

TRADUÇÕES

*Galileu: uma nova ciência e um novo espírito*¹

CASSIRER, E. Galileo: a new science and a new spirit.
The American Scholar, n. 12, p. 5-19, 1942.

Ivânio Lopes de Azevedo Júnior

<https://orcid.org/0000-0003-2548-3259> – E-mail: ivanio@ufc.br

Lucas Alessandro Duarte Amaral

<https://orcid.org/0000-0002-2897-1648> – E-mail: lucasadamaral@gmail.com
(Tradutores)

Comentários introdutórios à tradução do opúsculo *Galileu: uma nova ciência e um novo espírito* de Ernst Cassirer

O opúsculo “Galileu: uma nova ciência e um novo espírito” foi um texto produzido por Cassirer a partir de uma palestra proferida na Universidade de Cornell e publicado em 1942 no periódico *The American Scholar*, na época de seu exílio nos Estados Unidos, país onde Cassirer morreria poucos anos depois, em 1945. Trata-se, pela evidência do próprio título, de um breve texto a respeito da importância da figura de um dos maiores “gênios” – palavras de Cassirer – da civilização humana: Galileu Galilei. E um dos motes do opúsculo foi pela ocasião do tricentenário da morte do célebre cientista.

Apesar de ser um texto tardio dentro da carreira intelectual de Cassirer e de que neste momento de sua filosofia o neokantiano estivesse bastante ocupado com temas da alçada da ética e filosofia política, como seria o caso do célebre livro *Mito do estado* (1944), a epistemologia e a história da ciência sempre foram assuntos recorrentes na vida intelectual de Cassirer. Dessa forma, reaparecem neste e noutros artigos da década de 1940 alguns bons *insights* trabalhados pelo filósofo nas décadas anteriores em seus escritos – como nos volumes do majestoso *O problema do Conhecimento*.

¹ Lançado primeiro em *The American Scholar* baseado em uma palestra proferida na Cornell University, em abril de 1942.

A história da ciência e a história da filosofia, por diversas vezes, caminharam lado a lado. E Cassirer foi um dos pensadores que sempre fez questão de enfatizar essa importância histórico-sistemática. É recorrente em seus textos os recortes e suas ricas descrições a respeito de quem quer que seja. No caso do texto em questão, a figura de Galileu não poderia ser diferente. Por intermédio de uma admirável erudição – como de praxe nos textos de Cassirer – o neokantiano expõe os principais aspectos que colocaram o cientista italiano em um lugar de destaque na história da civilização humana. E foram, de fato, muitas as contribuições – muitas delas polêmicas à época – de Galileu Galilei: desde sua proposta metodológica (método experimental) e a fundação da “ciência moderna” até sua famosa polêmica com a Igreja no que se refere a sua famigerada defesa do heliocentrismo.

Ao lado de Copérnico, Bacon, Kepler, Newton e outros mais, Galileu foi daquelas mentes brilhantes da nossa história, exercendo importância no pensamento de Cassirer. Galileu foi figura chave e verdadeiro pivô com respeito aquilo que Cassirer adotaria em sua filosofia, especialmente, no que ficou conhecido como processo de “funcionalização do conhecimento”. Sabemos que o onipresente tônus anti-metafísico do neokantiano propõe que a substância dê lugar a função e isso tanto no âmbito científico como no filosófico – tal como delineado por Cassirer em toda sua carreira e em diversos escritos. Daí uma das razões para ressaltarmos a importância de alguém como Galileu. Ele foi um dos primeiros a pensar a física do ponto de vista “funcional”, quer dizer, em uma chave em que se considera mormente as relações (funções) como sendo o que há de relevante e essencial na ciência e não as substâncias ou as coisas mesmas que compõem o universo; o que deve ser analisado a fundo são as relações existentes que são comuns no mundo dos fenômenos físicos.

Essa tese da substituição do conceito de substância pelo conceito de Função, trabalhada exaustivamente por Cassirer na obra homônima de 1910 tem como modelo maior justamente a figura de Galileu. Nesse sentido, a parte histórica e seus processos, bem como os princípios teóricos subjacentes são devedores, em boa medida, ao pai da física moderna. A história da ciência é, portanto, marcada por essa luta entre os dois modos de conceituar (Substância e Função) e tal processo é a narrativa de como o primeiro perde seu lugar de importância para o segundo que, por sua vez, alcançaria a hegemonia tão marcada nos séculos vindouros a figura e obra de Galileu. Cassirer, acompanhando atentamente esses acontecimentos, faz notar isso e mostra o lugar *sui generis* do cientista italiano dentro desse movimento.

O texto inicia com o reconhecimento, por parte de Cassirer, da centralidade da contribuição de Galileu quando levamos em conta os rumos que o pensamento ocidental tomou a partir de seus trabalhos. Ao ponto de conjecturar que, sem Galileu, a humanidade teria atrasado seus avanços por décadas. A influência do pensador italiano permeia diferentes tendências do moderno, passando pelo empirismo e pelo racionalismo, e, mais do que as contribuições de suas teorias e soluções específicas, o grande legado de Galileu consiste em seu propósito metodológico para as ciências. Por meio de dados historiográficos a partir dos quais Cassirer vai reconstruindo o diálogo de Galileu com seus contemporâneos, o neokantiano vai esboçando o novo espírito científico em seus traços fundamentais. Sua perspectiva metodológica rompe com o abismo entre verdades transcendentais e verdades imanentes, superando, de algum modo, a cisão entre o conhecimento humano e o conhecimento divino. Sendo exatamente a matemática a responsável por desfazer tal separação.

