidade de composição dos movimentos.

Outro aspecto particularmente marcante da carta a Ingoli é a reiterada acusação que Galileu dirige aos tradicionalistas de não terem feito as experiências das quais se

valem em suas objeções, o que ele considera um de seus principais erros, pois “[...] sobrevivendo-vos experiências que se podem fazer, através das quais pudésseis chegar à luz do verdadeiro, sem de outro modo fazê-las, ponde-as como feitas e as trazeis como respondendo a favor de vossa conclusão” (EN, 6, p. 543). Esse erro, “que é o de produzir experiências como feitas e favoráveis a vossa necessidade sem tê-las jamais nem feito nem observado”, é, segundo Galileu, cometido exatamente na experiência “da pedra que cai da sumidade do mastro do navio”, experiência na qual Galileu afirma:

[...] tenho sido duplamente melhor filósofo do que eles, porque eles, ao dizer aquilo que é contrário ao efeito, acrescentaram também a mentira, dizendo terem visto isso pela experiência, *antes da qual a razão natural tinha-me muito firmemente persuadido de que o efeito deveria acontecer exatamente como acontece* (EN, 6, p. 545; grifo meu).

Ora, na Segunda Jornada do *Diálogo*, Galileu faz Salviati afirmar, agora de modo bem mais enfático, a propósito do experimento do navio:

Eu, *sem experiência*, estou certo de que o efeito seguir-se-á como vos digo [isto é, que a pedra cai ao pé do mastro, quer o navio esteja parado, quer esteja em movimento uniforme] porque assim é necessário que se siga [...],

afirmação que é feita em resposta à questão de Simplício:

Então *não fizestes cem provas e nem mesmo uma*, e afirmais tão francamente que ela é certa? Retorno à minha incredulidade e à mesma certeza que a experiência tenha sido feita pelos principais autores que dela se servem, e que ela mostre o que eles afirmam (Galilei, 2004, p. 171; grifos meus).

Essas afirmações da carta a Ingoli e do *Diálogo* representam o ponto central da polêmica entre os defensores, como Koyré (cf. 1966; 1973) e Shea (cf. 1992), do Galileu apriorista e platônico e os defensores, como Drake (cf. 1988), Shapere (cf. 1974) e Settle (cf. 1961, 1988), do Galileu empirista e experimentalista. Com efeito, a passagem sugere fortemente que nenhum dos lados realizou efetivamente o experimento, que o lado aristotélico pensava ser o experimento necessário e decisivo para a questão e que Galileu não tinha realizado o experimento e não pensava ser necessário realizá-lo para decidir a questão, sendo mais importante mostrar como o resultado do experimento se segue necessariamente dos princípios de conservação e composição dos movimentos. Até aqui parece, portanto, que a posição apriorista tem razão. Entretanto, quando se

leva em consideração todo o contexto do exame crítico a que Galileu submete o experimento (cf. Galilei, 2004, p. 167-75), não se pode deixar de considerar, em primeiro lugar, a insistência de Galileu em desqualificar a analogia suposta pelo experimento entre a Terra e o navio, com base em que o movimento de rotação é natural para o ar que circunda a Terra, enquanto o movimento do barco é acidental para o ar que o envolve; em segundo lugar, a demora de Galileu em apresentar que o resultado do experimento é contrário ao que é suposto pelos aristotélicos. Esses dois aspectos são uma indicação clara de que, no *Diálogo*, Galileu adota a estratégia retórica de fazer que o aristotélico Simplício reclame da importância do experimento, para que posteriormente, quando ele se mostrar favorável ao movimento da Terra, não possa mudar de idéia e dizer que o experimento não era relevante.

