

# 4

## Galileu e as cartas sobre as manchas solares: a experiência telescópica contra a inalterabilidade celeste

**Marcelo Moschetti**

Mestre em Filosofia pela UNICAMP, Professor do Depto. de Filosofia da Universidade Estadual do Centro-Oeste. E-mail: moschettibr@yahoo.com.

**Resumo.** O primeiro grupo de observações celestes feitas por Galileu com o auxílio do telescópio foi publicado no *Sidereus nuncius* em 1610. Nessa obra, ele trata da irregularidade do relevo lunar, dos satélites de Júpiter e da possibilidade de observar estrelas invisíveis a olho nu. Outro grupo de observações referentes, principalmente, às manchas solares, que constitui a maior evidência empírica de alterações no mundo supra-lunar, está contido em três cartas de Galileu a Marco Welser, publicadas com o nome de *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari* em 1613. Na obra, em polêmica com Christoph Scheiner, o autor apresenta, além do assunto descrito no título e de outras observações telescópicas, alguns indícios de suas concepções físicas, cosmológicas e epistemológicas mais gerais, como, por exemplo, a conservação do movimento, a disposição e o comportamento dos astros e a necessidade da matemática no estudo da natureza, proporcionando uma primeira apresentação de algumas idéias centrais do projeto galileano.

**Palavras-chave:** Manchas solares – Cosmologia – Astronomia - Filosofia da natureza – Galileu.

**Abstract.** The first series of celestial observations performed by Galileo using the telescope was published in the *Sidereus nuncius* in 1610. In that work, he deals with the irregularity of the moon's relief, with Jupiter's satellites and the possibility of observing stars that couldn't be seen with naked eye. Another series of observations, mainly related to the sunspots, which constitutes the greatest empirical evidence for changes in the world beyond the moon, is found in three letters sent to Marco Welser and published under the name *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari* in 1613. In the work, discussing with Christoph Scheiner, the author presents, besides the issue mentioned in the title and other telescopic observations, some clues to his more general physical, cosmological and epistemological conceptions, as, for example, conservation of motion, arrangement and behavior of the celestial bodies and the need for mathematics in the study of nature, providing a first presentation of some main ideas in the galilean project.

**Keywords:** Solar spots – Cosmology – Astronomy - Philosophy of nature – Galileo.

## INTRODUÇÃO

Desde a divulgação do modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico, sua aceitação como a descrição verdadeira do universo implicava o abandono do conjunto da física aristotélica. Entre os princípios mais fundamentais da cosmologia aristotélica estavam: a idéia de que no céu não existe qualquer tipo de mudança além do eterno movimento circular; e a localização da Terra, onde as mudanças acontecem, no centro do cosmo. Segundo Copérnico, a Terra se move através do céu com todas as alterações que nela verificamos cotidianamente. Dessa maneira, não era possível defender Copérnico e, ao mesmo tempo, manter a distinção entre a Terra alterável e o céu inalterável. Por isso, não é espantoso que os copernicanos recebessem com satisfação qualquer evidência que causasse problema a tais princípios. Entre essas evidências contrárias destacam-se as manchas solares, devido principalmente à possibilidade de se fazer essas observações a qualquer momento, sem a necessidade de aguardar o surgimento de algo inusitado como os cometas e as “novas” de 1572 e 1604. Os cometas e as “novas” certamente estavam entre as evidências que levaram Tycho, Kepler e o próprio Galileu a recusar a inalterabilidade celeste. Ainda assim, sua ocorrência eventual e sua aparente independência de outros eventos astronômicos levaram a interpretações dúbias por parte dos astrônomos. Tycho, por exemplo, os considerava “milagres” e “portentos miraculosos”, ou seja, eventos que ocorrem à margem das leis naturais, fruto da onipotência divina e com sentido de mensagem aos homens. A posição dúbia de Tycho pode ser expressa em seus próprios termos: “deveria antes ser considerado um portento miraculoso que tal nascimento ocorra nos céus, que são compostos do mais sutil, mais translúcido dos elementos” (BRAHE, 1979, p. 133). Essa passagem tampouco indica Tycho como um defensor da inalterabilidade celeste. No mesmo texto ele diz que “esse milagre [a nova de 1572] tornou necessário para nós o abandono

da opinião de Aristóteles e a aceitação de outra: que algo novo também pode surgir nos céus” (BRAHE, 1979, p. 133). Diante dessa dificuldade, algo de ocorrência cotidiana como as manchas solares significava um tipo de evidência muito mais confiável e persuasivo.

Há registros históricos da observação a olho nu de manchas no Sol. Tais registros não são abundantes, já que só manchas extremamente grandes podem ser vistas sem o telescópio e a ocorrência de manchas com tal magnitude é raríssima. Entretanto, é necessário ressaltar que para que uma observação das manchas solares tivesse a relevância que teve a de Galileu, ela deveria estar presente no contexto da negação da cosmologia aristotélica, e ainda, para ser conclusiva, dependeria de um programa de observações cuidadoso como o galileano, de modo a descartar outras possibilidades. O ocidente medieval interpretou as manchas como a passagem de Mercúrio ou Vênus sobre o disco solar (cf. VAN HELDEN, 1996, p. 359). Por isso, essas primeiras observações não tiveram quaisquer implicações cosmológicas, pois a passagem de tais planetas diante do Sol, de qualquer modo, não implicava em nenhuma conclusão extraordinária. Kepler, em 1609, na obra *Phaenomenon singulare seu mercurius in sole*, divulgou sua observação de manchas sobre o disco solar através de um dispositivo de câmera escura, e interpretou o fenômeno como sendo o trânsito de Mercúrio.<sup>1</sup>

Em julho de 1610, em seguida à publicação do *Sidereus nuncius* – no qual apresentou suas primeiras observações telescópicas da Lua, dos satélites de Júpiter e de estrelas que não podiam ser vistas a olho nu – Galileu apontou sua luneta para o Sol e observou as referidas manchas. Tomadas isoladamente, elas surgiam, desapareciam, mudavam de forma, juntavam-se e separavam-se, de maneira desordenada. Concomitantemente, as mesmas moviam-se em conjunto, regular e continuamente, de um lado para outro do disco solar. Na mesma época, um holandês chamado J. Fabricius (1577-1615) também observou o fenômeno, assim como o padre jesuíta

Christoph Scheiner (1575-1650).<sup>2</sup> O holandês, que publicou suas observações em 1611, concluiu que as manchas eram contíguas ao corpo solar e que seu movimento conjunto evidenciava a rotação do astro sobre si mesmo como Galileu concluiria (cf. DAME, 1966, p. 316). Scheiner, por outro lado, não “viu” o mesmo que Galileu e Fabricius, e publicou, em janeiro de 1612, três cartas enviadas a Marco Welser, nas quais descrevia suas observações.<sup>3</sup> Welser escreveu a Galileu informando sobre a publicação de Scheiner e pedindo seu parecer (cf. EN, XI, p. 257).<sup>4</sup> Seguiu-se a polêmica entre Galileu e Scheiner mediada por Welser, o destinatário das cartas de ambos os autores sobre o tema, que incluiu três cartas de Galileu e outras três cartas de Scheiner a Welser, também publicadas (em setembro de 1612).