Um outro dualismo que Galileu supera remonta ao seu mestre Platão. Este, muito admirado por Galileu, defendia uma separação entre a matemática e a ciência da natureza de modo que a primeira, por tratar apenas de objetos ideais necessários, enquanto a segunda versava sobre a realidade mutável e contingente, não compreendia as duas dimensões da realidade

como conjugadas e, portanto, mediáveis. Galileu, por sua vez, entendia a natureza como um livro aberto e inteligível mediante os símbolos matemáticos. É através da matemática que a natureza poderia ser acessada com segurança epistêmica. Essa “simples” e profícua conjunção entre experiência e matemática consiste no elemento central na nova orientação metodológica legada por Galileu Galileu.

Como o leitor poderá conferir em nossa tradução, todo o esforço de Cassirer é o de posicionar Galileu como um verdadeiro ponto de inflexão, incontornável, na agenda científica e filosófica da modernidade. Suas inovações metodológicas e conceituais, assim como seu modo peculiar de responder e formular as questões, colocaram-no em lugar de ruptura diante da autoridade da tradição que o antecedeu, abrindo um caminho promissor que, segundo Cassirer, fez de Galileu o verdadeiro fundador do empirismo moderno, ao invés de Francis Bacon. O presente opúsculo é, em resumo, uma “carta de recomendação” daquele pensador que reposicionou a ciência moderna, requalificando seus procedimentos e ressignificando sua orientação teórica. Apesar da física, matematizada por Galileu, ter sido a ciência particular mais diretamente afetada por sua nova orientação metodológica, não seria demais afirmar que todo o pensamento científico não passou incólume pelas suas investidas revolucionárias.

Por fim, vale destacar que a tradução do opúsculo “Galileu: uma nova ciência e um novo espírito” é parte de um projeto mais amplo de divulgação da filosofia de Ernst Cassirer. Nosso foco é um conjunto de textos, composto por breves ensaios de Cassirer, escritos originalmente em língua inglesa durante a década de 1940, sobre o período da renascença e do início da modernidade.

Galileu: uma nova ciência e um novo espírito

Ernst Cassirer (1942)

Há trezentos anos, em janeiro último, Galileu Galilei morreu – uma data de importância suprema não apenas na história da física como uma ciência especial, mas também na história da civilização humana. Se Galileu tivesse morrido quando criança, a evolução do pensamento moderno teria sido retardada por décadas e provavelmente teria sido diferente em muitos aspectos fundamentais.

Ele foi um daqueles grandes e raros gênios cujo trabalho não se restringe a nenhum campo especial de investigação. Não apenas podemos, mas devemos pensar em sua obra de um ponto de vista filosófico geral e na perspectiva da história da filosofia moderna. Pois mesmo no campo da filosofia, o pensamento de Galileu provou ser revolucionário. Em sua última obra, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* (Conversações e Demonstrações Matemáticas), Galilei não apenas expôs fatos físicos novos e fundamentais; ele introduziu e estabeleceu firmemente um novo método geral de pensamento científico, um método de observação empírica e dedução matemática. Compreender este método e interpretá-lo em seu verdadeiro sentido tornou-se uma das principais tarefas da filosofia moderna. A partir de então nenhuma escola filosófica, nenhum pensador individual poderia evitar os problemas colocados pela primeira vez por Galilei com clareza. As escolas empírica e racionalista da filosofia moderna também estão sob a influência e, por assim dizer, sob o feitiço da obra de Galileu. Podemos traçar seu pensamento nas obras de Spinoza e Leibniz, de Gassendi e Hobbes. E quando, em sua *Crítica da Razão Pura*, Kant tentou avaliar as consequências do empirismo e do racionalismo, ele foi obrigado a voltar à fonte desse desenvolvimento. No Prefácio à segunda edição da *Crítica*, ele diz:

Quando Galileu fez rolar no plano inclinado as esferas [...] foi uma iluminação para todos os físicos. Compreenderam que a razão só entende aquilo que produz segundo os seus próprios planos; que ela tem que tomar a dianteira com princípios, que determinam os seus juízos segundo leis constantes e deve forçar a natureza a responder às suas interrogações [...] por um lado os seus princípios [...] e, por outro, a experimentação, que imaginou segundo esses princípios, deve ir ao encontro da natureza, para ser por esta ensinada, é certo, mas não na qualidade de aluno que aceita tudo que o mestre afirma, antes na de juiz investido nas suas funções, que obriga as testemunhas a responder aos quesitos que lhes apresenta. [...] só assim a física enveredou pelo trilho certo da ciência, após tantos séculos em que foi apenas simples tateio^{2,3}.

Desejo aqui enfatizar o propósito metodológico do trabalho científico de Galileu. A fama de Galileu como cientista depende de sua descoberta e prova experimental das leis fundamentais da dinâmica e de sua defesa do sistema copernicano. Seu julgamento e condenação ligaram seu nome de uma vez por todas à história desse sistema. Mas esta não é a questão que mais nos surpreende quando hoje lemos e estudamos a obra de Galileu, pois nos trezentos anos desde sua morte nosso interesse científico e filosófico mudou. Muitos dos argumentos que Galileu se esforçou em apresentar para apoiar a teoria de Copérnico tornaram-se obsoletos. O elemento decisivo na obra de Galileu não foi a defesa de uma doutrina física ou astronômica especial (por mais importante que essa doutrina possa ser), mas a defesa de um novo conceito, de um novo ideal sistemático de verdade. Numa famosa carta, escrita no ano de 1613 a um de seus alunos, Benedetto Castelli, então professor de matemática na Universidade de Pisa, Galileu formulou o novo ideal com admirável concisão e clareza.

