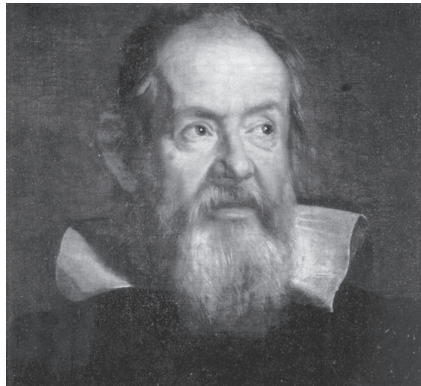


# As descobertas astronômicas de Galileu Galilei



GALILEU GALILEI (1564-1642)

# As descobertas astronômicas de Galileu Galilei

Antonio Augusto Passos Videira

*Vieira & Lent*

*Rio de Janeiro, agosto 2009*

© 2009 by Antonio Augusto Passos Vieira

Direitos desta edição reservados a  
*vieira & lent* casa editorial Ltda.

Rua Senador Dantas 118 | cj.407

20031-201 | Rio de Janeiro | RJ

Telefax | 21 2262 8314

editora@vieiralent.com.br

www.vieiralent.com.br

Coleção CIÊNCIA NO BOLSO

**Editores**

Roberto Lent e Cilene Vieira

**Conselho Editorial**

Ciências Exatas | Caio Lewenkopf | Departamento de Física | UERJ

Ciências Humanas | Carlos Fausto | Museu Nacional | UFRJ

Ciências Biológicas | Stevens Rehen | Instituto de Ciências Biomédicas | UFRJ

Capa *Fernando Leite*

Editoração *Leandro Collares (Selênia Serviços)*

Revisão *Maria Beatriz Branquinho da Costa*

Os editores agradecem a gentil colaboração de Cássio Leite Vieira.

---

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO-NA-FONTE — SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ.  
V713g

Vieira, Antonio Augusto Passos

Galilei Galileu e a astronomia / Antonio Augusto Passos Vieira. — Rio de Janeiro : Vieira & Lent, 2009.

112p.: il. — (Ciência no bolso; 10)

Contém glossário

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-88782-61-7

1. Galileu, 1564-1642. 2. Astronomia. 3. Astronomia - Instrumentos.

I. Título. II. Série.

09-3294.

CDD: 610.28

CDU: 52

06.07.09 08.07.09

013663

1ª edição, agosto de 2009

© *vieira & lent* casa editorial Ltda.

Este livro é dedicado à memória de Antares Kleber Grijó de Oliveira, precocemente falecido em março de 2009, e que, na verdade, foi seu inspirador pelo convite que me fez para participar das atividades que pretendia realizar no Observatório Nacional, dedicadas ao Ano Internacional da Astronomia. Nos mais de 15 anos em que pude desfrutar da amizade e da confiança de Antares, convivi com uma pessoa correta, séria, competente e crítica. Essas qualidades faziam dele um colega insubstituível.



# Sumário

<i>Apresentação</i>	9
1 Introdução	13
2 Breve biografia de Galileu Galilei	25
3 As descobertas astronômicas de Galileu	41
4 A concepção galileana de natureza e as relações entre ciência e fé	67
5 Conclusão	79
6 Cronologia da vida de Galileu	91
7 Relação dos livros publicados por Galileu ou a ele atribuídos	93
<i>Sugestões de leitura</i>	97
<i>Notas</i>	101
<i>Agradecimentos</i>	105
<i>Sobre o autor</i>	106



# Apresentação

EM NOSSOS DIAS, OS CIENTISTAS SÃO PESSOAS QUE despertam fascínio em muitos de nós, sejam ou não interessados nos métodos e processos que usam para fazer as descobertas. A nossa época caracteriza-se pelo valor imenso que dá às descobertas sobre a natureza, normalmente atribuídas à competência teórica e técnica dos cientistas. Estes últimos são personagens com alto valor simbólico e social. Contudo, nem sempre foi assim. Houve um tempo em que aqueles que procuravam conhecer os mecanismos da natureza não usufruíam de um reconhecimento social, específico e

especial. Até o início da chamada Idade Moderna, que se deu, mais ou menos, a partir de meados do século XVI, o filósofo natural, nome de então ao nosso cientista de hoje, era certamente respeitado, mas não tinha muita proeminência nas cortes e universidades europeias. Teólogos e filósofos com conhecimentos das obras de Aristóteles, Santo Agostinho ou São Tomás, entre outros, eram vistos como mais importantes, posto que o saber sobre as Escrituras e sobre a ordenação hierarquizada e hierárquica que o filósofo grego dera à natureza eram percebidos como mais relevantes. O matemático, por exemplo, ocupava, na ordem dos saberes, uma posição abaixo do teólogo e do filósofo.

Com as obras de Copérnico, Bacon, Descartes, Galileu, Harey, Gilbert, Newton e muitos outros, essa situação se inverteu, alcançando o cientista um lugar destacado e invejado. Essa transformação foi concluída na passagem do século XVIII para o século XIX. Ainda que nos últimos anos — ao menos desde o lançamento das duas bombas atômicas sobre Hiroshima e Nagasaki —, essa posição desfrutada pela ciência venha merecendo críticas fortes e contundentes, é certo que ainda atrai nossa atenção e é considerada merecedora de nossa admiração, que só faz aumentar quando se reconhece que conhecer

os mecanismos existentes na natureza é tarefa sedutora e desafiadora, que exige esforço e dedicação fora do comum. Fazer ciência é trabalhar arduamente.

