

GEOMETRIA E MATÉRIA NO *ENSAIADOR*¹

Marcelo Moschetti²

RESUMO

O Ensaíador (1623) é onde aparece a conhecida passagem sobre a linguagem geométrica da natureza: dirigir-se à natureza sem conhecer essa linguagem é um inútil vaguear em um obscuro labirinto. Essa passagem remete a outra, conhecida como parágrafo 48, na mesma obra, onde o autor defende a natureza geométrica do mundo com base em uma teoria da percepção, inicialmente, e depois ampara essa teoria em um atomismo incomum, cujos problemas o autor aponta e espera resolver em um trabalho futuro. Tal articulação entre método e metafísica da matéria permite compreender melhor a proposta galileana de física matemática.

Palavras-chave: Galileu Galilei (1564-1642), matéria, geometria moderna, ciência-filosofia.

¹ Este trabalho foi financiado pela Universidade Estadual de Santa Cruz e tem como base o primeiro capítulo da tese “Navegando em um oceano infinito: a física geométrica de Galileu e o problema do contínuo”, defendida na Universidade Estadual de Campinas em fevereiro de 2011.

² Universidade Estadual de Santa Cruz. Email: moschettibr@yahoo.com

ABSTRACT

The Assayer (1623) is where we find the well-known quotation concerning the geometrical language of nature: turning to nature without knowing that language is an useless errantry on a dark labyrinth. This quotation takes us to another in the same work where the author defends the geometrical nature of the world based on a theory of perception, first, and then bases such theory on an uncommon atomism. The author points out problems in such atomism and hopes finding the solution with further work. Such link between method and the metaphysics of matter allows a better understanding of Galileo's proposal of a mathematical physics.

Keywords: Galileo Galilei (1564-1642), matter, modern geometry, science-philosophy.

Há algo de notável na atribuição do título de “filósofo” a Galileu, obtido por exigência sua quando foi contratado pelos Médici da Toscana. Em lugar de “primeiro matemático” (astrônomo) da província, ele era o “primeiro filósofo e matemático”. Para além de sua conhecida vaidade, sua proposta era justamente unir física e matemática. O uso da última, característica distintiva das ciências intermediárias (ou médias ou mistas), para ele, deveria se expandir para toda a filosofia natural. Compreender essa união pode trazer elementos esclarecedores para a compreensão da física matemática de Galileu. Este propôs a recusa de uma tradição filosófica e metodológica, ao mesmo tempo em que estabeleceu, em grande medida, as bases para as investigações posteriores da natureza. Vale lembrar que Galileu não propôs a física moderna nos termos em que ela é hoje ensinada. Ele rejeitava explicitamente argumentos de autoridade, mas era um hábil debatedor devido ao seu domínio da lógica aristotélica. Galileu disse algumas vezes acreditar que o próprio Aristóteles viria a concordar com ele se ainda vivesse, diferentemente dos aristotélicos do século XVII. Deve-se notar que a novidade metodológica – a física matemática - que futuramente afastaria cientistas e filósofos (principalmente pela incompetência matemática destes, apesar dos alertas platônicos) era a mesma que, contextualizada, criava a exigência fundamentação filosófica. Galileu não era o único a pensar assim, como se pode perceber através da popularidade obtida por suas teses que, depois de adotadas por racionalistas e empiristas, seriam conhecidas como “teoria das qualidades primárias e secundárias”. Essa teoria está ligada a uma certa concepção de matéria, a um atomismo incomum e que deve ser esclarecido, na medida em que a concepção de matéria dos *Discursos sobre as duas novas ciências* (1638) é a ontologia prometida no *Ensaíador* (1623).

Aqui busco esclarecer como essa ontologia está presente em projeto no *Ensaíador*. Para tanto, faço uma breve apresentação da obra, seguida da análise detalhada do parágrafo 48.³