A carta teve um papel importante no julgamento de Galileu, pois se tornou um dos principais fundamentos de sua condenação. Mas encontramos nele não apenas a suposição de uma hipótese astronômica especial. A carta é muito mais; é uma nova filosofia da ciência, uma nova apreciação da tarefa e do valor do pensamento científico. A esse respeito, a carta é uma reavaliação radical de todos os valores. Não há autoridade humana ou divina, declarou Galileu, que possa ser colocada acima da autoridade do experimento e da dedução matemática. No campo da física, o princípio da inspiração verbal – um princípio que tinha sido até então a máxima orientadora da teologia e, conseqüentemente, da ciência medieval – deve ser totalmente rejeitado. Se em algum momento surgir uma contradição insolúvel entre algo verificado pela observação empírica e algo ensinado pela Sagrada Escritura, não pode haver dúvida quanto ao lado para o qual a balança da verdade deve pender. Há uma dupla revelação de Deus, disse Galileu – uma contida em sua palavra, a outra contida em sua obra, aquela que se encontra na Bíblia e a outra que se encontra na natureza e em suas leis gerais. Mas em caso de dúvida, a última revelação deve sempre prevalecer sobre a primeira. Pois as palavras são destinadas a propósitos humanos. Elas são as mais importantes, ou melhor, os únicos meios de comunicação entre os homens. Mas se existe alguma comunicação entre Deus e os homens, ela não pode ser baseada em um terreno tão incerto quanto as palavras. As palavras são ambíguas por sua própria natureza e essência. Para serem compreendidas, elas devem ser interpretadas – e essa interpretação deve permanecer sempre duvidosa e insegura. Mas assim que nos voltamos para a segunda fonte da revelação divina, para a revelação de Deus na natureza, essa incerteza cessa. Do apoio mútuo de fatos observáveis e proposições matemáticas demonstráveis surge uma

² KANT, Immanuel. Primeira parte: Prefácio à 2ª edição. In: *Crítica da Razão Pura*. Vol. I. Tradução de Friedrich Max Müller. Londres, 1881. p. 368 f.

³ Os tradutores se valeram da edição em português da CRP publicada pela Fundação Calouste Gulbekian, traduzida por Alexandre F. Mourão (Nota dos tradutores, doravante N. T.).

imagem da realidade que possui uma verdade única e necessária. Por que devemos, portanto, concluiu Galileu, ao nos esforçarmos para conhecer o universo e suas partes, começar com a palavra de Deus em vez de sua obra – ou talvez a obra seja menos nobre e excelente do que a palavra? Qualquer conhecimento que nos possa ser dado na forma de verdadeira experiência ou o que nos possa ser ensinado por demonstrações conclusivas nunca pode ser questionado por qualquer argumento tirado de textos bíblicos, pois nem toda palavra da Escritura é governada por leis tão rígidas quanto todo efeito na natureza.

Mas essa concepção da relação entre Deus e a natureza levou imediatamente a um novo resultado, que do ponto de vista do pensamento medieval deve ter sido não apenas surpreendente, mas escandaloso. Se a matemática é a ponte entre o pensamento humano e o divino, segue-se que não pode haver um abismo intransponível entre essas duas formas de pensamento, nenhuma diferença radical entre nossa própria mente finita e o intelecto divino. Galilei extraiu essa inferência em uma passagem famosa em seus *Diálogos*.

Se compararmos Deus e o homem, diz ele, no que diz respeito à extensão de seu conhecimento, fica claro que a ciência humana deve ser desprezada. Pois mesmo que o homem conhecesse muitos milhares de proposições verdadeiras, sua soma seria nada quando comparada com a infinidade de conhecimento possível. Mas se entendermos o conhecimento em sentido qualitativo ou, como disse Galilei, em sentido intensivo, se em vez de sua extensão levarmos em conta seu valor intrínseco e sua perfeição lógica, o problema muda repentinamente. Descobrimos então que nosso intelecto humano concebe algumas verdades tão perfeitamente que pode obter delas a evidência absoluta que existe na natureza. Deste tipo são todas as verdades matemáticas – as verdades da aritmética e da geometria. Obviamente, apontou Galilei, o intelecto divino conhece e concebe um número infinitamente maior de verdades matemáticas do que nós; pois as conhece e as compreende em sua totalidade. Mas no que diz respeito à certeza objetiva, as poucas verdades conhecidas pela mente humana são conhecidas tão perfeitamente pelo homem quanto o são por Deus. As verdades da matemática são verdades necessárias e eternas – e não podemos imaginar nenhum grau de perfeição capaz de superar essa evidência matemática.