Nos dias de hoje, o cientista apresenta características como dedicação, concentração, imaginação, raciocínio lógico, soberba e paixão, entre outras. Evidentemente, nem todos os cientistas possuem as mesmas características. O mundo da ciência é povoado por pessoas muito diferentes entre si.

Galileu Galilei certamente tinha algumas das “marcas registradas” de “nossos” cientistas. Ele nunca economizou esforços, dedicação e paixão às questões e aos problemas para os quais ofereceu soluções corretas e erradas; soluções que o tornaram conhecido, já em sua época. Um dos domínios em que Galileu se fez conhecido foi o da astronomia. Mesmo que também no estudo da cinemática, ramo da física que investiga como ocorrem os movimentos dos corpos sem que haja preocupação em conhecer as forças aí envolvidas, Galileu tenha dado contribuições importantes para o desenvolvimento da ciência, foi na astronomia que provocou as principais transformações na visão de mundo vigente no início do século XVI, as quais acabaram por levar ao gradual desaparecimento da visão aristotélica de mundo com as suas ramificações

religiosas. A natureza, segundo Galileu, é laica, objetiva, indiferente aos desejos dos seres humanos, distante, precisa e matemática. Tal como nós a vemos nos dias que correm.

A imagem galileana de natureza não foi construída apenas por meio de suas descobertas feitas com o uso da luneta, mas também foi alcançada graças ao uso que fez delas. Em Galileu, impressiona-nos a habilidade instrumental e observacional que tinha, mas é igualmente espetacular sua capacidade de usar as descobertas para defender as ideias que tinha sobre a organização do mundo e o lugar nele ocupado pelo homem. Galileu não foi homem de fugir a polêmicas e disputas intelectuais. Ao contrário, gostava delas e sabia tirar proveito em favor de suas próprias concepções quando nelas se envolvia.

O ano de 2009 foi escolhido pela União Astronômica Internacional (IAU) o Ano Internacional da Astronomia justamente para que pudéssemos lembrar e comemorar os feitos do sábio italiano. Homenagem merecida: após Galileu, nosso mundo nunca mais foi o mesmo.

# 1

## Introdução

*A ciência moderna não saiu, perfeita e completa, como Atena da cabeça de Zeus, dos cérebros de Galileu e Descartes. Ao contrário, a revolução galileiana e cartesiana — que, apesar de tudo, permanece como uma revolução —, foi preparada por um longo esforço de pensamento.*

Alexandre Koyré <sup>1</sup>

ESTE LIVRO TRAZ, APÓS UMA BREVE INTRODUÇÃO, algumas contribuições de Galileu para a astronomia. Essa introdução pretende mostrar que suas descobertas foram principalmente devidas a sua corajosa e ousada decisão de usar um novo instrumento — o *perspicillum*, ou a luneta telescópica — para investigar os céus. Ao perceber as novas possibilidades de estudo abertas pela luneta, Galileu decidiu trabalhar com o propósito de comprovar a veracidade do sistema copernicano, o qual, basicamente, afirmava que a Terra gira em torno do Sol, agora transformado em centro do universo.

Sua decisão foi, em parte, guiada pela crença, alcançada quando já era homem maduro, com 40 anos ou mais, de que o sistema copernicano era aquele que não apenas descrevia melhor os movimentos dos astros, no sentido de salvar as aparências,<sup>2</sup> mas que correspondia à verdadeira estrutura do cosmo. Porém, a adesão ao copernicanismo não parece ser explicada apenas por critérios científicos. Nesse caso, Galileu não foi levado a aceitar a verdade copernicana por nenhuma decisão baseada em observações ou raciocínios lógico-dialéticos (conclusões ou inferências alcançadas por meio de regras lógicas semelhantes a, por exemplo, Barbara: (1) todos os M são P. (2) todos os S são M. (3), e a conclusão extraída de (1) e (2) é todos os S são P.) retirados de leituras cuidadosas das obras dos filósofos peripatéticos (aqueles filósofos que, mesmo com diferenças entre eles, eram partidários dos mais importantes princípios do pensamento de Aristóteles) ou do próprio Aristóteles. Sua decisão em prol do copernicanismo parece ter sido baseada na convicção, crescente com o passar dos anos, de que a física aristotélica era simplesmente errada e incapaz de dar conta dos novos fenômenos observados através da luneta.