Galileu já havia mencionado as manchas e suas primeiras impressões sobre elas no *Discurso acerca das coisas que estão sobre a água e que nela se movem* (1612) quando, em 1613, publicou suas três cartas a Welser com o nome de *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari* em duas versões: uma delas incluía as duas publicações anteriores de Scheiner. Este último defendia que as manchas eram formadas pela agregação de inúmeros planetas que orbitavam o Sol e, devido à sua interposição entre o Sol e o observador terrestre, a superfície solar nos aparecia manchada. Movimentos de corpos celestes ao redor de diversos centros não eram problema para Scheiner, como mostra sua opinião sobre as manchas solares e também sobre as luas de Júpiter. Ele não estava entre os que criticavam o copernicanismo pelo fato de a maioria dos astros circundar o Sol, enquanto o movimento da Lua seria ao redor da Terra. Deve-se notar também que sua hipótese o afastava daqueles que questionavam a validade das observações telescópicas. Para ele, o telescópio era mesmo um “sentido mais apurado”. É interessante notar, com Van Helden, que Scheiner “teve muito trabalho em demonstrar que as manchas solares não eram produto do olho, do telescópio ou do ar [...] [enquanto] Galileu tomou isso como garantido” (VAN

HELDEN, 1966, p. 373). Não era evidente, para muitos, nos primeiros anos de observação telescópica, que o instrumento fosse perfeitamente confiável na observação dos corpos celestes, daí o empenho do jesuíta em defender essa opinião.<sup>5</sup> A observação de Van Helden sobre Galileu tomar a validade do telescópio como garantida implica somente que, nas cartas galileanas sobre as manchas solares, o tema não é discutido, enquanto Scheiner põe isso em questão (e, de qualquer maneira, conclui que o instrumento é confiável). Embora tenha havido uma desconfiança inicial a respeito da confiabilidade do instrumento por parte de muitos, os registros dessa desconfiança não se estendem pelos anos seguintes.

A principal discordância entre Scheiner e Galileu era sobre a inalterabilidade do céu. O jesuíta dizia que as observações através do telescópio não comprovavam nenhuma alteração no céu. Segundo ele, as manchas eram formadas pela agregação de inúmeros planetas, todos circundando o Sol. O distanciamento dos mesmos e as diferenças entre suas velocidades de revolução seriam responsáveis pela dissolução, pelo movimento e pelas variações na figura das manchas. Não estariam surgindo e desaparecendo corpos no céu, sendo as aparentes alterações observadas nas manchas a consequência da interposição de planetinhas pequenos demais para que fossem observados isoladamente. A posição de Scheiner era uma curiosa e contraditória mistura das teses de Tycho Brahe com os elementos principais da cosmologia tradicional.<sup>6</sup> Vale lembrar que, para Tycho, estava comprovada a existência de geração e corrupção no céu desde suas observações da nova de 1572, enquanto Scheiner se desdobrou para manter a inalterabilidade celeste. Esta aceitação da astronomia tychônica, ao lado de princípios cosmológicos negados pelo próprio Tycho, levou Galileu a comparar Scheiner aos astrônomos ptolomaicos, que explicavam a astronomia e a cosmologia com modelos diversos e incompatíveis

Na primeira carta, Galileu comenta pontualmente as teses de Scheiner, propondo algumas hipóteses sem considerá-las demons-

tradas. Essas hipóteses seriam confirmadas na segunda carta. Embora incapaz de demonstrar a natureza das manchas, o autor apresenta sua contestação das teses tradicionalistas do adversário. Mesmo assim, sugere que, das coisas que se conhecia, as mais semelhantes às manchas solares eram as nuvens. Na segunda carta, Galileu oferece diversos argumentos, assim como desenhos que ilustravam suas cuidadosas observações e demonstrações geométricas, considerando certa a localização (principal motivo da controvérsia) das manchas na superfície solar. De fato, isso era necessário para contestar a tese de que se tratava de planetas. As duas primeiras cartas constituem uma certa unidade independente. Galileu já havia concluído a segunda carta quando foi comunicado sobre a segunda publicação de Scheiner. Em resposta, a última carta de Galileu apresenta mais argumentos e demonstrações, discorrendo também sobre outras observações telescópicas, como Saturno, Vênus e os satélites de Júpiter. Para a compreensão do pensamento de Galileu (o que, para muitos pesquisadores, equivale à compreensão da própria ciência), essas cartas são um momento privilegiado, pois, além de as manchas solares oferecerem um excelente argumento contra a cosmologia aristotélica, particularmente quanto à distinção entre céu e Terra, muitos outros temas galileanos importantes são abordados. Visto que se trata de compreender o pensamento galileano, as cartas de Galileu são analisadas e as referências a Scheiner são todas indiretas, ou seja, é ao Scheiner interpretado por Galileu, ao qual o astrônomo de Florença responde, que me refiro. Por isso, a análise das cartas de Scheiner não faz parte do presente estudo.

## 1. PRIMEIRA CARTA

Galileu introduz a controvérsia na primeira carta, de 4 de maio de 1612, destacando os (poucos) pontos em comum entre ele e Scheiner. Ambos concordam com a confiabilidade das observações

telescópicas, e também que as manchas não se encontram abaixo da esfera lunar. A concordância não ia além; e o restante da carta é a contestação das teses do jesuíta, a começar pela direção do movimento das manchas. Para Scheiner, elas se moviam de leste para oeste. De fato, quando observadas com o telescópio, é este o movimento que se vê. Galileu notou, entretanto, que elas só são observadas quando passam sobre a face do Sol que está voltada para nós. Assim, a afirmação de Scheiner estaria correta, desde que as manchas apenas passassem sobre o disco solar, e não estivessem circundando o astro. Mas ambos concordam que elas dão a volta ao Sol na mesma direção que os movimentos dos planetas, e, segundo Galileu, deve-se considerar a direção do movimento quando elas passam acima do Sol,<sup>7</sup> como se faz com os planetas. Por isso, seu movimento deve ser considerado de oeste para leste. Lembremos que, de acordo com a linguagem da época, derivada da cosmologia tradicional, as palavras acima e abaixo eram equivalentes a: mais próximo do centro da Terra e mais distante do centro da mesma.

Scheiner defendeu também que as manchas observadas no Sol eram mais escuras que aquelas vistas na Lua. Ora, as manchas da Lua, como Galileu já havia demonstrado no *Sidereus nuncius*, não eram formadas pela presença de qualquer corpo em sua superfície, mas apenas pela iluminação de sua superfície irregular. Dessa maneira, interessava ao jesuíta defender que elas eram diferentes das vistas no Sol, para reforçar sua conclusão de que as manchas solares seriam agregações de planetas, coisa completamente diversa e mais densa que simples sombras. Para Galileu, elas não eram da mesma natureza das observadas na Lua, mas também não poderiam ser mais escuras; pois a luz do Sol impede a visão da Lua, dos planetas e das estrelas fixas, e não o faz com as manchas. Para que elas não fossem ofuscadas pela luz solar, elas deveriam ser mais claras que as da Lua, pois quando esta surge durante o dia apenas suas partes mais iluminadas são vistas, enquanto as manchas escuras desaparecem. Segundo o sábio italiano, as manchas observadas

diante do disco solar apenas pareciam mais escuras, e isto seria devido ao contraste com o corpo intensamente luminoso do astro. Além disso, não é necessário que as manchas solares sejam de matéria densa e opaca como os planetas para obscurecer partes do Sol, pois a obscuridade de uma nuvem é suficiente para ocultar o brilho do disco solar.