Esta passagem, do nosso ponto de vista moderno, inofensiva e inocente, foi uma grande ofensa aos juízes eclesiásticos de Galileu. E se a passagem for medida pelos tradicionais padrões da Igreja, seus juízes estavam indubitavelmente certos, pois nega implicitamente uma das pedras angulares do edifício do pensamento medieval. No sistema medieval sempre houve uma fronteira intransponível separando dois reinos diferentes da verdade. Havia uma verdade imanente e uma verdade transcendente, uma verdade humana e uma verdade divina, uma verdade da razão e uma verdade da revelação. Mas Galilei aventurou-se em seus *Diálogos* a negar e demolir essa distinção. Assim que alcançamos a verdade real, a verdade da matemática, afirmou ele, essa cerca artificial se desfaz. A matemática é indivisível. Não há matemática imanente ou transcendente, humana ou divina. E o mesmo vale no campo das ciências naturais. Urbano VIII, o papa sob cujo pontificado Galileu foi acusado e condenado, enquanto cardeal foi um dos protetores de Galileu. Até certo ponto, ele até reconheceu a teoria copernicana como uma hipótese astronômica admissível. Mas, em uma conversa pessoal com Galilei, ele havia objetado que mesmo que todas as observações e experimentos e todos os raciocínios matemáticos amparassem a teoria de Copérnico, não se seguiria que a doutrina de Galilei fosse verdadeira. Pois a onipotência de Deus não depende das regras e princípios da razão humana. Deus estava, portanto, perfeitamente livre para criar o mundo de acordo com leis inteiramente divergentes daquelas que a ciência humana pode descobrir e a razão humana compreender.

Mas Galilei não podia aceitar essa concepção. Ele não conhecia e não admitia nenhuma contradição possível entre a vontade de Deus, por um lado, e as regras da lógica, os axiomas da matemática, os fatos da física, por outro. Se essas regras, esses axiomas, esses fatos devem ser considerados uma manifestação imediata do próprio Deus, não podemos restringir sua verdade objetiva. Onde a razão fala, aí fala Deus – e Ele não pode se contradizer.

Por meio dessa convicção filosófica e científica geral, Galilei se apartou de todo abrigo possível em seu conflito com a Igreja. Os conflitos entre a razão e a fé, entre o pensamento livre e autoritário, surgiu continuamente durante a Idade Média e, durante o início do Renascimento, a crise latente tornou-se cada vez mais manifesta. Mas, na maioria desses casos, sempre houve um refúgio pessoal definitivo. Quase todos os que duvidaram ou contestaram uma proposição fundamental e dogmática argumentaram, em forma de protesto, que de forma alguma pretendiam questionar a verdade revelada. Suas dúvidas só poderiam provar uma coisa: que existe uma dupla verdade, uma para Deus e outra para os homens, uma acessível à nossa razão e outra muito acima e além dela. Nas escolas filosóficas da Itália, a doutrina de uma dupla verdade foi cuidadosamente elaborada e desenvolvida em uma técnica especial de pensamento. Mas esse compromisso não estava aberto a Galilei, pois ele insistiu com o maior vigor que, se existe alguma verdade, essa verdade deve ser una e indivisível. A verdade é necessidade; e a necessidade não admite graus.

Mas Galilei tinha ainda outro dualismo a superar antes que pudesse fundar uma ciência da natureza. Platão baseou sua filosofia na pressuposição de que não podemos falar de uma ciência da natureza no mesmo sentido em que podemos falar de uma ciência matemática. Para ele, a matemática estava voltada para o mundo ideal, o mundo das coisas eternas e imutáveis; ao passo que a física, confinada aos limites dos fenômenos naturais, que não possuem existência real, jamais poderia descobrir o permanente. Foi muito difícil para Galilei combater a autoridade de Platão. Ele admirava Platão fervorosamente. Em muitos aspectos, ele se sentia um verdadeiro discípulo do filósofo grego e citava com frequência passagens características e importantes dos diálogos platônicos. Mas ele estava convencido de que em seu próprio trabalho, na nova ciência da dinâmica, havia removido a barreira que Platão erguera entre a ciência matemática e a natural; pois essa nova ciência provou que a própria natureza é um domínio da necessidade, ao invés do acaso. A natureza é regida por leis universais e invioláveis. A natureza, afirmou Galileu, não é nenhum mistério para a mente humana. É um livro aberto, acessível e legível a todos. Mas, para ler este livro, devemos primeiro conhecer as letras em que está escrito. E está escrito não nas percepções dos sentidos, mas em símbolos matemáticos: em triângulos, círculos e outras figuras geométricas. Se assim entendermos a natureza, então os conhecimentos geométrico e físico se tornam equivalentes em seu valor lógico. O movimento deixou de ser um mero fenômeno de mudança e fluxo; para Galilei, tornou-se uma ideia, uma forma pura pertencente tão seguramente a um reino de verdade eterna quanto nossas ideias de número ou de espaço geométrico.

A característica mais marcante da abordagem de Galileu foi sua grande simplicidade de método. As palavras *Simplex sigillum veri*, a simplicidade é o selo da verdade, são aplicáveis às suas primeiras questões e experimentos. Ele começou pela investigação de um fenômeno único e evidente – a queda de corpos pesados – algo que já havia sido observado inúmeras vezes. Mas as conclusões que ele tirou desse simples fenômeno o levaram gradualmente a uma concepção abrangente e compreensiva do mundo físico, que mudou todo o conceito de natureza do homem. Em sua *Mécanique analytique* Lagrange, um grande físico do século 18 que refinou e completou o trabalho de Galilei, comentou:

Para a descoberta dos satélites de Júpiter, das fases de Vênus, das manchas solares e assim por diante, nada além de telescópios e assiduidade foram necessários. Mas seria preciso um gênio extraordinário para detectar as leis da natureza em fenômenos em que, desde sempre eram evidentes, mas cuja explicação sempre escapou ao pensamento filosófico⁴.