De modo algum alimento com este pequeno trabalho alguma pretensão à completude quanto à exposição da obra

de Galileu ou mesmo à defesa de algum argumento original acerca da relevância de seu pensamento. Ainda que defenda — como será visto mais adiante — certa atitude diante da obra galileiana. Não posso abordar muitos aspectos de sua complexa produção intelectual, como de que modo lhe foi possível descobrir a lei da queda livre dos corpos pesados próximo à superfície da Terra ou argumentar em favor do uso da matemática para descrever e entender a estrutura do universo. Preferi, assim, restringir-me a um período relativamente curto, e o qual é certamente conhecido e muito comentado, de sua fantástica capacidade de investigador, a saber: os anos entre 1609 e 1619, aproximadamente. As descobertas, por exemplo, feitas entre os meses de setembro de 1609 e fevereiro de 1610, época em que Galileu descobriu os satélites de Júpiter, entre outras observações astronômicas de impacto enorme, estão entre aquelas que implicaram o que se convencionou denominar de revolução galileiana. Não é exagero afirmar que a descoberta dos satélites de Júpiter, das fases de Vênus, o estudo das manchas solares e a discussão sobre a localização e a natureza dos cometas, pesquisas realizadas ao longo da primeira metade da década de 1610, conferem a Galileu uma importância significativa na história da ciência. Ele simplesmente contribuiu para transformar nossa visão de mundo.

A descrição dessa descoberta, feita pelo próprio Galileu, que lhe deu um lugar de destaque muito desejado de matemático e filósofo na corte toscana, também contribuiu para que se tornasse conhecido em diversas cortes europeias. A maneira pela qual divulgou suas descobertas, o modo como obteve o reconhecimento junto à corte dos Médici, incluindo um aumento nos vencimentos, bem como a propaganda em favor de novas ideias, que atingiram vários segmentos diferentes da sociedade de então, mostram-nos que Galileu sabia que a verdade científica não se estabelece apenas devido a sua relevância e a sua novidade, sendo necessário também saber apresentar, divulgar e defender “as novas verdades”.

Pretendo discutir as implicações que o próprio Galileu extraiu de suas descobertas astronômicas para favorecer o sistema copernicano e o modo pelo qual essas implicações exigiam uma revisão profunda das relações entre ciência e fé. Com relação a este último tópico, penso que Galileu, embora tenha defendido uma separação entre aquelas duas áreas, não o fez de modo a impedir qualquer comunicação entre esses dois domínios. Sua intenção era mostrar que os textos sagrados deveriam ser interpretados à luz do que era determinado pelo estudo minucioso e dedicado de um outro livro, mais difícil que

a Bíblia: o livro da natureza. A dificuldade inerente ao livro da natureza deve-se ao fato de que está escrito numa língua específica — matemática —, que não é aprendida correntemente no seio da família ou com os amigos. Em parte, a raiz dos conflitos entre Galileu e a Igreja situa-se na disputa acerca da autoridade responsável pelos ensinamentos a serem extraídos da natureza. Como bem descreve um dos mais importantes historiadores da ciência desse período, o italiano Paolo Rossi:

*A maior parte dos intérpretes de Galileu insistiu — e com justa razão — sobre o grande tema galileano da distinção teologia-ciência, sobre a redução do texto sagrado ao plano das verdades morais, sobre a oposição de Galileu às autoridades (“A ciência e a filosofia dos modernos”, p. 109).*

Anteriormente, afirmamos que, neste livro, alimentamos a pretensão de defender uma certa tese. Vejamos qual é ela. Em termos historiográficos, ou seja, se levarmos em consideração os procedimentos, os objetivos e os valores usados para narrar a história da ciência, um dos principais objetivos deste pequeno livro é defender a tese de que não é possível compreender a importância e o impacto da obra de Galileu, mesmo que restrita ao domínio da astronomia, caso

a consideremos apenas a partir da perspectiva dominante em nossos dias, que toma a divisão entre disciplinas como base natural para o entedimento do desenvolvimento do conhecimento científico. Como muito bem observou Rossi:

*Num contexto cultural [o da época de Galileu] desse tipo, tão variado e difícil, tão rico de incertezas e de equívocos.... (...) a discussão sobre o copernicanismo não parece de modo algum solucionável no plano de uma pura 'história da astronomia' ("A ciência e a filosofia dos modernos", p. 161).*

Desse modo, o surgimento e o desenvolvimento da ciência moderna requerem uma outra perspectiva, diferente daquela que defende que o conhecimento se dá segundo um crescimento linear, cumulativo, e sempre capaz de superar os obstáculos colocados à sua frente pelas tradições e pelo senso comum, como defendido pelo italiano Rossi:

*A ciência moderna, que tem a ver com as 'teorias' e com os 'experimentos', com a 'necessidade' e com a 'contigência', com a 'simplicidade' e com a 'variedade' da natureza, que se nutriu de visões metafísicas divergentes e opostas, nasceu, por caminhos tortuosos e difíceis, de múltiplas e discordantes tradições ("A ciência e a filosofia dos modernos", p. 212).*

A tese presente na citação anterior pode ser aplicada ao nosso personagem, tornando-se possível entender o surgimento, aos olhos de filósofos e historiadores partidários de escolas filosóficas e historiográficas bem fixadas, de um Galileu ambíguo e distinto daquele que nos foi legado pela tradição, que lhe atribui a paternidade da ciência moderna. A busca pela compreensão das realizações galileanas por meio dos critérios atuais não é adequada ou razoável, como já apontado. Por exemplo, procurar um ‘Galileu’ fiel a uma mesma escola — empirista, defensora de que as informações obtidas por meio de sentidos, como visão, olfato e outros, constituem a origem do conhecimento; ou racionalista, que afirma ser a capacidade intelectual inata aos seres humanos a origem dos nossos conhecimentos —, não é esclarecedor de seu pensamento, como justificadamente afirmou Pablo Mariconda, filósofo da ciência e tradutor brasileiro de Galileu:

*[...] é importante [...] não esquecer que o programa filosófico de Galileu é inteiramente dependente de seu programa de investigação científica. A ausência de um programa autônomo e sistemático de investigação filosófica tem como consequência aquela aparência de oportunismo inescrupuloso à qual se referia Einstein.<sup>3</sup> Afinal, Galileu é em certo sentido*

*um platônico, em certo sentido um atomista, em certo sentido um aristotélico, em função das conveniências circunstanciadas por suas investigações e posições científicas* (Mariconda, 1989, pp. 129-130).

Há muito se sabe que para compreendermos de maneira menos imperfeita as transformações sofridas pelas imagens e representações que os homens construíram ao longo dos séculos acerca da natureza, é preciso abandonar aquele ponto de vista de um desenvolvimento científico qualquer como uma consequência lógica e necessária dos eventos anteriores. A história não se dá pelo abandono de visões e crenças, as quais mostram-se, sem deixar lugar para dúvidas, constituintes de erros e/ou superstições. Em outras palavras, a história não se desenrolaria segundo uma perspectiva determinada pela razão ou por um plano que lhe é subjacente e capaz de condicionar os eventos históricos. As épocas posteriores não são um aperfeiçoamento das anteriores ou, ainda, a trajetória da humanidade não é linear, nem “condenada” ao progresso.

Se aplicarmos essas ideias a Galileu, uma das primeiras “consequências” que se pode extrair é que ele não foi o único, e talvez nem mesmo o principal respon-

sável, pela escolha final do sistema de Copérnico. Afirmar que Galileu não realizou sozinho essa transformação de modo algum diminui seus méritos e a importância de seus feitos. Ao contrário, sou da opinião de que inseri-lo em seu tempo, colocando-o em diálogo com seus contemporâneos e antecessores, serve para que nos seja possível avaliar melhor os obstáculos com os quais teve que lidar e tentar superar. Que o próprio Galileu tenha reconhecido que era necessário contar com o apoio e a ajuda de outras pessoas, apesar do orgulho que sentia por suas realizações, parece-me ser evidente, sendo relevante, ainda que não suficiente, relembrar o fato de que ele recorreu a diálogos para compor seus mais importantes tratados científicos.

Duvidar de teses — como aquela proposta pelos filósofos naturais do século XVIII, os iluministas, de que foi o obscuratismo da Igreja que condenou Galileu e suas ideias heliocêntricas — não implica a defesa de um antirracionalismo ou de um retorno a épocas em que a religião era vista como mais importante do que a ciência. O fato de que ainda hoje falamos de Galileu e de suas disputas com a Igreja deveria ser suficiente para mostrar que qualquer solução de tipo “ou preto, ou branco” é simplista e redutora, não correspondendo à realidade. Retomar Gali-

leu, o que me parece recomendável, só faz sentido se for para recusarmos simplificações.

Galileu ainda em vida suscitou debates polêmicos e apaixonados, numa simbiose com a sua própria personalidade, ela mesma possuidora dessas características. No domínio da história da ciência, esses debates já duram décadas. Até o momento, não foi possível alcançar um consenso sobre muitas questões consideradas vitais para a compreensão de sua contribuição para a ciência moderna. Esse consenso, além de impossível, parece ser inútil. Galileu não se deixa aprisionar por uma perspectiva epistemológica ou historiográfica. Como bem lembra o historiador da ciência brasileiro Carlos Arthur Ribeiro do Nascimento:

*De fato, há toda uma tradição historiográfica que tenta apresentar um Galileu empirista que fundamentaria, em última instância, suas descobertas em experimentos não só imaginados, mas efetivamente realizados. Stillman Drake, o ilustre tradutor e estudioso norte-americano de Galileu, seria alguém que se situaria dentro desses parâmetros. Opondo-se a esta orientação, é conhecida a proposta interpretativa liderada por Alexandre Koyré, que procuraria ressaltar os caracteres apriorísticos*

*da construção científica galileana que tiraria sua inspiração última de uma epistemologia de caráter platônico. Não faltaram mesmo aqueles que tentariam uma via média entre os dois extremos apontados, como Maurice Clavelin e talvez Paolo Rossi (Nascimento, 1995, p. 188).*

Quanto a mim, sou da opinião de que Galileu suscita e suscitará durante muito tempo polêmicas e debates, pois suas questões, suas teses e suas dúvidas são nossas; são constitutivas do nosso modo de ser, já que apontou com clareza impressionante as consequências decorrentes das opções feitas por ele mesmo. Em suma, Galileu ainda tem muito a nos dizer, porque suas ambiguidades são nossas; por exemplo, nossas leis científicas descrevem as regularidades dos fenômenos naturais ou vão mais além, tentando encontrar as causas dessas regularidades.