Aproveitando para sugerir sua conclusão - de que as manchas se assemelhavam a nuvens - e para marcar sua posição de que os planetas eram feitos de matéria opaca, e não cristalina, como acreditavam os defensores da tradição, Galileu contestou Scheiner através do princípio segundo o qual os corpos mais escuros são vistos com maior dificuldade que os corpos mais claros, diante de iluminação intensa, sugerindo que a aparente obscuridade das manchas seria causada pelo contraste com o Sol.

O jesuíta acreditava que, da observação dos trânsitos de Vênus e Mercúrio sobre o disco solar, seria possível obter um argumento a mais em defesa da suposta existência de outros planetas ainda mais próximos do Sol, formando as manchas solares por agregação.

Como já se poderia esperar, Galileu não deixou de contestar ferozmente as conclusões finais apresentadas por Scheiner. Este último defendeu que havia determinado o lugar, o movimento e a substância das manchas. Para ele, as manchas estariam próximas do Sol, mas não junto a ele, porque, como demoram cerca de quinze dias para passar sobre o disco solar, se estivessem contíguas a ele as mesmas deveriam voltar a aparecer depois de mais quinze dias, o que não se observava. O argumento foi facilmente rebatido por Galileu, pois não é plausível esperar que as manchas, não permanentes, que surgem e desaparecem continuamente, provem alguma coisa com seu retorno depois de quinze dias. Sendo assim, mesmo que Galileu concedesse que as manchas eram provisoriamente formadas pela agregação de planetas, como pretendia Scheiner, não se poderia extrair tal conclusão. Só se poderia resolver essa questão a partir do retorno das manchas, se elas fossem



permanentes. O jesuíta defendia, para manter a inalterabilidade do Sol - e, por consequência, do céu - que a saída era considerá-las múltiplos planetas e, portanto, não poderia localizar as manchas na superfície do mesmo.

Scheiner já havia proposto que as órbitas de Vênus e Mercúrio seriam “acima” ou “abaixo” do Sol. Depois, situou as mesmas órbitas ao redor do Sol, colocando as manchas entre as esferas da Lua e do Sol. Essa visão contraditória, que confundia o modelo tradicional e o modelo misto de Brahe, comum entre os jesuítas do início do século XVII, rendeu, nesta primeira carta de Galileu, uma discussão sobre a realidade das hipóteses astronômicas, que culmina com sua distinção entre astrônomo puro e astrônomo filósofo. Para ele, o primeiro pretende “salvar de qualquer maneira as aparências”, enquanto o segundo trata de

investigar como problema máximo, e digno de admiração, a verdadeira constituição do universo, porque tal constituição é, e é de um único modo, verdadeira, real, e impossível de ser diferente e, pela sua grandeza e nobreza, digna de prioridade sobre qualquer outra sábia questão dos engenhos especulativos (EN., V, p. 102).

Entretanto, voltando ao problema central da localização das manchas, Scheiner situou suas manchas-planetadas na esfera do Sol, alegando que não poderiam estar nas esferas de Vênus e de Mercúrio porque, nesse caso, seriam carregadas por elas, e não apresentariam o movimento próprio observado. Diante disso, não é difícil perceber que o problema, para o jesuíta, se colocava em termos nitidamente aristotélicos: se as manchas eram planetas, deveriam estar em alguma esfera. Galileu, mantendo ironicamente os mesmos termos tradicionalistas, como se não tivesse acabado de se posicionar contra a existência das esferas, explicitou a clara contradição dessa proposta, pois o mesmo argumento que deveria mostrar que as manchas não estão nas esferas de Vênus e Mercúrio,

também impediria que estivessem na esfera do Sol. Galileu o reverteu contra Scheiner - se estivessem na esfera do astro, acompanhando seu movimento ao redor da Terra, também não apresentariam movimento próprio; é mais plausível, segundo o argumento acima descrito, que estivessem sobre a superfície do Sol, acompanhando a rotação deste sobre seu próprio eixo.

Além disso, se as manchas fossem planetas girando ao redor do Sol, apresentariam fases, como a Lua e Vênus, e sua velocidade, ao atravessar o disco solar, deveria ser constante, o que não se observa. Na verdade Galileu já havia observado alguns fenômenos que denunciavam a contigüidade das manchas ao Sol (descritos através de desenhos), como uma mancha, próxima da borda do disco solar, dividindo-se em duas ao se aproximar do centro e voltando a parecer uma só após se afastar do centro (Fig.1). Tudo indica que eram duas manchas o tempo todo, mas pareciam ser uma por estarem sobre uma superfície esférica, e apresentarem-se ao observador terrestre praticamente sobrepostas. Para Galileu, tais questões seriam esclarecidas após a observação de uma mancha desde o momento em que ela surge de um lado do Sol até o momento em que ela desaparece do outro lado, verificando sua forma, a variação de sua velocidade e sua relação com outras manchas. Ou seja, mais observações possibilitariam resolver o problema de sua localização. Veremos, por ocasião da segunda carta, que essas observações constituíram um programa cuidadosamente planejado e executado.



Fig. 1 (Ed. Naz., V, p.107)

Quanto à pretensão do jesuíta de haver descoberto algo sobre a essência das manchas, Galileu foi bem menos otimista. O primeiro disse que não poderiam ser cometas ou nuvens, mas que eram estrelas (a palavra latina *stella* designava tanto estrelas fixas quanto estrelas errantes – planetas, o que é o caso) girando ao redor do Sol. O segundo não foi tão longe: disse que se a Terra fosse um corpo luminoso, como o Sol, então as nuvens terrestres, vistas de longe, pareceriam exatamente como as manchas no Sol. Outras coisas causariam o mesmo efeito, como vapores, exalações ou fumaça. Mas Galileu não acreditava poder conhecer com absoluta certeza a natureza das manchas. Vale esclarecer que, para ele, apenas as afecções das coisas poderiam ser conhecidas, como seu tamanho ou sua figura, sendo a essência impossível de captar.

Mesmo abrindo mão do conhecimento da essência das manchas, o italiano era capaz de dizer o que elas não eram: planetas ou estrelas. Não podiam ser estrelas fixas porque não eram fixas. Estrelas errantes (planetas) também não poderiam ser, pois a figura destas é sempre esférica, e planetas são corpos opacos, mais densos que a substância celeste, e sua face voltada para o Sol se ilumina, enquanto na oposta se produz uma sombra profunda, como comprovam as observações telescópicas de Vênus. As manchas, além de não apresentarem essas características, passam sobre o disco solar surgindo, desaparecendo, mudando de figura, coisas impossíveis para um planeta.

Scheiner ainda tentou fazer uma analogia com as luas de Júpiter ou com os “filhos” de Saturno,<sup>8</sup> a qual fracassou devido à falta de familiaridade com o problema das luas jupiterianas. Ele acreditava que os quatro satélites de Júpiter estariam se movendo em conjunto, em uma única esfera, de maneira semelhante à das manchas solares. O que ele não havia notado é que os satélites circundam Júpiter com períodos diferentes, e descrevem círculos de tamanhos diferentes, o que invalida a analogia.