O elemento realmente revolucionário na obra de Galilei consistia não apenas na maneira como ele respondia à pergunta, mas também na maneira como a formulava. E, para alcançar a nova abordagem, ele teve que se libertar de uma tradição filosófica e científica que, durante séculos, havia determinado o conceito do homem da forma do sistema cósmico.

À primeira vista, a física de Aristóteles parece estar de pleno acordo com a concepção moderna do universo. Aristóteles definiu um objeto físico ou natural como algo que tem dentro de si um princípio de movimento e repouso em relação ao lugar, tamanho ou qualidade. O movimento é, portanto, o fato fundamental na física de Aristóteles, assim como o foco é o fato fundamental do pensamento de Galilei e de suas teorias físicas. Mas há uma diferença decisiva nas “razões” do movimento tal como entendidas por Galileu, e por Aristóteles e seus seguidores medievais. Segundo Aristóteles, devemos buscar essas razões na essência e na natureza das coisas, em suas *formas substanciais*. Cada substância particular tem um movimento próprio correspondente à sua natureza peculiar, ao seu caráter ontológico. Fogo, água, ar, terra são dotados de tendências internas especiais e essas tendências determinam a forma de seu movimento: o fogo sempre ascende para cima, para os céus, a terra sempre descende para baixo, para o centro do universo. E além da esfera dos movimentos elementares – dos movimentos da água e do ar, do fogo e da terra – existe ainda outra esfera composta de uma substância bem diferente e, portanto, irreduzível às mesmas regras gerais. Enquanto todos os elementos terrestres se movem em linha reta – um movimento que depois de um certo tempo deve necessariamente parar – o movimento dos corpos celestes é eterno porque sua substância é eterna e indestrutível. A substância dos céus é incorruptível, enquanto a substância de nossos elementos, do mundo abaixo da lua, está sujeita a mudanças e decadência.

A mesma concepção prevaleceu em todos os grandes sistemas de pensamento medieval, na medida em que lidavam com os problemas fundamentais da filosofia natural. Tomás de Aquino declarou expressamente que não devemos pensar na substância das esferas celestes como algo análogo ao material de nossos corpos terrestres. Entre a matéria terrena e a celestial há uma comunidade verbal ao invés de real. A teoria da dinâmica de Galileu destruiu esse conceito de uma heterogeneidade radical da matéria – no mesmo sentido em que sua filosofia destruiu a suposição de uma heterogeneidade radical da verdade. A partir de suas observações da queda dos corpos, Galilei havia aprendido que todos os corpos pesados caem de acordo com leis idênticas e com velocidades iguais, independentemente de sua massa ou composição química. A natureza, concluiu Galilei, é uniforme; ela sempre age da mesma maneira. Para Galilei, a homogeneidade da matéria era um simples corolário de sua crença na universalidade das leis da natureza.

Mas, para atingir esse objetivo, conceber a natureza como um sistema governado por leis universais e invioláveis, o pensamento moderno teve que dar outro passo. O homem teve que renunciar à sua interpretação teleológica da natureza; ele teve que conceber as categorias de fins e meios como categorias meramente humanas restritas a um campo especial e limitado;

⁴ LAGRANGE, Joseph Louis de. *Mecânica Analítica*. Bd. I (Obras, Bd. XI), hrsg. v. Paris: Gaston Darboux, 1888. S. 237 f.: “As descobertas dos satélites de Júpiter, das fases de Vênus, das manchas do Sol, etc., exigiam apenas telescópios e assiduidade; mas era preciso um gênio extraordinário para desvendar as leis da natureza em fenômenos que sempre tivemos diante dos olhos, mas cuja explicação sempre escapou à pesquisa dos filósofos”.

perdendo, então, sua utilidade e validade assim que os homens se esforçam por uma explicação universal dos fenômenos cósmicos. Aqui compreendemos o real significado da defesa de Galileu do sistema copernicano. Ele não podia desistir; nem poderia transigir sem sacrificar a unidade e o caráter fundamental de seu pensamento. Ele adotou o sistema copernicano não apenas como uma hipótese astronômica, mas como uma emancipação do estreito antropocentrismo e antropomorfismo que até então impedia toda investigação dos fenômenos naturais. Esse conceito de finalidade – que os processos da natureza são direcionados para um fim ou moldados por um propósito – permeou a física e a metafísica aristotélica e medieval. A finalidade é tanto a razão de ser de todas as coisas quanto a razão de todo o nosso conhecimento. Do ponto de vista humano, esse conceito, atendendo não apenas às nossas exigências intelectuais, mas também éticas e estéticas, era natural e satisfatório. Mas a ciência moderna teve que abrir mão do princípio de finalidade para um sistema inteiramente novo de categorias. Em vez de se basear no conceito de meios e fins, a ciência moderna depende do conceito de espaço e tempo, número, quantidade e medida.