Antes de finalizar esta breve introdução, gostaria de observar que não descreverei ou comentarei o julgamento e a condenação de Galileu. Este célebre episódio da história da ciência ultrapassa, e não pouco, as fronteiras disciplinares e institucionais com as quais estamos habituados a conviver desde o século XIX. Creio que compreender esse evento, bem como aqueles que o an-

tecederam, nos levaria para longe do conteúdo que me propus discutir aqui. Nessa minha decisão, não há, de modo algum, a sugestão de que não há conexão entre os eventos aqui descritos e o que se passou em Roma no primeiro semestre de 1633. A conexão é evidente e por demais conhecida.

Todavia, como estou convencido de que a condenação de Galileu não pode ser explicada apenas por sua defesa do copernicanismo, já que muitos outros fatores, normalmente vistos como externos à ciência, desempenharam algum tipo de influência no julgamento do setuagenário filósofo e matemático — como os rumos que a Guerra dos Trinta Anos então tomava —, creio ser mais prudente adotar o silêncio sobre este tema, sobre o qual existe literatura abundante e interessante.

## 2 | Breve biografia de Galileu Galilei

A OBRA DE GALILEU, E QUE LHE DEU JUSTA FAMA, não pode ser compreendida em separado de sua vida. Em outras palavras, vida e obra constituem uma unidade, como, aliás, deve ser o caso de toda vida desfrutada intensa e apaixonadamente. Não resta dúvida de que Galileu viveu plenamente sua vida, consagrando-a em defesa de uma nova maneira de ver e compreender a natureza, com consequências sobre o lugar e o papel do homem na natureza. Sou da opinião de que se adotarmos uma perspectiva equivocada, não será possível entender de que modo a trajetória de vida

de Galileu é coerente com os resultados, errados e certos, que obteve.

Durante sua longa vida, Galileu realizou diferentes atividades. Muitas delas não seriam, em nossos dias, consideradas típicas de um físico ou astrônomo. Galileu não pode ser interpretado à luz de nossas categorias profissionais ou divisões entre saberes. O abandono de nossa concepção de profissional ou de diletante é útil para melhor compreendermos que tenha sido Galileu com 40 anos de idade — maduro e velho para os nossos tempos, que determinam que os gênios da ciência devem ser jovens —, que descobriu a lei da queda livre dos corpos pesados. Não foi aos 40 anos que Galileu, por meio de alguma experiência interna ou radical, se transformou no Galileu que entrou para a história do pensamento ocidental.

Para Eugenio Garin, célebre historiador italiano, especialista em temas como Renascimento e suas imbricações com o surgimento da ciência moderna, a vida e a obra de Galileu estão relacionadas ao tempo e ao local em que viveu e atuou. Em suas palavras:

*Falou-se de Veneza, a terra dos anos felizes de Galileu; de Pisa e Pádua, da Toscana e do Vêneto: são estes os limites geográficos de sua vida, tendo ao*

*fundo Roma e a Igreja pós-tridentina* [pós Reforma protestante] (Garin, 1996, p. 35).

Apesar de Galileu ter trabalhado sempre no norte da Itália, onde se sentia em casa, a presença da Igreja Católica, com sede em Roma, foi uma constante em sua vida, bem como na de seus contemporâneos. É praticamente impossível compreender a obra e a vida de Galileu, com seus lances geniais e trágicos, sem enquadrá-las nesses limites geográficos e políticos, ou seja, sem vê-las à luz e codeterminadas pelos objetivos e pressões sentidas e exercidas pela política e pelas organizações social, política e cultural do papado e das cortes italianas.

Galileu Galilei nasceu em Pisa, no dia 15 de fevereiro de 1564. Sua família permaneceu nessa cidade até 1572, quando retornou para Florença, sua cidade de origem. Galileu, no entanto, ficou em Pisa até 1574 aos cuidados de um parente de sua mãe. Em Florença, recebeu lições em casa de um tutor chamado Jacopo Borghini, até ser enviado para um monastério, próximo a Vallombrosa, onde deveria receber uma educação baseada nos clássicos. Galileu gostou bastante da vida no monastério, chegando a alimentar a pretensão de se tornar um monge. Foi impedido por seu pai, que pretendia enviar o filho para

estudar medicina, como havia acontecido com um longínquo antepassado, também chamado Galileu, e que ficara famoso como médico. Ao escolher a carreira de médico para seu filho, o patriarca dos Galilei esperava poder restabelecer ao menos um pouco do antigo prestígio desfrutado por sua família.

Ao abandonar, em 1585, a Universidade de Pisa sem completar o curso de medicina, tal como desejava seu pai, Vincenzo Galilei (1520-1591) — músico de profissão, mas com bons e sólidos conhecimentos matemáticos —, Galileu viu-se na iminência de poder abraçar o estudo da matéria que mais lhe atraía. Enquanto esteve naquela universidade, travou conhecimento com Ostílio Ricci (1540-1603), célebre professor de matemática que, entusiasmado com o interesse de seu jovem estudante e após ter recebido o consentimento do patriarca da família Galilei, ensinou-lhe privadamente entre 1582 e 1583 geometria euclidiana.