1. O ENSAIADOR

Em 1610 Galileu iniciou a divulgação de seus estudos baseados nas observações telescópicas, com o *Sidereus Nuncius*⁴. Essas observações e as seguintes foram retomadas nas cartas publicadas com o título de *História e demonstrações acerca das manchas solares* (1613), escritas em polêmica com o padre jesuíta alemão Christoph Scheiner. Nessa obra já aparece uma primeira versão da imagem que caracteriza o pensamento do autor italiano. Ele contestou o princípio de autoridade, tão utilizado por Scheiner, com a seguinte comparação: é “como se este grande livro do mundo não tivesse sido escrito pela natureza para ser lido por outro senão Aristóteles”⁵. A metáfora do livro do mundo, ou da natureza, já antiga no tempo de Galileu, seria, a partir do *Ensaíador*, utilizada para afirmar que a geometria é a linguagem com que esse mundo foi escrito. Apesar disso, pode-se dizer que o autor já “lia” dessa maneira a natureza há mais tempo (e de um modo bastante literal no caso da interpretação das imagens telescópicas)⁶. Apesar da novidade do uso da perspectiva e outros princípios geométricos oriundos da pintura, geometria e céu não eram tão estranhos entre si. Basta lembrar que a astronomia era uma ciência intermediária milenar. Cálculos acerca da resistência dos materiais soavam como

³ Cujas tradução está incluída neste artigo.

⁴ Diante da dupla possibilidade de tradução (e interpretação) do título da obra (“A mensagem das estrelas” ou “O mensageiro das estrelas”), mantenho o original em latim.

⁵ FAVARO, A. (ed.) *Edizione Nazionale delle opere di Galileo*. Firenze: S. A. G. Barbèrè Editore, 1938, V, p. 190. As próximas referências às *Opere* de Galileu conterão simplesmente EN, volume e página.

⁶ MOSCHETTI, 2006.

novidade apenas na filosofia. Os artistas do Renascimento realizavam milagres de engenharia na construção civil com o uso da geometria. Os artesãos do arsenal de Veneza, que tanta admiração causaram em Galileu também o faziam. Esse conhecimento não era, no entanto, amparado por uma teoria articulada que explicasse os princípios envolvidos, ao menos nos moldes da elitista comunidade acadêmica. Ou seja, não eram ciência, mas técnica. O *Ensaíador* não é o primeiro passo de Galileu rumo a uma teoria da matéria, a discussão já estava presente nos *Discursos sobre os corpos que flutuam sobre a água e que nela se movem* (1612), mas sua relação com os *Discursos* e o seu papel de anúncio da descoberta da linguagem da natureza o tornam fundamental para a investigação da teoria geométrica da matéria em Galileu.

Em 1616 Galileu foi orientado a compreender o modelo heliocêntrico como um mero artifício matemático sem relação com a realidade. Isso, entretanto, não o impediu de se envolver na disputa acerca de uma nova “mensagem das estrelas”, a saber, o surgimento de três cometas em 1618. Os matemáticos jesuítas do Colégio Romano publicaram, no ano seguinte, a opinião de seu representante Horácio Grassi sobre o fenômeno, considerando-o uma evidência anti-copernicana. Galileu não pôde observá-los, por motivo de saúde, mas sua opinião foi continuamente cobrada. A notoriedade que o autor havia alcançado, desde suas primeiras descobertas telescópicas, o obrigou a se pronunciar. Ainda assim, a prudência o levou a publicar sua opinião sob autoria de Mario Guiducci, seu discípulo e companheiro na Academia dos Lincei, na obra *Discurso sobre os Cometas*. Prontamente Grassi replicou, com o pseudônimo Lotario Sarsi (suposto aluno seu), publicando a *Libra Astronômica*. A réplica só veio em 1623, quando o período de silêncio de Galileu foi rompido com a publicação do *Ensaíador*, obra que discute pontualmente as críticas do jesuíta. Não tratarei

dos problemas de Galileu com a Igreja e nem mesmo da discussão sobre os cometas. Embora a questão central do *Ensaizador* seja a polêmica com Grassi a respeito dos cometas, a obra traz também alguns dos apontamentos mais importantes sobre o papel das matemáticas na ciência galileana, justamente nas passagens mais lidas: um pequeno trecho do parágrafo 6º e, com uma popularidade muito menor, o 48º. Eis a passagem mais conhecida da obra galileana:

“(...) A filosofia está escrita neste grandíssimo livro que aí está aberto continuamente diante dos olhos (isto é, o universo), mas não se pode entendê-lo se primeiro não se aprende a entender a língua e conhecer os caracteres nos quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, e os caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, meios sem os quais é humanamente impossível entender-lhe sequer uma palavra; sem estes trata-se de um inútil vaguear por um obscuro labirinto (...)”⁷

O universo é um livro escrito com caracteres matemáticos, cujo conhecimento é necessário para o filósofo que o queira ler. O preceito metodológico que estabelece a necessidade da matemática na investigação da natureza não traz dificuldades interpretativas. O mesmo não pode ser dito da relação entre a natureza e os caracteres geométricos. A natureza é um “algo” organizado geometricamente, e que por isso deve ser lido por conhecedores da geometria, ou essa ligação é ainda mais estreita e há uma identidade maior entre o mundo e o espaço abstrato da geometria euclidiana? Em outras palavras, deve-se compreender da passagem que o mundo obedece às leis de Euclides ou que, além disso, ele não está sujeito a outras leis? A busca por essa resposta pode começar pela outra passagem mencionada da mesma obra.