Reconhecendo nas teses de seu adversário uma tentativa de

adaptar o fenômeno à cosmologia dominante, em detrimento do testemunho da natureza, Galileu descreveu a atitude epistemológica de Scheiner da seguinte maneira: para ele, “é melhor errar universalmente [com o conjunto] do que ser particular discorrendo corretamente[sobre as partes]” (EN, V, p. 95). De fato, é isso que se vê no argumento de Scheiner que pretende demonstrar que as manchas não estão no corpo do Sol. Para manter a inalterabilidade (equivocada) do Sol e de todo o céu, o jesuíta empenhou-se em separar as manchas da superfície solar. Para Scheiner, as manchas (que surgiam, desapareciam, se agregavam e desagregavam) não poderiam estar no Sol por ser este “lucidíssimo e puríssimo”. Ora, isso é pressupor de antemão o que se queria demonstrar. Através da clássica “petição de princípio”, Galileu mostrou a circularidade do argumento de seu adversário: este supunha que as manchas, provas de alteração, não estavam no Sol por ser o mesmo inalterável, para disso concluir que não há alteração no astro.

A disputa sobre a possibilidade de se conhecer a essência das manchas solares evidencia uma das mais importantes diferenças entre Galileu e seus opositores tradicionalistas: enquanto Scheiner pretende descrever a essência das manchas, Galileu não acredita que ela seja acessível para nós. Para ele, apenas **afecções** – lugar, figura, movimento, grandeza, opacidade, mutabilidade, produção, dissolução – podem ser observadas e conhecidas. Entre as afecções, aquelas quantificáveis (futuramente chamadas por outros filósofos de “qualidades secundárias”) são as que realmente permitem o conhecimento da natureza. Além disso, como pretender conhecer a essência das coisas celestes se isso não se conseguia nem com as terrestres? Diz Galileu:

[...] não poderia crer que fosse digno de qualquer censura o filósofo que confessasse não saber, e não ser capaz de saber, qual seja a matéria das manchas solares” (EN, V, 106).

Limitando o conhecimento humano a afecções de natureza geométrica, Galileu abre mão da pretensão de conhecer a essência das coisas. Por outro lado, limitar o conhecimento àquilo que é geométrico significa um passo fundamental na negação de uma teoria física qualitativa em favor de uma teoria quantitativa da natureza. Essa afirmação mais epistemológica é abundantemente exemplificada nos escritos galileanos, e as cartas ora estudadas não são uma exceção.

No fim da primeira carta, Galileu anuncia um novo método de observação do Sol, desenvolvido por seu discípulo Benedetto Castelli (1578-1643), que permitia observações muito mais precisas e impedia que se ferissem os olhos na observação. Esse método só será descrito na segunda carta e consiste na projeção do disco solar, através do telescópio, em uma folha, na qual bastava que se desenhasse por cima da imagem projetada, invertendo a posição, para que se conseguissem as imagens do Sol. Isso foi de fundamental importância nas observações das manchas, pois permitia a observação do fenômeno por um longo período, além da obtenção de um desenho muito mais fiel das manchas solares.

No mês seguinte ao envio da primeira carta, Galileu já se demonstrava convicto, enviando a Matteo Barberini (1568-1644), futuro papa Urbano VIII, alguns desenhos de suas observações e a afirmação categórica de suas conclusões, a saber, a contigüidade das manchas ao corpo solar, a rotação do Sol sobre si mesmo, a semelhança do fenômeno com as nuvens e, finalmente, o “juízo final” da filosofia peripatética: “com a mutabilidade, corrupção e geração até da mais excelente substância do céu, tal doutrina mostra a corrupção e a mutação, mas não sem esperança de regenerar-se *in melius*” (EN, XI, p. 311). Pouco depois, escreve a Paolo Gualdo (1553-1621) que as manchas solares e suas outras descobertas não eram fenômenos passageiros como as novas de 1572 e 1604 ou os cometas, mas evidências muito mais definitivas: poderiam sempre ser observadas (EN, XI, p. 326-7).

## 2. SEGUNDA CARTA

Com um tom vitorioso, a segunda carta a Welser, de 14 de agosto de 1612, apresenta principalmente as observações de Galileu, com demonstrações geométricas da contigüidade das manchas ao corpo solar baseadas em desenhos feitos com o método de Castelli. Tais desenhos são numerosos e minuciosos, feitos em dias consecutivos à mesma hora e com o cuidado de registrar inclusive quando a observação não foi possível, devido à interposição de nuvens. Scheiner também havia feito desenhos, tecnicamente muito inferiores aos de Galileu, somando-se a isso o cuidado de Galileu com a parte gráfica, no momento da publicação (cf. Van Helden, 1996, p. 378-9). Van Helden nota acertadamente a importância das imagens nas obras de Galileu que descrevem suas observações telescópicas. No caso das manchas solares, isso é ainda mais evidente, pois temos outra descrição pictórica do fenômeno, a de Scheiner. Os desenhos deste último, de qualidade inferior, estão mais próximos das representações esquemáticas do céu feitas anteriormente.

Os reduzidos desenhos de Scheiner (Fig. 2) facilitavam a interpretação das manchas como satélites solares, e apresentavam uma clara deficiência metodológica. A direção da faixa que elas ocupavam sobre o disco solar mostra que não houve, da parte do jesuíta, a preocupação de observar o fenômeno no mesmo horário, diariamente, como fez Galileu, e nem ao menos de reproduzir as representações no mesmo sentido, o que facilitaria a visualização do fenômeno (Fig. 3).<sup>9</sup> Assim, Galileu procede segundo um método mais adequado e, além disso, faz desenhos muito mais próximos do que o telescópio mostra.

Marco Welser pretendia publicar as cartas de Galileu com o tamanho dos desenhos reduzido, provavelmente devido às dificuldades técnicas da impressão de figuras, mas os editores italianos perceberam a importância de reproduzi-los com o mesmo tama-

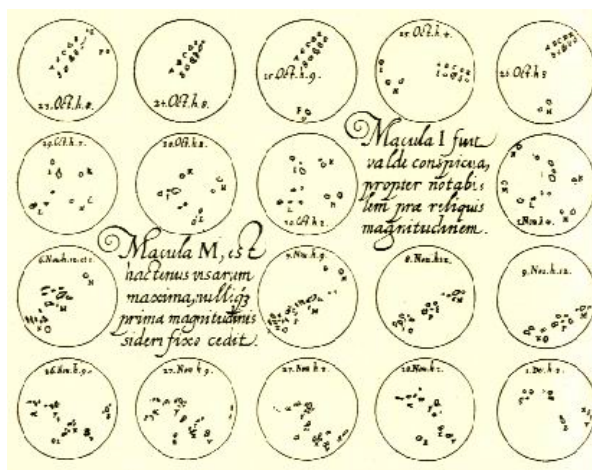


Fig. 2 (Ed. Naz., V, p. 32)

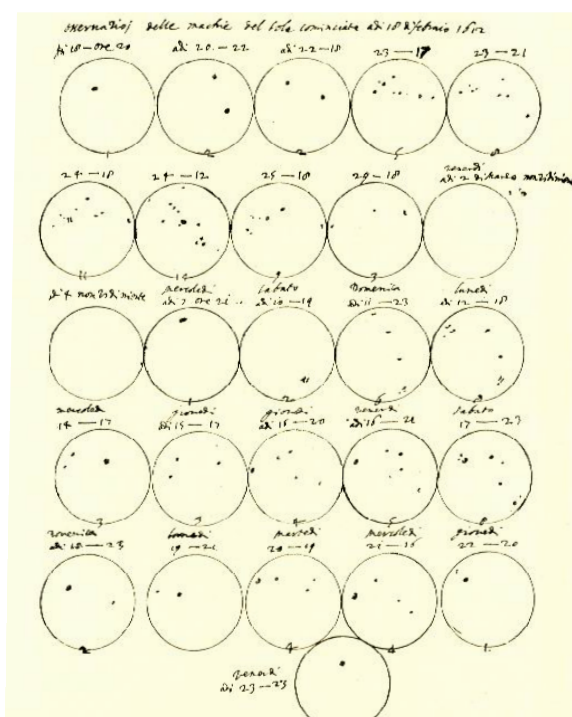


Fig. 3 (Ed. Naz., XI, p. 288)

nho com o qual Galileu os havia feito (de página inteira), e chegaram a submeter a fidelidade da impressão dos desenhos originais à supervisão do pintor Cigoli (Fig. 4).<sup>10</sup>