É verdade que, na carta a Ingoli, Galileu afirma expressamente ter realizado o experimento e, além disso, acusa os aristotélicos de não tê-lo realizado (cf. EN, 5, p. 545), embora volte a insistir na segurança e “fé teórica” prévia ao experimento, que talvez não permita recusar, sem mais, o apriorismo da passagem do *Diálogo* como sendo mero recurso retórico. A discussão do experimento do navio envolve, assim, um ponto metodológico importante: Galileu pretende evidenciar a insuficiência do empirismo ingênuo dos aristotélicos sem, contudo, negar um lugar para a experiência sensorial. Para isso, precisa mostrar que as considerações teóricas e conceituais (que ele chama de “razão natural”) são imprescindíveis para dar sentido a uma experiência tão construída como a do navio, na qual não basta a constatação ostensiva de um fato, mas é preciso analisar conceitualmente os aspectos que a envolvem: alcance da analogia pretendida, suposição sobre o comportamento do ar circundante, consideração do tipo de movimento envolvido, sem falar de outros aspectos mecânicos envolvidos como, por exemplo, conservação do movimento e composição dos movimentos envolvidos. Em suma, não se trata de um apriorismo puro e simples, nem de um empirismo puro e simples, mas de uma posição intermediária (cf. Clavelin, 1996, p. 235-40; Finocchiaro, 1997, p. 164-5, nota 104), compatível com o princípio empirista de que a experiência deve ser anteposta a toda concepção (teoria) produzida pelo engenho humano (cf. Mariconda, 2003, p. 71-2).

Finalmente, é difícil saber se o experimento do navio foi alguma vez realizado por alguém. Santillana afirma que Gassendi o teria realizado em 1640, referindo sem qualquer outra explicação, ao *De motu impressu in motore translato* (*Sobre o movimento impresso num motor em deslocamento*). Afirma também que “os primeiros experimentos foram empreendidos por Bruno, que chegou à conclusão correta”, citando um trecho de uma passagem de *La cena de le ceneri* (cf. Galileu, 1953, p. 140, nota 26). Já mostrei, em outro lugar (cf. Mariconda, 2004b, p. 651-2, nota 77), que essas atribuições de Santillana não procedem; o que não quer dizer, como mostrou Koyré, que não exista

uma “novidade do raciocínio de Bruno com relação a Copérnico” (Koyré, 1966, p. 171 ss.), que corresponde a ter usado implicitamente, em suas considerações sobre os movimentos realizados dentro ou fora do navio em movimento, a noção de “sistema mecânico”, ou seja, “de um conjunto de corpos unidos por sua participação a um movimento comum” (p. 174). Clavelin, de sua parte, considera existirem duas lacunas no argumento de Bruno: (1) ele não enuncia o princípio de *conservação do movimento*; (2) ele ignora, como de resto também Galileu, que o sistema mecânico deve estar dotado de um *movimento retilíneo uniforme* (cf. Clavelin, 1966, p. 259, nota 80). A estas, acrescento uma terceira, que é a de nunca ter dito explicitamente, como vemos Galileu fazer, tanto na carta a Ingoli como no *Diálogo*, que os experimentos realizados no interior de um sistema mecânico, isto é, no interior do navio (ou da Terra), não permitem decidir entre a afirmação da imobilidade ou do movimento do navio (ou da Terra).

Estas últimas considerações já fazem parte do alcance mecânico da resposta de Galileu à objeção de Ingoli. Com efeito, o uso que Galileu faz da relatividade do movimento, nas respostas às objeções contra o movimento de rotação da Terra, mostra que estamos próximos da conceituação mecânica desse importante princípio, cujos indícios são: (1) a estreita vinculação entre o conceito de relatividade e os conceitos de *conservação e composição* dos movimentos; (2) o papel central da relatividade na caracterização galileana do movimento e do repouso como estados dos corpos (cf. Mariconda, 2004, p. 631-3, nota 25); (3) o sentido geral dado às objeções ao movimento de rotação da Terra, isto é, a idéia de que as experiências mecânicas realizadas na Terra são insuficientes para decidir se a Terra está em repouso ou em movimento.

Na carta a Ingoli, podemos encontrar claramente expressos os pontos (1) e (3), enquanto o ponto (2), apesar de não ser expressamente articulado como ocorrerá mais tarde no *Diálogo*, fica subentendido na idéia de sistema mecânico como o conjunto de todos os corpos que participam de um mesmo estado, seja de repouso, seja de movimento uniforme. Assim, com relação a (1), pode-se citar, por exemplo a seguinte passagem, na qual estão assinalados os dois conceitos de conservação e composição:

Digo-vos, portanto, Sr. Ingoli, que, enquanto o navio está em curso, com igual ímpeto move-se também aquela pedra, cujo ímpeto não se perde porque aquele que a segurava abra a mão e a deixe em liberdade, mas antes *nela se conserva indelevelmente*, de modo que esse [ímpeto] é suficiente para fazer a pedra seguir o navio; e pela própria gravidade, não mais impedida por aquele [que a segurava], vem para baixo, *compondo com ambos um só movimento* transversal e inclinado (e talvez mesmo circular) para onde caminha o navio” (EN, 6, p. 546; grifos meus).