Em Pisa, Galileu tornou-se conhecido por sua atitude desafiadora em relação aos conhecimentos ali ensinados. Sua insatisfação com o ensino pode ter sido uma das razões que o levaram a abandonar a universidade, sem concluir, o curso de medicina. Ainda que tenha se mostrado crítico com relação ao ensino ministrado em Pisa, sabe-se, atualmente, que Galileu conhecia bem os conteúdos das

disciplinas. Algumas de suas anotações de juventude foram em parte publicadas por Antonio Favaro, principal editor de suas obras completas, e por este datadas como escritas em 1584. Estes documentos mostram como conhecia bem as discussões dos filósofos naturais, matemáticos e astrônomos da Idade Média.

Uma das características interessantes da Renascença italiana diz respeito ao fato de que a renovação que a caracterizaria ocorreu, em boa medida, fora dos muros universitários. Sobre esse tema, vale a pena, mais uma vez, recorrer às palavras de Garin para percebermos adequadamente o que ocorreu para que a renovação da cultura e da vida na península italiana fosse possível:

*Deixando de lado toda a discussão sobre nomes de autores, é certo que aquela renovação de leituras, de formas de estudo, de orientações e métodos; aquela ampliação do patrimônio livresco que se costuma indicar com a designação metafórica de “renascença”, ou com a mais equívoca de “humanismo”, ocorreu principalmente fora da Universidade, ou mesmo em áreas e disciplinas marginais, e de menor importância. [...] Se para entender o caso de Galileu é necessário ter em mente a situação das escolas, seria errado, contudo, limitar a isto os componentes*

*da sua cultura. A Universidade, e especialmente o ensino de filosofia, conserva as características fechadas de uma tradição exaurida. [...] Este mundo de Sagredo é o mundo de Galileu. É este o seu filósofo livre, e o dos seus. A filosofia, que no século XV se refugiara entre os políticos e os moralistas, pede asilo agora aos físicos e aos matemáticos, ou até mesmo aos “heréticos”, banidos de todas as escolas (Garin, 1996, pp. 141, 146 e 148).*

A frequência dos arsenais de Veneza, que Garin dá a entender como um dos locais preferidos de visitaçãõ de homens como Sagredo — um nobre florentino e amigo de Galileu, que fez dele uma personagem de seus dois diálogos, mesmo que não tenha contribuído para a origem das ideias do sábio pisano —, levou Galileu a perceber e a tomar conhecimento de um mundo que organizava em outras bases que aquelas fixadas pela filosofia de inspiraçãõ aristotélica.

Em Sagredo, o personagem de seus diálogos que quer atrair para seu lado, Galileu encontra um homem curioso para saber como a sua razão pode ajudá-lo a compreender o mundo sem ter que recorrer a livros e autoridades, oriundas de um passado longínquo. Os livros devem ser postos

de lado, indo-se diretamente aos fatos, o que seria possível graças à recentemente adquirida autonomia do saber matemático e empírico. Essa autonomia passa a ser um valor para todo aquele que deseja compreender a natureza. Não há livro, nem mesmo a Bíblia ou qualquer outro texto considerado sagrado pela Igreja, que possa substituir o contato direto com aquilo que os sentidos nos fornecem ao investigarmos os fenômenos naturais.

A decisão de se dedicar à matemática em detrimento da medicina fez com que Galileu tivesse que se preocupar em ganhar a vida com aulas particulares daquela disciplina, uma vez que não poderia mais contar com o apoio financeiro da família. Entre 1585 e 1589, ensinou privadamente matemática em Florença e Siena. Em 1587, Galileu fez a primeira de suas seis viagens (1587, 1611, 1616, 1624, 1630 e 1633) a Roma, onde pretendia visitar o famoso matemático jesuíta Christopher Scheiner. Para todo aquele que desejasse obter reconhecimento social e intelectual naquela época, ser aceito pelo mundo romano era uma condição fundamental, seja por Roma ser a sede do papado, seja por lá se encontrar o Colégio Romano, o mais célebre centro de ensino mantido pela Companhia de Jesus.

Provavelmente, pouco tempo depois de sua saída da universidade, quando ainda estava à procura de empre-

go, Galileu redigiu um curto tratado sobre cosmografia, destinado ao uso de seus alunos, como era costume na época. Esse texto era baseado no célebre tratado de astronomia esférica, escrito no século XIII, por Joao Sacrobosco. O tratado de Galileu seguia as abordagens convencionais, ou seja, adotava o geocentrismo e não havia menção ao copernicanismo. Há evidências de que Galileu usou esse texto em Pisa (1589-1592) e Pádua (1592-1610), cidades onde lecionou. Além desse tratado, nesse mesmo período, Galileu escreveu dois outros pequenos trabalhos: um sobre a localização do inferno na *Divina comédia* de Dante e outro sobre uma balança que poderia, acreditava, resolver, com maior precisão, um problema que vinha da Antiguidade, descrito por Pierre Lucie, professor de física da PUC/RJ entre as décadas de 1960 e 1980, com as seguintes palavras:

*Cerca de 250 a.C., Hieron, rei de Siracusa, encomendou uma coroa de ouro a seu ourives. Entregue a obra, Hieron desconfiou que ourives o tinha roubado, misturando prata ao ouro. Chamou então Arquimedes e o encarregou de apurar a possível fraude. Arquimedes, de fato, confirmou o roubo [...]* (Lucie, 1986, p. 96).