Passou-se muito tempo, entretanto, antes que a teleologia aristotélica fosse substituída pela concepção matemática moderna. Na ciência e na filosofia do Renascimento podemos acompanhar, passo a passo, o lento desenvolvimento que nos levou daquela para esta. Kepler voltou à concepção pitagórica do universo. Ele se esforçou para explicar a natureza com base no número e na harmonia: Deus, ele reiterou, está sempre contando e avaliando. Apesar dessa insistência, Kepler não desejava sacrificar o esquema aristotélico de pensamento. Nem as três leis formuladas por Kepler, nem a nova cosmologia inerente à obra de Copérnico, por mais importantes e decisivas que ambas tenham se mostrado para o futuro desenvolvimento do pensamento científico, eram fortes o suficiente para quebrar o poder do sistema aristotélico da física. Mesmo rejeitando ideias particulares e doutrinas particulares da física aristotélica, Copérnico e Kepler continuaram a argumentar e raciocinar dentro da estrutura de sua metafísica e ontologia. Para convencer os homens da verdade do sistema heliocêntrico, Copérnico raciocinou teleologicamente. Ele argumentou que é mais natural atribuir o lugar mais nobre, o lugar no centro do mundo, ao corpo celeste mais nobre, o sol. E no *Harmonia mundi* de Kepler encontramos, repetidas vezes, o mesmo modo de pensar. Na mente de Kepler, o pensamento matemático e a especulação estética se interpenetravam; eles eram inseparáveis. Galilei foi o primeiro a fazer tal separação. Ele não negou que explicações metafísicas ou teleológicas dos fenômenos da natureza são possíveis. Mas ele concebeu sua própria tarefa, a tarefa da filosofia natural, como tendo uma função diferente.

Aludindo a algumas especulações cosmológicas gerais do *Mysterium cosmographicum* de Kepler, Galilei observou: “Mas considerações profundas desse tipo pertencem a uma ciência superior à nossa [...] o mármore a partir do qual, mais tarde, o talentoso escultor produz aquelas obras-primas que jazem escondidas neste exterior tosco e informe”⁵.

Não podemos, portanto, obter uma visão completa da natureza e do valor da ciência de Galileu se no contentarmos em caracterizá-lo de acordo com os padrões que costumamos usar para descrever um sistema filosófico. É comum pensar que, ao analisar a filosofia moderna, deve-se traçar uma linha clara de demarcação entre a teoria do conhecimento racionalista e a empirista. Mas, se seguirmos esse procedimento, o lugar que devemos atribuir ao pensamento e à obra de Galileu não é nada óbvio. Galileu não era apenas um empirista; pode-se afirmar que ele e não Bacon foi o verdadeiro fundador do empirismo filosófico moderno. Por outro lado,

⁵ GALILEU GALILEI. *Diálogos sobre duas novas ciências*. Tradução de Henry Crew e Alfonso de Salvio. Nova York: Macmillan, 1914, p. 193. [Zitat S. 194].

não houve pensador racionalista que desde a época de Leibniz, não tenha admirado Galileu e citado seu método. A estrutura lógica da filosofia natural de Galileu não deve ser descrita pelas categorias de empirismo ou racionalismo tomadas em seu sentido tradicional. Pois sua filosofia natural não separa razão e experiência; pelo contrário, estabelece entre eles uma relação inteiramente nova. Uma lei da natureza deve ser baseada em fatos; não deve conter nenhum elemento incapaz de verificação, de prova experimental. Mas os próprios fatos não derivam apenas da experiência sensorial. Os fatos brutos, antes que possam se tornar a base para o que chamamos de lei da natureza, devem ser analisados e colocados em uma ordem lógica. Na obra científica de Galileu, encontramos os primeiros e, de certo modo, os exemplos clássicos desse tipo de análise mental. Embora fundado na experiência, não identifica a experiência científica com o que é imediatamente percebido pela percepção sensorial ou pela observação acidental, não metódica. Toda investigação sobre as leis da natureza está, Galileu estava convencido, ligada a um procedimento duplo – a um método de análise e síntese ou, para usar os próprios termos de Galileu, a um método de resolução e um método de composição. O pensamento científico deve dissolver os fenômenos complexos da natureza para reconstruí-los a partir de seus elementos; deve diferenciá-los para integrá-los.

Galileu ainda não possuía os conceitos e métodos técnicos introduzidos pelo pensamento matemático moderno, pela “teoria das fluxões” de Newton e pelo cálculo diferencial de Leibniz. Mas seu gênio matemático era tão elevado que conseguiu aplicar métodos modernos antes que eles encontrassem expressão ou prova explícitas. Pela aplicação do método de análise e síntese, de diferenciação e integração, chegou às suas principais descobertas no campo da dinâmica, sua formulação da lei da inércia, suas teorias sobre a composição dos movimentos e das forças, sua dedução das leis da queda dos corpos e da parábola como a curva de projeção. A lei da inércia está muito longe de ser a descrição imediata de um fenômeno derivado da experiência sensorial. Parece, de fato, contradizer todos os dados da percepção sensorial, pois nunca observamos um corpo realmente se movendo independente da influência de qualquer força externa. Mas nosso pensamento científico e nossa imaginação científica podem muito bem, e devem assumir e pressupor um estado que a rigor está fora de nossa observação. Em seu *Farbenlehre*, Goethe traçou um paralelo entre Bacon e Galileu. Ele declarou que Bacon não era de forma alguma o verdadeiro fundador do empirismo moderno, pois seu método era muito mais um método de desintegração do que de unificação. Em contraste com Bacon com sua acumulação aleatória de positivo e negativo, em alguns casos, Galileu introduziu um novo tipo de indução, um método de simplificação em vez de expansão e dispersão. Na maioria dos experimentos fundamentais de Galileu, não é tanto o volume da evidência empírica, mas sua interpretação dela que é de importância primária. Goethe continua dizendo:

Através do método de dispersão de Bacon, a ciência natural parecia estar dispersa para sempre. Mas através de Galileu tornou-se ao mesmo tempo unido e concentrado. Galileu provou em sua juventude que, para um verdadeiro gênio, um caso pode representar mil casos, na medida em que desenvolveu a teoria do pêndulo e da queda dos corpos a partir da observação de uma lâmpada oscilante em uma catedral⁶.