A segunda carta trata fundamentalmente da localização das manchas em relação ao corpo do Sol, apresentando tais desenhos e demonstrações geométricas introduzidos com ilustrações das conclusões de Galileu, a saber:

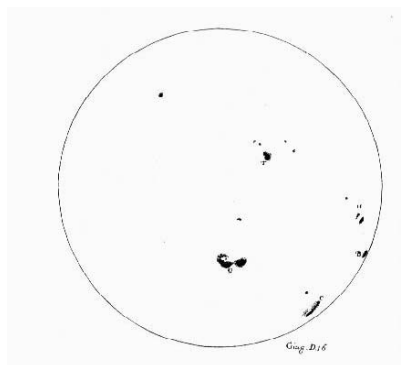


Fig. 4 (Ed. Naz., V, p.158)

- *as manchas estão contíguas ao Sol ou separadas dele por uma distância imperceptível;*
- *não são estrelas nem nada permanente, mas alteram-se continuamente, sendo umas mais duradouras e outras menos;*
- *sua figura é bastante irregular; elas unem-se e se separam ao acaso;*
- *apresentam um único movimento universal e uniforme em linhas paralelas;*
- *o Sol é perfeitamente esférico;*
- *o astro gira sobre si mesmo em aproximadamente um mês lunar, de oeste para leste, como os planetas.*

Galileu ressaltou ainda um fato que o intrigou, mas não foi resolvido por ele. As manchas se concentram em uma faixa entre 28° ou 29° ao norte e ao sul do equador solar. Exceto por esse fato, todas as outras conclusões são, na verdade, confirmações do que ele próprio já havia concluído na primeira carta. Ainda assim, não deixam de ter importância fundamental. Na primeira carta, o autor havia declarado a necessidade de realizar mais observações, de modo a apresentar conclusões melhor fundamentadas. Lembremos



de sua afirmação sobre não poder ainda confirmar suas conjecturas, mas estar em condição de contestar as de Scheiner. Mesmo que as teses do autor já estivessem todas presentes na primeira carta, faz-se necessária uma análise da segunda carta, uma vez que o objeto deste artigo é a argumentação anti-aristotélica de Galileu. A mesma também mostra o que Galileu pôde conhecer a partir da reflexão geométrica sobre as afecções quantificáveis observadas nas manchas solares.

Como já foi dito, trata-se de saber se as manchas eram planetas ou não. Assim, a questão de maior destaque era a sua localização, algo que o raciocínio geométrico a partir das observações é capaz de resolver:

[...] determinamos no globo do Sol os pólos, os círculos, o comprimento e a largura, conforme os encontramos na esfera celeste. Por isso, então, se o Sol girar ao redor de si mesmo, e possuir superfície esférica, os dois pontos estáveis serão chamados pólos, e todos os outros pontos de sua superfície descreverão trajetórias circulares paralelas entre si, maiores ou menores segundo a maior ou menor distância dos pólos [...] (EN, V, 118).

Após considerar as conseqüências geométricas da hipótese do Sol como uma esfera em rotação, as imagens obtidas das manchas podem ser melhor compreendidas. O objetivo de Galileu era provar que elas estavam contíguas ao corpo do Sol. Por isso, descreveu, com a ajuda de numerosos e detalhados desenhos, o que viu:

- *no centro do disco solar as manchas se mostram mais largas, e estreitam-se gradualmente ao aproximarem-se da periferia;*
- *a velocidade com que a maioria das manchas atravessa o disco solar é variável, mas de variação regular (mais rápidas no centro que na periferia);*
- *o espaço entre duas manchas situadas no mesmo paralelo aumenta próximo ao centro e diminui ao afastar-se dele.*

Essas três características das imagens reproduzidas nos desenhos mostram algumas coisas: que o Sol é perfeitamente esférico, que as manchas o circundam com movimento regular e, principalmente, que estão contíguas ao Sol, ou separadas dele por uma distância imperceptível. É um problema de perspectiva: se elas fossem planetas, ou seja, estivessem separadas do Sol, girando ao seu redor, passariam sobre ele com velocidade uniforme, com distância regular entre uma e outra, e seu tamanho não apresentaria essa variação tão regular, ou seja, mais largas ao passar pelo centro e mais estreitas na periferia.

A exposição das observações é acompanhada da prova geométrica de sua contigüidade ao Sol. Inicialmente Galileu considera os raios solares paralelos, dada a grande distância entre a Terra e o Sol. Depois considera duas manchas situadas no mesmo paralelo, destacando, nas observações registradas, a distância real entre as manchas e a distância aparente, observada da Terra. Claramente se vê que, no centro do disco solar a distância aparente entre as manchas é a distância real. Nas outras posições, as duas (a distância real e a aparente) são diferentes. Com base nessa demonstração, o autor calcula o que seria observado se a distância entre as manchas e o Sol fosse a centésima parte do diâmetro do Sol, mostrando que essa distância, de acordo com suas observações, deveria ser muito menor que a centésima parte do diâmetro do Sol. Outra observação que fortalece essa tese é a da distância permanente entre duas manchas situadas no mesmo meridiano.

Quanto ao que seriam as manchas, Galileu retomou os desenhos para ressaltar a irregularidade das mutações observadas, e o fato de que as maiores são mais duradouras. Tudo levava a crer que as mais duradouras reapareceriam após passarem por trás do Sol, embora Galileu não declarasse isso provado. Segundo ele, é certo que as manchas são de matéria tênue como as nuvens, e estão no Sol ou muito próximas dele, todas em uma mesma esfera. Mas se elas estivessem em uma esfera tão próxima do Sol, porque o

mesmo não seria carregado por ela também, se se diz que as esferas carregam os planetas? E ainda, se a substância das manchas é tênue como a das nuvens, como atestam sua irregularidade e suas constantes alterações, elas também não poderiam comunicar seu movimento ao Sol, e nem apresentariam um movimento constante e regular. Galileu optou por abolir a idéia das esferas, e viu o próprio Sol em movimento. Colocando as manchas no próprio Sol, pôde contestar a inalterabilidade do céu (se, como dizia Aristóteles, o céu fosse inalterável, tais fenômenos não se verificariam).

Ao fim da carta, Galileu investe contra Aristóteles, que dava tanto valor à experiência sensível, que exigia uma prova da alteração no céu. Agora, Galileu podia dar seu grito de vitória. Não eram mais estrelas novas e cometas, em regiões supostamente menos nobres do céu:

[...] finalmente descobri naquela parte do céu, meritoriamente a mais pura, [...] na face do próprio Sol, produzir-se continuamente, e dissolver-se em pouco tempo, uma quantidade inumerável de matéria escura e densa[...] (EN, V, p. 140).