⁷ EN, V, 232. Utiliza-se para esta passagem a tradução de C. A. R. Nascimento, *apud* GALILEI, 1988, p. 176.

2. A TEORIA DA PERCEPÇÃO NO PARÁGRAFO 48

No parágrafo 48 do *Ensaíador*, que merece ser examinado mais detidamente neste momento, Galileu apresenta, em meio a uma discussão acerca do calor, sua distinção entre “acidentes primários e reais” e qualidades que, “à parte do sujeito no qual parecem residir, não sejam outra coisa que puros nomes, mas tenham residência unicamente no corpo sensitivo, de modo que, removido o animal, sejam levadas e aniquiladas todas estas qualidades”; segue-se a caracterização de cada uma, e alguns elementos de uma teoria da percepção. Ele diz que uma substância corpórea deve ser necessariamente concebida como:

“(…) limitada e figurada por esta ou aquela figura, grande ou pequena em relação a outras, ocupando este ou aquele lugar, neste ou naquele tempo, em movimento ou parada, em contato ou não com outro corpo, como uma, poucas ou muitas, nenhuma imaginação permite que a separe de tais condições; mas que ela deva ser branca ou vermelha, amarga ou doce, sonora ou muda, de odor agradável ou desagradável, não me sinto forçado a apreendê-la necessariamente acompanhada destas últimas condições (...)”⁸

Como se pode ver, de um lado estão colocados a figura, o lugar, o tamanho, o tempo, o movimento, o contato e o número, e de outro a cor, o sabor, o som e o cheiro. Até que se descubra um bom motivo para não fazê-lo, a identidade dessa oposição com as qualidades primárias e secundárias de Descartes e outros filósofos pós-galileanos permite que, para facilitar a exposição, elas sejam referidas dessa maneira no restante do texto. A posição galileana a respeito das qualidades secundárias é apresentada a partir de uma analogia com as cócegas. O corpo animado,

⁸ *EN*, VI, p. 347-8.

“(…) que recebe tal operação sente diversas afecções conforme é tocado em diversas partes. E ao ser tocado, por exemplo, sob as plantas dos pés, sobre os joelhos ou sob as axilas, sente, além do toque comum, uma outra afecção, a qual impusemos um nome particular, chamando-a “côcega”: tal afecção é toda nossa, e de modo algum da mão. Parece-me que gravemente erraria quem dissesse haver na mão, além de movimento e contato, uma outra faculdade diversa desta, isto é, fazer cócegas, como se a cócega fossem um acidente que residisse nela (...)”⁹

É inadmissível, para Galileu, que a cócega esteja presente na mão que nos toca os pés. Objetos diferentes, como uma pena ou um pedaço de papel são capazes de produzir o mesmo efeito. Contudo, quando o seu contato e seu movimento se efetuam em outras partes do corpo, tal efeito não se verifica. A conclusão é que:

“(…) Tal titilação é completamente nossa, e não da pena, e removido o corpo animado e sensitivo, ela nada é além de um puro nome. Ora, de tal e não maior existência creio que possam ser muitas qualidades que são atribuídas aos corpos naturais, como sabor, odor, cor, e outras (...)”¹⁰

Definida a inexistência da cócega para além da sensibilidade, Galileu passa à caracterização das qualidades percebidas por cada um dos sentidos. Sensações tácteis como dureza, maciez, aspereza, são pequenas diferenças percebidas, principalmente, com a ponta dos dedos. O sabor, o odor e a sensação táctil de temperatura são explicados pela recepção, através dos órgãos dos sentidos, de partículas diminutas emitidas pelos corpos e as diferenças entre cada sensação se devem à diversidade de tamanho, figura, número e movimento entre essas partículas. O som é, para ele, devido ao encrespamento do ar, que produz ondas que chegam aos nossos

⁹ EN, VI, p. 348.