Quanto ao ponto (3), que introduz a importante caracterização galileana do princípio de relatividade do movimento, a saber, que a experiência interna a um sistema mecânico de corpos é incapaz de decidir se esse sistema está em repouso ou em movimento uniforme, podemos citar exatamente o final da resposta de Galileu à objeção da queda vertical:

E se de todos esses efeitos me perguntardes a razão, responder-vos-ei por ora: “porque o movimento universal do navio, sendo comunicado ao navio e a todas as coisas que nele estão contidas, e não sendo contrário à inclinação natural delas, nelas indelevelmente se conserva” [...]. Ora, quando tiverdes visto todas essas experiências, e como esses movimentos, ainda que acidentais e adventícios, mostram-se exatamente iguais tanto quando o navio se mova quanto se ele está parado, não deixareis toda dúvida de que o mesmo deva acontecer a respeito do globo terrestre, sempre que o ar acompanhe o globo? E tanto mais, quanto aquele movimento universal, que no navio é acidental, nós o vemos, na Terra e nas coisas terrestres, como seu natural e próprio. Acrescentai mais, que, no navio, ainda que cem vezes o tenhamos posto em movimento e o façamos estar parado, nem por isso pudemos aprender a conhecer das coisas internas aquilo que ele faz: como será possível conhecer isso na Terra, a qual a temos tido sempre em um mesmo estado? (EN, 6, p. 548-9).

Nesta passagem da carta a Ingoli, se não utilizamos um conceito tão preciso como o de *sistema inercial*, no qual temos uma indistinguibilidade entre o repouso e o movimento retilíneo uniforme, mas um conceito mais amplo de sistema mecânico, no qual são indistinguíveis o repouso e o movimento uniforme, podemos considerar que Galileu está afirmando que assim como o navio é o sistema mecânico de todas as coisas que fazem parte do navio e que participam de seu estado (repouso ou movimento uniforme), assim também a Terra é o sistema mecânico de todas as coisas que estão nela e participam de seu estado, de modo que os observadores que pertençam a esses sistemas não podem distinguir, com base em experiências realizadas no interior dos sistemas, entre o repouso e o movimento uniforme do sistema. Mas essa passagem da carta a Ingoli permite esclarecer um interessante ponto da estratégia argumentativa que Galileu empregará mais tarde no *Diálogo*. Na carta, a analogia negativa – isto é, o fato de que os movimentos do navio são acidentais e adventícios e o movimento diurno da Terra é natural e próprio – serve ao propósito de reforçar a conclusão da indiscernibilidade entre movimento e repouso a partir do conhecimento “das coisas internas” a ambos sistemas. Entretanto, no *Diálogo*, a analogia negativa é introduzida (cf. Galilei, 2004, p. 167-8), aparentemente, para desqualificar o experimento do navio, que, como

vimos acima, era proposto por Simplicio como evidência favorável à tese da imobilidade terrestre (cf. Mariconda, 2004b, p.648-9, nota 75). Ao fazer isso, Galileu dava a impressão de estar usando um subterfúgio para diminuir a força do experimento – ou, como ele mesmo diz, “sua força de ilação” – contra a possibilidade de composição dos movimentos. Percebe-se agora, com base na passagem da carta, que Galileu deixa, no *Diálogo*, subentendido e, por assim dizer, nas entrelinhas um importante passo de sua argumentação, a saber, que, se a relatividade e a composição valem mesmo para o caso do navio, no qual os movimentos são acidentais e adventícios, então, a fortiori, eles valem para o caso da Terra, cujo movimento corresponde a um estado natural e próprio.