⁶ GOETHE, Johann Wolfgang von. *Materiais sobre a história da Teoria das Cores*. Vol. II/1 (Obras editadas por ordem da grã-duquesa Sofia da Saxónia, Secção 2, Vol. III). Weimar, 1893. p. 246. “Se a ciência natural parecia fragmentada para sempre pelo método de dispersão de Verulam, Galileu imediatamente a recompôs; ele trouxe a ciência da natureza de volta ao homem e mostrou em sua juventude que o gênio vale uma queda por mil, desenvolvendo a teoria do pêndulo e a queda dos corpos das lâmpadas oscilantes da igreja”.

Olhando para trás, para as grandes descobertas de Galileu, percebemos que, ao longo da história da ciência, talvez não tenha havido outro exemplo de um objetivo tão grande alcançado por meios tão insignificantes e inadequados. Galilei não tinha laboratório físico nem aparato técnico em nosso sentido moderno. A maioria de seus instrumentos ele mesmo inventou e construiu. Ele criou sua balança hidrostática, seu telescópio. Ele não tinha cronômetro, nenhum instrumento para medir o tempo. Ao observar a lâmpada oscilante na catedral de Pisa, ele contou seu pulso para medir o tempo. Ele também não possuía nossas ferramentas conceituais. Ele trabalhou sem o cálculo infinitesimal que nas mãos de seus sucessores, Newton e Lagrange, era um dos mais poderosos instrumentos intelectuais. Pelo poder, a clareza, a precisão de seu gênio analítico, ele se tornou o fundador do que hoje chamamos de física teórica.

Galilei não foi um filósofo sistemático no sentido que costumamos associar a esse termo. No entanto, embora ele não tenha, como Descartes, começado com um princípio geral para deduzir deste princípio todos os fenômenos do universo físico e espiritual, suas várias ideias estavam ligadas umas às outras em um todo admiravelmente consistente. O conceito da unidade da verdade envolve o conceito da unidade da natureza. A natureza era para Galileu um sistema regido por leis invioláveis. Galilei não foi o primeiro a conceber essa ideia. Encontramos a mesma concepção, mais de cem anos antes, nos manuscritos de Leonardo da Vinci. *A necessidade*, escreveu Leonardo, “é a mestra e tutora da natureza; é o assunto, bem como a descobridora da natureza; isso é seu freio e sua governante eterna”⁷. Mas Galileu provou o que Leonardo sentiu como um grande artista e como um grande gênio científico. Foi em Galileu que todas as ideias e ideais básicos do Renascimento atingiram sua plena maturidade.

Galileu não deve ser pensado apenas como um grande pensador e um grande cientista. As manifestações de seu gênio não se limitaram a sua descoberta de fenômenos naturais, sua formulação de leis científicas ou seu conceito da natureza do mundo físico. Estes não são seus únicos e talvez não sejam seus principais méritos.

Kant, no final de sua *Crítica da Razão Prática*, escreveu:

Duas coisas enchem o ânimo de admiração e veneração sempre nova e crescente, quanto mais frequente e persistente a reflexão ocupa-se com elas: o céu estrelado acima de mim e a lei moral em mim. Não cabe procurar e simplesmente presumir ambas como envoltas em obscuridade, ou no transcendente além de meu horizonte, vejo-as antes de mim e conecto-as imediatamente com a consciência de minha existência. A primeira começa no lugar que ocupo no mundo sensorial externo e estende a conexão, em que me encontro, ao imensamente grande com mundos sobre mundos e sistemas de sistemas e, além disso, ainda a tempos ilimitados de seu movimento periódico, seu início e duração. A segunda começa em meu si-mesmo invisível, em minha personalidade, e expõe-me em um mundo que tem verdadeira infinitude, mas que é acessível somente ao entendimento e com o qual (mas deste modo também ao mesmo tempo com todos aqueles mundos visíveis) reconheço-me, não como lá, em ligação meramente contingente mas em conexão universal e necessária. O primeiro espetáculo de uma inumerável quantidade de mundos como que aniquila minha importância enquanto criatura animal, que tem de devolver novamente ao planeta (um simples ponto do universo), a matéria da qual ela se formara, depois que fora por um curto espaço de tempo (não se sabe como) dotada de força vital. O segundo espetáculo, ao contrário, eleva infinitamente meu valor enquanto inteligência, mediante minha personalidade, na qual a lei moral revela-me uma vida independente de animalidade e mesmo de todo o mundo sensorial^{8,9}.

⁷ VINCI, Leonardo. Escritos literários retirados de autógrafos (Nr. 1135), hrsg. v. Jean Paul Richter, Bd. II, Londres, 1883. S. 285: “A necessidade é a mestra e guardiã da natureza; A necessidade é o tema e o inventor da natureza e um freio e regra eternos”.

⁸ KANT, Immanuel. Exame crítico da Razão Prática. In: *Crítica da Razão Prática e outras obras sobre a Teoria da Ética*. Tradução de Thomas Kingsmill Abbott. Londres, 1927, p. 260.

⁹ Os tradutores se valeram da edição em português da CRPr publicada pela Martins Fontes, traduzida por Valério Rohden (N. T.).