A segunda carta apresenta as justificativas de Galileu para a grande evidência empírica obtida por ele sobre a alterabilidade do Sol a partir de um programa de observações cuidadosamente planejado e executado, bem como a articulação das conclusões com algumas das principais teses galileanas. Dessa maneira, o golpe do autor atinge não só as teses de Scheiner, mas principalmente o cosmo hierárquico da tradição. Com isso, para Galileu, a questão teria sido considerada resolvida ao final da segunda carta. Foi necessária uma terceira, diante de um novo pronunciamento do jesuíta, que Welser enviara a Galileu pedindo-lhe mais uma vez o parecer. Scheiner apresentava, nessa carta, objeções à primeira carta de Galileu (o jesuíta não sabia italiano, e só se havia traduzido até então a primeira carta), e comentários sobre as outras observações telescópicas de Galileu.

### 3. TERCEIRA CARTA

Em sua resposta de 1º de dezembro de 1612, Galileu inicia lembrando a pretensão de Scheiner de conhecer a essência das manchas solares, e fazendo mais um dos “manifestos epistemológicos” que estão dispersos por toda a obra galileana e que apresentam considerável beleza literária e poder de persuasão:

[...] ou queremos tentar através da especulação penetrar a essência verdadeira e intrínseca das substâncias naturais, ou nos contentamos com o conhecimento de algumas de suas afecções. Buscar a essência, tenho-na como uma empresa não menos impossível e não menos vã nas próximas substâncias elementares que nas remotíssimas e celestes. E a mim pareço ignorar igualmente as substâncias da Terra e da Lua, as nuvens elementares e as manchas do Sol. [...] E se, questionando eu qual seja a substância das nuvens, forme dito que é um vapor úmido, novamente desejarei saber o que é vapor; será porventura ensinado a mim que o vapor é água, atenuada em virtude do calor, e nele transformada; mas eu, igualmente duvidoso do que seja a água, buscando-o, finalmente compreenderei ser o corpo fluido que escorre pelos riachos e que continuamente manejamos e tratamos: mas tal notícia sobre a água é somente mais próxima e dependente de mais sentidos, mas não mais intrínseca que aquela que eu antes tinha a respeito das nuvens[...] (EN, V, 187).

Galileu afirma não ser capaz de conhecer a essência das coisas, mas apenas “algumas de suas afecções, como o lugar, o movimento, a figura, a magnitude, a opacidade, a mutabilidade, a produção e a dissolução” (EN, V, p. 188). Mais adiante, contesta o princípio de autoridade, tão utilizado por Scheiner, em particular nesse novo pronunciamento. Scheiner procede “como se este grande livro do mundo não tivesse sido escrito pela natureza para ser lido por outro senão Aristóteles” (EN, V, p. 190). Essa referência ao livro da natureza está presente, por exemplo, no sexto parágrafo de *O Ensaíador* (1623), e também em outros textos galileanos cronologi-

camente mais próximos da data de publicação das cartas: as também conhecidas cartas de Galileu a Benedetto Castelli e a Cristina de Lorena a respeito da controvérsia religiosa de 1615 e 1616. Após isso, Galileu comenta que Cigoli e outros pintores ririam de Arcimboldo, se este lhes dissesse que a única maneira de se representar a natureza seria através de flores, frutas e instrumentos agrícolas (cf. EN., V, p. 190-1). A crítica não estava dirigida apenas a Scheiner, mas também à ciência tradicional como um todo, pois seria absurdo supor que um único intérprete – Aristóteles – fosse autorizado a falar sobre a natureza.

O argumento principal do novo pronunciamento de Scheiner é uma observação, segundo a qual o tempo com que as manchas atravessam o Sol é desigual, sendo que as mais afastadas do equador solar atravessariam mais rapidamente o Sol. Galileu não leva em conta esse argumento de Scheiner, atribuindo o equívoco a uma falha nas observações.

A novidade na terceira carta é a resposta de Galileu aos comentários de Scheiner sobre as outras descobertas telescópicas. A discussão das semelhanças e diferenças entre a Terra e a Lua, que se encontra na primeira jornada do *Diálogo*, aparece nessa carta em sua versão preliminar. Scheiner e Galileu concordam que o relevo da Lua é irregular e que as suposições sobre habitantes na Lua são absurdas. A diferença básica entre suas posições era quanto à matéria da Lua. Para o jesuíta, não poderia haver devir na Lua, porque ela era composta de éter, o elemento imutável, inalterável etc. Para Galileu, ao contrário, estava demonstrado que havia devir nos corpos celestes, e justamente no mais nobre deles, o Sol; por outro lado, não havia motivo para supor que as coisas existentes na Lua fossem inteiramente semelhantes às nossas.

A grande evidência de semelhança entre a Terra e a Lua diz respeito à reflexão recíproca da luz. Para Scheiner, a Lua era um corpo transparente, e a Terra opaca, áspera e incapaz de refletir a luz. A opinião de Scheiner era compartilhada pela maior parte do

meio científico do início do século XVII, e estava relacionada com o que se acreditava ser a substância celeste: lucidíssima e perfeitíssima. Para Galileu, se a superfície da Lua fosse polida como um espelho, ela seria, na maior parte, invisível para nós. Por outro lado, comparando a iluminação da Lua, pelo Sol, durante o dia, com uma nuvem ou uma parede iluminada, descobre-se que o astro se ilumina como os últimos. Além disso, Galileu diz que é mais fácil ler um livro sob a luz refletida em uma parede que sob a luz refletida na Lua. O reflexo da luz do Sol na Terra, conforme visto da Lua, deve ser muito mais potente que o da Lua cheia visto da Terra. Por isso, a iluminação secundária da Lua não se deve, como pretendia Scheiner, à refração dos raios solares nela, mas à reflexão da luz do Sol na Terra. Para que a Lua fosse translúcida, como pretendia Scheiner, sua matéria deveria deixar passar muito mais luz que a das nuvens, pois estas são capazes de obscurecer completamente o Sol, e isto com os raios solares percorrendo uma distância muito menor que o diâmetro do astro. Ora, se a Lua fosse assim tão transparente, ela não poderia refletir a luz do Sol como faz, mas permaneceria sempre com uma iluminação bastante fraca e constante e o limite entre a parte iluminada e a parte escura do astro não poderia ser determinado. Como exemplo disso Galileu apresenta uma garrafa com líquido dentro. Se a matéria lunar fosse tão transparente, a ponto de permitir que a luz do Sol atravessasse todo o seu diâmetro, certamente as montanhas de sua superfície seriam invisíveis. Se o jesuíta estivesse certo, outros fenômenos também seriam observados, como o centro da Lua mais escuro que a periferia, na Lua nova, pois os raios luminosos percorreriam uma distância maior dentro da matéria lunar. Após estes argumentos, o autor conclui que

a opacidade e a aspereza da Lua, assim como a reflexão da luz do Sol na Terra, hipóteses verdadeiras e sensíveis, satisfazem com admirável facilidade e de maneira plena a todos os problemas particulares (EN, V, p. 225).

Galileu acreditava ter resolvido a questão, com esses argumentos. O conteúdo do *Diálogo* mostra que a persuasão dos defensores da tradição exigiria ainda muitos outros argumentos e evidências. Levemos em conta que a pureza do satélite terrestre estava, de alguma maneira, ligada à imagem da Virgem Maria Imaculada,<sup>11</sup> o que dificultava ainda mais a aceitação da idéia de que sua matéria fosse corruptível como a terrestre. Clavelin nota que, além da homogeneidade do cosmo garantida diante da observação de mudanças no Sol, uma outra identidade particular, a da identidade da Terra com os planetas (e satélites) na opacidade e na capacidade de refletir a luz, habilita Galileu a extrair de fenômenos terrestres conclusões aplicáveis também ao céu (cf. CLAVELIN, 1968, p. 209).