¹⁰ EN, VI, p. 348.

ouvidos, sendo a diversidade dos ruídos causada pela frequência dessas ondas. O autor identifica os sentidos a cada um dos elementos, determinando assim a composição das partículas e diferenças percebidas por cada um. As partículas que guardam relação com os elementos terra, água, ar e fogo são percebidas pelo tato, pelo paladar, pela audição e pelo olfato, respectivamente. À visão, o mais nobre dos sentidos, corresponde a luz, superior aos elementos, e composta por infinitos indivisíveis.¹¹

Após estabelecer como as afecções quantificáveis dos corpos afetam nossa percepção, Galileu aplica o exemplo das cegas às qualidades secundárias:

“(...) que nos corpos externos, para excitar em nós os sabores, os odores e os sons, seja preciso de algo além de grandezas, figuras, multiplicidade e movimentos lentos ou velozes, não o creio, e estimo que, retirados as orelhas, as línguas e os narizes, restam as figuras, os números e os movimentos, e não mais os odores, os sabores ou os sons, os quais fora do animal vivente nada são além de nomes, assim como nada são além de nomes as cegas e as titilações, removidas as axilas e a pele ao redor do nariz (...)”¹²

O critério que distingue as qualidades primárias das secundárias é a sua existência ou não para além da sensibilidade. Galileu crê que aquilo que, nas próprias coisas, origina as qualidades que percebemos, é sempre quantificável. Ele rejeita a presença de qualidades não matemáticas no objeto sensível, sendo as qualidades secundárias existentes apenas na sensibilidade do sujeito. Em última instância, no *Ensaíador*, as formas e relações matemáticas são suficientes para fornecer as causas dos fenômenos.

¹¹ *EN*, VI, p. 352.

¹² *EN*, VI, p. 350

A astronomia matemática tradicional já havia mostrado, desde a Antigüidade, que o movimento é passível de tratamento quantitativo. Com sua tese sobre a percepção e as qualidades primárias e secundárias Galileu superou o problema da heterogeneidade entre os dados da experiência sensível e a matemática. É evidente que ele não eliminou essa heterogeneidade, o vermelho visto por alguém não é uma relação geométrica, ainda é uma qualidade não matemática, mas tem origem em aspectos quantificáveis. Ao atribuir as qualidades secundárias à percepção do sujeito, e ao supor como sua causa fatores quantificáveis não percebidos imediatamente no objeto, Galileu definiu as condições do conhecimento da natureza, conforme havia estabelecido no parágrafo sexto: a leitura do livro escrito em caracteres matemáticos.

Nascimento analisa os mesmos textos, ligando o parágrafo sexto ao 48º. Ele mostra a identidade entre as qualidades primárias e os sensíveis comuns de Aristóteles. De posse da passagem das *Cartas sobre as manchas solares* (1613) onde Galileu nega poder conhecer essências, o intérprete defende que isto está de acordo com sua intenção de conhecer apenas os aspectos quantificáveis do mundo¹³. Ele não menciona, no artigo, o final do parágrafo 48, o projeto de ontologia geométrica que apresento a seguir.

3. A ONTOLOGIA DO ENSAIADOR

O parágrafo 48, entretanto, não termina assim. Essas teses conduzem a outras ainda mais distantes do universo das sensações. As diminutas partes de matéria que atingem nossos sentidos e são interpretadas como qualidades são obtidas por divisão, em função, por exemplo, do atrito. Dessa divisão também podem se desprender partes ainda menores, indivisíveis, que compõem a luz:

¹³ NASCIMENTO, 1998, p. 182-183.

“(…) enquanto a fragmentação e o atrito permanecem e se limitam a mínimos quantificáveis, seu movimento é temporal e sua operação somente calorífica; em seguida, ao chegar à última e à mais elevada solução em átomos realmente indivisíveis, cria-se a luz, de movimento ou talvez, digamos, expansão e difusão instantâneas, e potente devido à sua, não sei se devo dizer, sutileza, raridade, imaterialidade, ou então outra condição diversa de todas essas e não nomeada, capaz de preencher espaços imensos (...)”¹⁴

A passagem não deixa dúvidas sobre a defesa galileana de que a matéria é composta de diminutas partes indivisíveis, ou átomos¹⁵, que em última instância se manifestam como luz. Ao lado da característica da difusão instantânea, Galileu relutantemente sugere a imaterialidade de tais partes e da luz. A prudência fez com que ele concluísse a discussão prometendo aprofundá-la em outra ocasião.