Em ambos os aspectos, Galilei foi um pioneiro do pensamento moderno e da consciência moderna. Ele era grande não apenas em seu gênio intelectual, mas também em sua personalidade. E ele nunca foi maior do que nos últimos anos de sua vida, após seu julgamento e sua condenação. Há uma velha lenda segundo a qual, depois de ter abjurado a heresia do sistema copernicano, Galileu acrescentou em voz baixa as palavras “*Eppur si muove*”, mas ainda assim se move. Essas palavras não foram ditas e não poderiam ter sido ditas. Galilei não podia desafiar as autoridades da Igreja que eram as donas de seu destino. Mas como prisioneiro da Inquisição, e na maior miséria pessoal, ele continuou e completou seu trabalho principal, o *Conversas e demonstrações matemáticas sobre dois novos ramos da ciência* – uma obra que sempre permanecerá o clássico da ciência moderna. Quando o escreveu, Galileu tinha mais de setenta anos. Ele vivia em total reclusão, sem amigos, isolado do contato com outros cientistas, privado de todos os meios de pesquisa científica e até mesmo dos confortos comuns da vida. Ele sofria de várias doenças e estava sem cuidados médicos. Ao realizar seu trabalho nessas circunstâncias, Galileu tornou-se um grande descobridor não apenas no campo da ciência física, mas também no mundo moral.

Galileu percebeu que sua obra não era um fim, mas um mero começo e previu suas potencialidades para o futuro. Em suas *Conversas e demonstrações matemáticas sobre dois novos ramos da ciência*, ele escreveu:

Meu propósito é apresentar uma ciência muito nova que lida com um assunto muito antigo. Não há, na natureza, talvez nada mais antigo que o movimento, sobre o qual os livros escritos por filósofos não são poucos nem pequenos; no entanto, descobri por experiência algumas propriedades que valem a pena conhecer e que até agora não foram observadas ou demonstradas. [...] e o que considero mais importante, foram abertos a esta vasta e excelente ciência, da qual meu trabalho é [apenas] o começo, caminhos e meios pelos quais outras mentes mais agudas do que a minha explorarão seus cantos remotos¹⁰.

Encontro em uma das obras do grande filósofo medieval, Boaventura, pensador do século XIII, uma passagem que argumenta que sempre deve haver um abismo entre uma convicção baseada por motivos religiosos e uma convicção baseada em meros argumentos científicos ou racionais. A firmeza e segurança derivadas da fé e da revelação são sempre superiores a um julgamento não tendo outro suporte senão a lógica ou o empirismo. Como confirmação desta tese, Boaventura salientou que nunca houve um homem que morreu por causa de uma verdade especulativa. Um geômetra que escolheria morrer por uma verdade matemática seria considerado um tolo, levando em conta que todo homem fiel e piedoso está pronto para morrer por qualquer artigo de sua fé. Estas são palavras características, iluminando notavelmente a diferença entre o pensamento medieval e o pensamento moderno – o pensamento representado por Galileu. Em Galileu apareceu não apenas uma nova ciência, mas um novo espírito – a ética da ciência. “Acreditar em seu próprio pensamento”, escreveu Emerson em seu ensaio *Autossuficiência*, “acreditar que o que é verdadeiro para você [...] é verdadeiro para todos os homens, – isso é genial. Fale sua convicção latente, e será o sentido universal; para o mais íntimo no devido tempo, torna-se o máximo [...]”¹¹. Estas palavras podemos aplicar a Galilei. Ele não morreu como um mártir. Mas sob as condições mais trágicas ele permaneceu fiel à sua grande tarefa científica – ele expressou sua convicção e esta convicção tornou-se o sentido universal.

¹⁰ GALILEU GALILEI. *Diálogos sobre duas novas ciências*. p. 153.

¹¹ EMERSON, Ralph Waldo. Self-Reliance. In: Ensaaios. (Obras, Bd. II). Londres; Nova York, 1906. S. 35-72: S. 37.

Referências

- EMERSON, Ralph Waldo. Self-Reliance. In: *Ensaaios* (Obras, Bd. II). Londres; Nova York, 1906. S. 35-72: S. 37.
- GALILEU GALILEI. *Diálogos sobre duas novas ciências*. Tradução de Henry Crew e Alfonso de Salvio. Nova York: Macmillan, 1914.
- GOETHE, Johann Wolfgang von. *Materiais sobre a história da Teoria das Cores*. Vol. II/1 (Obras editadas por ordem da grã-duquesa Sofia da Saxônia, Secção 2, Vol. III). Weimar, 1893.
- KANT, Immanuel. Exame crítico da Razão Prática. In: *Crítica da Razão Prática e outras obras sobre a Teoria da Ética*. Tradução de Thomas Kingsmill Abbott. Londres, 1927, p. 85-262.
- KANT, Immanuel. Exame crítico da Razão Prática. In: *Crítica da Razão Prática*. Tradução de Valério Rohden. São Paulo: Martins Fontes, 2016.
- KANT, Immanuel. Primeira parte: Prefácio à 2ª edição. In: *Crítica da Razão Pura*. Vol. I. Tradução de Friedrich Max Müller. Londres, 1881.
- KANT, Immanuel. Primeira parte: Prefácio à 2ª edição. In: *Crítica da Razão Pura*. Vol. I. Tradução de Alexandre F. Mourão. Lisboa: Edição Calouste Gulbekian, 2010.
- LAGRANGE, Joseph Louis de. *Mecânica Analítica*. Bd. I (Obras, Bd. XI), hrsg. v. Paris: Gaston Darboux, 1888.
- VINCI, Leonardo. *Escritos literários retirados de autógrafos* (Nr. 1135), hrsg. v. Jean Paul Richter, Bd. II, Londres, 1883.