Prometendo uma discussão mais detalhada para outra ocasião, Galileu passa a tratar da flexibilidade que a palavra *stella*<sup>12</sup> ganhou no discurso de Scheiner. Para acomodar a definição de astro (*stella*) às manchas solares, ele tem que assumir que a forma desses astros é inconstante e irregular, de modo que elas surjam e desapareçam. Como evidência disso, Scheiner sugere que assim se comportam os satélites de Júpiter, argumentando que os astros parecem ter uma figura circular constante devido à distância que se encontram de nós. Esse argumento é refutado por Galileu com referência ao telescópio. Através deste, tanto astros fixos como errantes (planetas) são vistos mais próximos, e mantêm suas aparências perfeitamente circulares. As luas de Júpiter, como a observação criteriosa de Galileu havia demonstrado, possuem uma forma permanente, e seu movimento é bastante regular. O fato, alegado pelo jesuíta, de elas às vezes desaparecerem, é explicado pelo ocultamento de umas pelas outras e por Júpiter.

Esses esclarecimentos ofereceram a Galileu uma excelente introdução para a apresentação de um de seus grandes feitos: a determinação dos períodos dos satélites de Júpiter (o que garantiu, definitivamente, sua prioridade sobre a descoberta), acompanhada da descrição, por meio de um esquema extremamente funcio-

nal, muito semelhante ao que é utilizado ainda hoje, das órbitas dos satélites (Fig. 5). O equívoco de Scheiner foi interpretado por Galileu como sendo devido a falhas nas observações, à falta de um método para medir as distâncias com precisão e à confusão entre as luas, que levou o jesuíta a falar em cinco luas. O sábio de Florença havia desenvolvido adaptações no telescópio, chamadas de “micrômetro” ou “jovilábio”, que lhe permitiam medir precisamente distâncias angulares mínimas entre os corpos celestes, visando, principalmente, a determinar o período dos astros “Mediceus” (cf. SHEA, 1996, p. 518-2).

Essa discussão leva Galileu a citar até as acepções da palavra *stella*<sup>13</sup> não vinculadas a esse contexto. A palavra era aplicada também a coisas que, para Galileu, não estavam na região celeste, como “estrelas cadentes” e cometas.<sup>14</sup> Até os olhos da mulher amada poderiam ser chamados de astros. Com a intenção de precisar a aplicação do nome “astro” às manchas, Galileu cita, uma a uma, as diferenças principais entre as manchas e os astros, pois Scheiner insistia que elas eram astros. Estes possuem figura, grandeza e forma constantes; são permanentes; e estão divididos em duas categorias: alguns são imóveis e outros móveis, com movimento próprio. Os imóveis estão sempre iluminados. Os móveis estão situados a diversas distâncias do Sol; são visíveis longe do Sol; são de matéria densa e opaca. Já as manchas são de infinitas figuras, todas irregulares; sua grandeza e sua forma são constantemente altera-

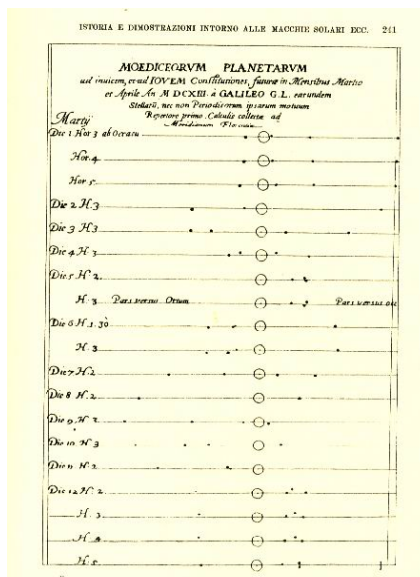


Fig. 5 (Ed. Naz., V, p.241)



das; duram pouco tempo; são sempre escuras; possuem um movimento comum a todas, regular no conjunto, mas infinitamente irregular para cada uma; estão contíguas ao Sol ou imperceptivelmente separadas dele; só são visíveis no Sol, e sua matéria é tênue como névoa ou fumaça.

Após garantir que as manchas solares não são astros, Galileu sugere que poderiam ser a fumaça de algo em combustão, o que explica de maneira bastante satisfatória o modo como surgem, desaparecem, crescem ou diminuem, unem-se e separam-se.

Galileu encontra ainda outra incompatibilidade entre as teses de Scheiner e os princípios aristotélicos que este pretendia defender. Para que as manchas fossem astros, como pretendia o jesuíta, deveriam ser muito numerosas, e dificilmente manter-se-iam juntas pelo tempo que uma mancha é observada no disco solar. Seriam também incompatíveis com as definições aristotélicas. Aristóteles dividiu os astros em fixos (estrelas fixas) e errantes (planetas), os primeiros com um único movimento comum a todos (o diurno) e as distâncias entre si inalteráveis, e os segundos com movimento próprio. Por motivos óbvios, não se poderia considerar as manchas astros fixos, ao passo que seu movimento em conjunto as impede de ser astros errantes, pelo menos no sentido tradicional. Se mesmo assim se pretender que as manchas são dezenas ou centenas de pequenos astros, estar-se-á atribuindo a estrelas movimentos tumultuados, disformes e irregulares, o que não pode ser concebido dentro do sistema aristotélico. Não parece razoável que haja tantos astros próximos à superfície solar, se entre o Sol e Saturno há tão poucos.

Segue-se uma breve discussão sobre a nobreza da permanência. Galileu atribui o amor pela incorruptibilidade ao temor que sentimos da morte. O texto continua dizendo que a corrupção é diferente da aniquilação. Como o ovo que se corrompe para dar lugar ao pinto, a corrupção nada mais é, para Galileu, que mutação. É inverossímil que a Terra deixe de existir por causa da

corrupção de suas partes. Se a Terra não deixa de existir devido ao devir em sua superfície, o mesmo deve ser aplicado aos corpos celestes. Assim, a totalidade do planeta se mantém, enquanto apenas suas partes estão sujeitas ao devir.

Um dos principais objetivos das cartas é romper, com base na observação do Sol, com o cosmo aristotélico. O astro mostrou-se um objeto privilegiado em tal projeto, pois, sendo “lucidíssimo e puríssimo” aos olhos da tradição, a evidência de mudança em suas partes tornou menos importante a observação de outras evidências em astros menos nobres. Ao mostrar que as manchas estavam no Sol, dadas as suas características visíveis, e que sofriam vários tipos de mudança previstos pela física aristotélica apenas para as substâncias sublunares, Galileu fez do telescópio a grande arma contra o cosmo de Aristóteles, criando condições mais favoráveis para o estabelecimento de uma nova cosmologia.