O uso da matemática na física foi estabelecido há tanto tempo que hoje devemos ser alertados que, no tempo de Galileu, era estranho pretender desvelar a estrutura íntima do mundo por meio dela. Embora uma longa tradição de ciências médias ou intermediárias já abordasse a natureza munida de instrumental matemático, e mesmo que nem sempre essas ciências restringissem suas conclusões à previsão de fenômenos, ainda assim a afirmação de Galileu de que a natureza é essencialmente geométrica, e de que o método geométrico é necessário para compreendê-la, evitando um inútil vaguear em um obscuro labirinto, surpreende e

¹⁴ EN, VI, p. 352.

¹⁵ Redondi celebrou-se por escrever um *best-seller* (REDONDI, 1983) a partir da correspondência galileana para demonstrar que o processo movido contra Galileu foi devido ao problema da negação o milagre eucarístico da transubstanciação pelos atomistas, entre os quais Redondi se esforça para, a partir de um conjunto considerável de cartas, incluir Galileu (na verdade, como se pode perceber, a simples leitura do 48o. parágrafo do *Ensaíador* bastaria). Após enorme esforço em comprovar o óbvio atomismo galileano, defende que a condenação do autor foi na verdade uma jogada política para livrá-lo da acusação de atomismo, o que também soa estranho pois o autor detalhou sua teoria atômica na obra seguinte à condenação e não sofreu novo processo.

tem conseqüências. A famosa frase de Galileu parece enunciar um princípio não apenas metodológico mas também ontológico: assim deve ser a física porque a matéria é ela mesma estruturada geometricamente. Tal concepção de física matemática implica em uma série de dificuldades e exige fundamentação. Galileu estava ciente disso: a frase enunciada no parágrafo 6º do *Ensaizador* remete ao 48º parágrafo da mesma obra, onde o autor reduz todo o real à categoria da quantidade, ao atribuir nossas sensações qualitativas à maneira como nossos sentidos percebem determinadas propriedades dos objetos que são em si geométricas. Após oferecer explicações para os sabores, cheiros, sons e outras qualidades que percebemos a partir das formas geométricas e dos movimentos das partes mínimas, produtos da divisão dos diferentes materiais, Galileu propõe a divisão última, em “átomos realmente indivisíveis”, sem extensão, “imateriais”. Trata-se da luz, que, segundo o texto, é capaz de preencher espaços imensos, e cuja difusão é instantânea ou extremamente veloz. Diante dessas duas dificuldades, a obtenção de pontos geométricos através da divisão do contínuo material e a determinação da velocidade da luz, a discussão é abandonada, para evitar o risco de “perder-se em um oceano infinito”. O autor promete, então, retomar o assunto em um momento mais apropriado. Tal tarefa realmente demandaria grande cuidado, pois tratava-se de responder a uma questão que ultrapassava os limites da discussão sobre os cometas proposta no *Ensaizador*: o que é, afinal, a matéria? Quinze anos depois, nos *Discursos*, Galileu cumpre o prometido. A ciência da resistência dos materiais, que recebeu muito menos atenção dos historiadores da ciência que a ciência do movimento local, consiste na solução para dificuldades criadas pela concepção de matéria suposta no *Ensaizador*.

A teoria, como aparece nos *Discursos*, apresenta diferenças, mas mantém grande parte daquilo que se deixava entrever nessa primeira formulação.¹⁶ O projeto inicial, de apresentar uma fundamentação para a tese da linguagem da natureza, se concretiza de uma maneira mais completa no primeiro dia da obra de maturidade. No *Ensaíador*, no entanto, pode-se ver a formulação inicial da base metafísica do projeto galileano para a física e os compromissos metafísicos que ele estava disposto a assumir, em especial no que se refere à concepção de matéria.

REFERÊNCIAS

FAVARO, A. (ed.). *Edizione Nazionale delle opere di Galileo*. Firenze: S. A. G. Barbére Editore, 1938, v. 19, p. 21-543.

MOSCHETTI, M. *A Unificação do Cosmo: o rompimento de Galileu com a distinção aristotélica entre céu e Terra*. Dissertação de Mestrado – UNICAMP, 2002.

_____. *Navegando em um oceano infinito: a física geométrica de Galileu e o problema do contínuo*. Tese de doutorado – UNICAMP, 2011.

NASCIMENTO, C. A. R. *De Tomás de Aquino a Galileu*. Coleção Trajetória 2. Campinas: IFCH/UNICAMP, 1995.

REDONDI, P. *Galileo eretico*. Torino: Einaudi, 1983.

¹⁶ Para a análise do problema nos *Discursos*, ver MOSCHETTI, 2011, segundo capítulo