Há um último aspecto da carta de Galileu a Ingoli que merece ser mencionado. Ela é um dos documentos, juntamente com as indicações do censor frei Ricardi, que comprova que o título original do *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo* era, como se pode ler ao final da carta (cf. EN, 6, p. 561), *Discurso do fluxo e refluxo do mar*. Mas disto, tratarei em outra oportunidade, pois o que foi dito até aqui é suficiente para mostrar a importância dos dois documentos, cujas traduções publicamos a seguir. ☛

Pablo RUBÉN MARICONDA

Professor Associado do Departamento de Filosofia,  
Universidade de São Paulo.  
ariconda@usp.br

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTÓTELES. *Traité du ciel*. Trad. de J. Tricot. Paris: Vrin, 1949. (*De caelo*)
- BANFI, A. *Vita di Galileo Galilei*. Milano: Feltrinelli, 1979. Cap. 7: La nuova affermazione copernicana come sintesi scientifica.
- BRUNO, G. La cena de le ceneri. In: HERSANT, Y. & ORDINE, N. (Ed.). *Oeuvres complètes de Giordano Bruno*. Textos estabelecidos por G. Aquilecchia. Paris: Les Belles Lettres, 1995. v. 2.
- CLAVELIN, M. *La philosophie naturelle de Galilée*. Paris: Albin Michel, 1996.
- COPÉRNICO, N. *As revoluções dos orbes celestes*. Trad. de A. D. Gomes & G. Domingues. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984.
- DRAKE, S. *Galileo. Una biografia scientifica*. Bologna: Il Mulino, 1988. Cap. 16: 1624-1626.
- DUHEM, P. *Le système du monde*. Paris: Hermann, 1988. 10 v.
- FAVARO, A. (Ed.). *Edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei*. Firenze: Barbèra Editore, 1929-1933. 20 v. (EN)
- FINOCCHIARO, M. A. *Galileo on the world systems*. Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press, 1997.



- GALILEI, G. Lettera a Francesco Ingoli. In: FAVARO, A. (Ed.). *Edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei*. Firenze: Barbèra Editore, 1933. v. 6, p. 509-61.
- \_\_\_\_\_. *Dialogue on the great world systems*. Trad. e notas de G. de Santillana. Chicago: University of Chicago Press, 1953.
- \_\_\_\_\_. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. Trad., introd. e notas de P. R. Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial/Imprensa Oficial, 2004.
- GEYMONAT, L. *Galileo Galilei*. Torino: Einaudi, 1984. Cap. 7: Il manifesto copernicano.
- HERSANT, Y. & ORDINE, N. (Ed.). *Oeuvres complètes de Giordano Bruno*. Textos estabelecidos por G. Aquilecchia. Paris: Les Belles Lettres, 1994-2000. 7 v.
- INGOLI, F. De situ et quiete Terrae contra Copernici systema disputatio. In: FAVARO, A. (Ed.). *Edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei*. Firenze: Barbèra Editore, 1933. v. 5, p. 397-412.
- KOYRÉ, A. *Études galiléennes*. Paris: Hermann, 1966.
- \_\_\_\_\_. *Études d'histoire de la pensée scientifique*. Paris: Gallimard, 1973.
- MARICONDA, P. R. Lógica, experiência e autoridade na carta de 15 de setembro de 1640 de Galileu a Liceti. *Scientiae Studia*, 1, 1, p. 63-73, 2003.
- \_\_\_\_\_. Introdução. O Diálogo e a condenação. In: GALILEI, G. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. Trad., introd. e notas de P. R. Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial/Imprensa Oficial, 2004. p. 15-70.
- \_\_\_\_\_. Notas ao Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo. In: GALILEI, G. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. Trad., introd. e notas de P. R. Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial/Imprensa Oficial, 2004. p. 549-841.
- MARTINS, R. de A. Galileu e o princípio da relatividade. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 9, p. 69-86, 1986.
- McMULLIN, E. (Ed.). *Galileo. Man of science*. New Jersey: Scholar's Bookshelf, 1988.
- SETTLE, T. An experiment in the history of science. *Science*, 133, p. 19-23, 1961.
- \_\_\_\_\_. Galileo's use of experiment as a tool of investigation. In: McMULLIN, E. (Ed.). *Galileo. Man of science*. New Jersey: Scholar's Bookshelf, 1988. p. 315-37.
- SHAPER, D. *Galileo: a philosophical study*. Chicago: University of Chicago Press, 1974.
- SHARRATT, M. *Galileo. Decisive innovator*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- SHEA, W. *La révolution galiléenne*. Paris: Seuil, 1992.



**Palácio da *Sacra Congregatio de Propaganda Fide* (ao centro) na *Piazza di Spagna*, Roma, em gravura do século XVII. Francesco Ingoli era o secretário dessa prestigiosa instituição contra-reformista.**