## CONCLUSÃO

As cartas sobre as manchas solares são a apresentação mais elaborada dos resultados das observações telescópicas de Galileu em seu conjunto. Mas, principalmente, pode-se encontrar nas cartas que são objeto deste trabalho a articulação dessas observações com o restante do projeto galileano: a discussão cosmológica, a conservação do movimento e a necessidade da matemática na compreensão da natureza, que aqui aparece na forma da interpretação das imagens telescópicas em termos geométricos, de acordo com as leis da perspectiva. Além disso, as cartas são representativas de um elemento característico do estilo galileano, a saber, o caráter polêmico que comparece nas principais obras que se seguiram às cartas, de *O Ensaíador*, de 1623, até o *Diálogo* (1632) e *Discorsi* (1638). Sem ter esgotado o tema, este trabalho evidencia a importância das cartas no contexto da compreensão da ciência de Galileu e, conseqüentemente, da revolução científica da qual Galileu foi um dos principais protagonistas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAHE, T. Tycho brahe's german treatise on the comet of 1577. In: **Tycho brahe's german treatise on the comet of 1577: a study in Science and Politics**. *Isis*, 1979, 70, p. 110-140.
- GALILEI, G. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo ptolomaico e copernicano**. Intr., trad. e notas de P. R. Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial, 2001.
- \_\_\_\_\_. Le Opere di Galileo Galilei. In: FAVARO, A. (ed.) **Edizione Nazionale delle opere di Galileo**. Firenze: S. A. G. Barbére Editore, 20v, 1968 (reimpressão).
- DAME, B. Galilée et les taches solaires. In: **Revue d'Histoire des Sciences**, 1966, 19, p. 307-370.
- REEVES, E. **Painting the heavens: art and science in the age of Galileo**. Princeton: Princeton University Press, 1999.
- SHEA, W. R. The revelations of the telescope. In: **Nuncius**, 1996, v. 11, p. 507-526.
- \_\_\_\_\_. Galileo, Scheiner, and the interpretation of the sunspots. In: **Isis**, 1970, v. 61, p. 498-519.
- VAN HELDEN, A.; WINKLER, M. G. Representing the heavens - Galileo and visual astronomy. In: **Isis**, 1992, v. 83, p. 195-217.
- VAN HELDEN, A. Galileo and Scheiner on sunspots: a case study in the visual language of astronomy. In: **Proceedings of the American Philosophical Society**, 1996, v. 140, p. 358-396.
- VAN HELDEN, A. The Telescope in the Seventeenth Century. In: **Isis**, 1974, v. 65, p. 38-

Recebido em: junho de 2006

Aprovado em: julho de 2006

## NOTAS

- <sup>1</sup> Segundo B. Dame, Giordano Bruno conhecia as manchas do Sol e delas se utilizava contra o dualismo cosmológico tradicional, como mais tarde Galileu faria. Bruno teria, inclusive, deduzido dos movimentos das manchas a rotação do astro sobre si mesmo (DAME, 1966, 313).
- <sup>2</sup> Um inglês chamado Thomas Harriot também havia observado o Sol através de um telescópio em 1610, sem, contudo, notar a existência de manchas. O que Harriot notou foi a dificuldade em se observar o astro diretamente, e a necessidade de se escolher um momento propício para fazê-lo (como o nascer do Sol, ou o crepúsculo, e a ocorrência de névoa). Ver VAN HELDEN, 1996, 368-369.
- <sup>3</sup> Tais cartas foram assinadas com o pseudônimo *Apelles latens post tabulam*, Apele oculto

atrás da tábua (pintura). Apele foi um dos mais importantes pintores da Antigüidade, e segundo os registros de Plínio, o velho tinha o hábito de se ocultar atrás da pintura para ouvir a opinião do público.

- <sup>4</sup> As referências às *Opere* (Edizione Nazionale) de Galileu estão padronizadas aqui na forma “EN, volume, página”.
- <sup>5</sup> Quanto à referência ao ar, era sabido que um fenômeno como este poderia ser produzido na atmosfera terrestre. Como veremos, Galileu interpretou os cometas dessa maneira.
- <sup>6</sup> Embora Scheiner rompesse com alguns princípios tradicionais, não é incorreto classificá-lo como um defensor da tradição. O próprio padre Grassi, com quem Galileu polemizaria futuramente, defendia muitas das idéias de Tycho Brahe. Embora o modelo defendido por cada um desses tradicionalistas pudesse ser mais (Grassi) ou menos (Scheiner) coerente, talvez não seja exagero dizer que, entre os astrônomos que se utilizavam do telescópio, já não havia quem defendesse tão integralmente a tradição.
- <sup>7</sup> Sobre a face solar que não está voltada para a Terra.
- <sup>8</sup> Galileu, ao observar Saturno pela primeira vez através do telescópio, interpretara erroneamente as imagens telescópicas do planeta como se ele fosse acompanhado de dois satélites.
- <sup>9</sup> Cigoli (1559-1613), em correspondência com Galileu anterior à primeira carta deste a Welser (em março de 1612), enviara-lhe observações em desenhos nos quais incorria no mesmo erro - de não levar em conta a mudança na posição em que observamos o Sol ao longo do dia (*Ed. Naz.*, XI, 286-289). A correspondência de Galileu com o pintor se inicia antes da publicação do *Sidereus Nuncius*.
- <sup>10</sup> Por uma questão de economia de espaço, não convém reproduzir todos os desenhos do Sol feitos por Galileu. Também não seria apropriado contrariar o autor e reproduzi-los todos em tamanho menor. Assim, apresento apenas como exemplo a reprodução de um desses trinta e oito desenhos.
- <sup>11</sup> Ver REEVES, 1997. Um dos assuntos principais do trabalho de Reeves é a questão da perfeição da Lua, e a relação das descobertas galileanas com as representações artísticas do astro. Ver, particularmente, as pinturas representando a Virgem de Cigoli (*Immacolata*, 1610-1612), Pacheco (*Immaculada con Miguel Cid*, 1619) e Velásquez (*Immaculada*, 1619). Os dois últimos representaram a Lua perfeitamente esférica e transparente, abaixo de Maria, enquanto Cigoli reproduziu o astro na mesma posição, mas opaco e “maculado”, isto é, com as crateras observadas por seu amigo de Florença. A imagem de Maria Imaculada sobre a Lua e circundada por estrelas é recorrente e inspirada em *Apocalipse 12*. Além disso, a autora apresenta três outras obras de Cigoli nas quais a lua bastante estreita, logo após a conjunção, é representada. Nota-se que, na mais antiga (*Adoração dos pastores*, 1599), o astro não apresenta a iluminação secundária, ao passo que nas outras duas (*Adoração dos pastores*, 1602 e *Deposição*, 1607) essa iluminação é bem evidente.
- <sup>12</sup> A palavra *stella* será traduzida neste caso por ‘astro’, e não por estrela. Dessa maneira é possível evitar possíveis equívocos quando a palavra estiver se referindo a planetas ou satélites, pois a intenção de Galileu é justamente marcar a diferença entre *stellae* fixas e errantes (fundamental no seu rompimento com o dualismo cosmológico da tradição, pois lhe interessava provar que toda a matéria, celeste e terrestre, era sujeita ao devir, e isto em geral; todavia esse argumento era fortalecido pela identidade maior existente entre a Terra e os astros errantes, principalmente a Lua).
- <sup>13</sup> Este procedimento (de precisar cada acepção de uma palavra) é bastante comum na obra de Aristóteles e dos escolásticos, o que sugere - embora tal procedimento seja relevante e necessário neste momento - uma sutil ironia da parte de Galileu.
- <sup>14</sup> A tese sobre os cometas serem fenômenos atmosféricos ressurgiu na controvérsia posterior com o também jesuíta Horácio Grassi, ainda que, na ocasião, Galileu também não os tenha observado.