Não há dúvida de que Arquimedes resolveu o problema, sem que, contudo, se saiba como ele alcançou a solução. Por muito tempo, procurou-se descobrir o procedimento arquimediano para a obtenção da solução. Várias propostas foram feitas, mas nenhuma delas obteve consenso. Interessado por esse problema relacionado a máquinas e à mecânica, Galileu tentou descobrir o método de Arquimedes, a quem sempre respeitou, a ponto de considerá-lo seu mestre inspirador. A balança construída por Galileu fez uso do princípio de Arquimedes e lhe permitiu alcançar a solução desejada, mas, como no caso do mestre de Siracusa, não se sabe como ele a justificou.

Em 1589, Galileu foi nomeado para ensinar matemática na Universidade de Pisa, onde, presume-se, usou material produzido pelos jesuítas do Colégio Romano para dar suas aulas. Três anos depois, e sempre à procura de um emprego que lhe permitisse sustentar a família, por quem tinha ficado responsável após a morte de seu pai, Galileu se mudou para Veneza, onde assumiu a cátedra de matemática e contando com a necessária licença do Grão Duque de Florença.

Em Veneza, manteve, por vários anos, uma relação amorosa com Marina Gamba, com quem teve três filhos:

Virgínia, nascida em 1600, e a quem Galileu sempre foi muito ligado;<sup>4</sup> Lívía, nascida em 1601 e, finalmente, Vicenzio, que nasceu em 1606. As duas filhas de Galileu foram, anos depois, com ele para Florença e entraram para um convento, onde permaneceram até o fim de seus dias. Sempre pressionado por problemas financeiros, Galileu não alimentava esperanças de encontrar matrimônio adequado para suas filhas, ainda mais por elas serem fruto de uma relação não oficial, mesmo tendo sido reconhecidas por ele. O filho, Vicenzio, teve uma vida errante, vivendo em diferentes cidades e países, após ter estudado música e abraçado essa carreira como modo de vida. Galileu não se casou com Marina Gamba, por ser ela uma pessoa de uma classe social diferente da sua, o que não seria visto com bons olhos pela sociedade da época.

Foi no período que passou em Pisa que Galileu redigiu notas intituladas *De Motu*, provavelmente em 1592, nas quais critica Aristóteles ao afirmar que todos os corpos são intrinsecamente pesados. A partir dessa época e por longos cinquenta anos, Galileu analisou uma série de problemas mecânicos, levando-o a rejeitar os quadros estabelecidos pelo aristotelismo. É enorme a quantidade de problemas estudados por ele: isocronismo das oscilações dos pêndulos, queda dos graves (ou seja, os corpos

pesados), movimento dos projéteis, coesão dos corpos, o choque e a resistência dos sólidos. Ao longo de seus estudos, adotou diferentes posições, decorrentes de mudanças em suas opiniões sobre os mesmos problemas. Em alguns casos, essas mudanças correspondem a autênticas reviravoltas conceituais. No entanto, há um elemento de continuidade em sua postura diante desses problemas: sua clara adesão aos princípios e aos métodos de Arquimedes.

Em Veneza, Galileu retornou ao estudo sobre o movimento, trabalhando com planos inclinados e pêndulos, obtendo sua lei que descreve a queda livre dos corpos. Esses resultados somente foram publicados em 1638. Cabe aqui observar que, diferentemente do que vale em nossa época, no tempo de Galileu, apesar dos notáveis avanços na arte da impressão, a publicação não era necessária como hoje para que alguém pudesse alcançar uma boa posição acadêmica. Muitos dos escritos de Galileu foram publicados como respostas a críticas que recebeu pela defesa de ideias consideradas heterodoxas. Em nossos dias, os cientistas, em particular, e os professores universitários, em geral, são obrigados a produzir artigos e livros, sem os quais sua sobrevivência no mundo acadêmico encontra-se seriamente comprometida. Hábil polemista, Galileu não se recusava a participar de polêmicas,

escrevendo, muitas vezes, em italiano, em detrimento do latim, a língua oficial da comunidade culta e educada de sua época, com o que pretendia aumentar o número de pessoas atingidas e convencidas por suas ideias e convicções. O estilo galileano era repleto de ironias finas e sutis, buscando sempre vencer seus oponentes de modo completo, sem deixar possibilidade para réplicas.

A produção intelectual de Galileu, além de ampla quanto aos temas discutidos, é vasta em termos do número de obras que legou à posteridade. Nas palavras de Carlos Ziller Camenietzki, é comum distinguir, em geral, *três fases na publicação da obra galileana. A primeira abrange o início de sua produção [na segunda metade da década de 1580] até 1610; a segunda vai de março até 1633, ano da [sua] condenação; o terceiro se estende até a sua morte, em 1642* (Camenietzki, 2009, p. 15).

Até o final do século XVI e início do século seguinte, não há sinais evidentes de que Galileu tivesse algum interesse por astronomia. Essa situação começou, contudo, a mudar em 1597, ano em que conheceu Jacopo Mazzoni, filósofo que se preocupava em reunir teses platônicas e aristotélicas, e de quem se tornou amigo. É provável que

tenha sido com a convivência com Mazzoni que Galileu passou, pouco a pouco, a considerar a teoria de Copérnico mais provável que o sistema geocêntrico de Aristóteles e Ptolomeu (cerca de 83-161). Mazzoni tinha publicado um livro com o qual acreditava ter mostrado, de modo decisivo, que a Terra não se movia. Em termos gerais, o argumento de Mazzoni procurava estabelecer que, por ser o monte Cáucaso muito alto, seu cume é iluminado pelo Sol durante um terço da noite, o que permitiria concluir que de seu topo seria possível observar dois terços da abóboda celeste. Caso a Terra se movimentasse, mudando sua posição com relação à esfera celeste, ao menos dois terços dos céus seriam observáveis ao longo do ano.

Ao ler o argumento de Mazzoni, Galileu percebeu que era errado. Enviou-lhe, em seguida, uma carta, na qual, recorrendo à trigonometria, mostrava que a evolução da Terra em torno do Sol não provocaria mudança no número de estrelas visíveis. Apesar de ser um bom argumento, Galileu não conseguiu convencer ninguém, a não ser ele mesmo, já que ficou fascinado com a possibilidade de usar a matemática para refutar um argumento usado contra Copérnico.

O ano de 1597 é igualmente digno de nota, pois, nesse ano, Galileu escreveu a Kepler, afirmando-se copernicano há vários anos, e explicando seu silêncio a

esse respeito pela prudência que mantinha com relação a assuntos polêmicos, evitando, assim, atrair a atenção dos mais radicais defensores do aristotelismo. Essa prudência será abandonada após a exposição pública das descobertas astronômicas feitas em 1609 graças ao uso da luneta. Em janeiro de 1611, Galileu, em carta a Júlio de Médici, declarava que já eram conhecidas as provas em favor de duas proposições, até então duvidosas para a maior parte das pessoas: (1) todos os planetas são obscuros, uma vez que possuem sombras e que (2) eles giram em torno do Sol.

Entre 1610 e 1633, a partir da publicação de *O mensageiro das estrelas*, até sua condenação pelo Tribunal do Santo Ofício, Galileu preocupou-se principalmente com a defesa pública do sistema copernicano e de suas consequências fatais para o de Aristóteles, buscando provar sua veracidade física, ao mesmo tempo em que sustentava a possibilidade de se obter uma situação de equilíbrio entre a astronomia heliocêntrica e as Sagradas Escrituras.

É do período em que buscava conciliar fé e ciência que escreveu um livro — também para responder a críticas que considerava injustas e errôneas —, considerado uma das mais acabadas exposições dos fundamentos do pensamento e da prática de Galileu. Refiro-me a *O en-*

*saiador (Il Saggiatore)*. Nesta obra, Galileu expõe a distinção entre as qualidades primárias e as qualidades secundárias, que posteriormente foi aceita por muitos, como Locke, como de fundamental importância para a consolidação de uma visão de mundo quantitativa matemática e objetiva. Essa distinção visa à eliminação das qualidades subjetivas (as secundárias), que devem a sua origem à presença de um sujeito corpóreo, em prol daquelas outras qualidades, capazes de receber tratamento matemático. Nessa mesma obra, encontram-se afirmações de Galileu favoráveis ao atomismo, recuperado como necessário para fundamentar uma concepção de matéria inerte, ou seja, incapaz de realizar transformações sobre si a partir de eventos ocorridos em seu interior. As qualidades que não podem ser eliminadas (a forma geométrica, o número e o movimento) participam do corpo físico. A eliminação das qualidades sensíveis, ou subjetivas, ou ainda secundárias, possibilitará a assimilação do espaço físico ao geométrico, definido pela geometria de Euclides.

Após a descoberta dos ‘planetas mediceanos’ (os satélites de Júpiter), Galileu conseguiu concretizar um velho sonho, como já mencionado: retornar para Florença. A partir de 1610, ele se instalou nessa cidade de que tanto gostava, apesar de o clima ser muito desfavorável a sua

saúde, só saindo dela 23 anos depois para ser condenado pela Igreja, sendo, então, obrigado a viver em prisão domiciliar numa casa perto de Arcetri, próximo ao convento onde estava sua filha mais velha. Foi nessa casa que Galileu, já completamente cego, faleceu em 8 de janeiro de 1642, aos 77 anos e 11 meses de idade, acompanhado de dois jovens discípulos: Viviani, seu primeiro biógrafo, e Torriceli.

Poucos anos antes de sua morte, Galileu encontrou forças, físicas e intelectuais, para escrever o livro considerado por muitos sua mais importante contribuição à ciência: *Discursos e demonstrações matemáticas em torno de duas novas ciências*. Essa opinião era compartilhada pelo próprio Galileu, que, em carta a Elia Diodati, afirmou que os *Discursos* eram “superiores a tudo o que publiquei até aqui”. As duas novas ciências referidas no título da obra são a resistência dos materiais e a análise quantitativa dos corpos em queda livre e dos projéteis.