

Paolo Rossi

O nascimento  
da ciência moderna  
na Europa



O clima cultural efervescente que foi berço dos grandes paradigmas do pensamento científico europeu é aqui analisado em toda a sua miríade de nuances que acabaram por constituir as diversas ciências hoje conhecidas. Época *sui generis*, o século XVII assistiu a brilhantes carreiras de cientistas, atualmente consagrados, se desenvolverem fora das universidades.

É sobre este período em permanente ebulição que Paolo Rossi se debruça neste livro, estudando as frequentes e riquíssimas polêmicas havidas entre cientistas, que trabalhavam e pesquisavam fora das academias, e o próprio mundo acadêmico. Ao mesmo tempo, aponta fatos que enriquecem sua análise, como queimas de supostas bruxas e ação de tribunais da Inquisição, situando-os numa Europa cruzada por sucessivas ondas de mercenários, artesãos, prostitutas, na qual certa camada social está tomando consciência de que “por meio da própria obra está nascendo algo”.

A característica de novidade dos empreendimentos do período, encetados nas mais diversas áreas, expressa-se nos títulos das principais obras do período no termo “novo”.

E a função cultural desta novidade, repercutida nos séculos posteriores, é aqui brilhantemente enfocada em sua dimensão social.

Paolo Rossi

O nascimento da  
ciência moderna  
na Europa

Criação ePub  
Relíquia

Tradução  
Antonio Angonese

**EDUSC**

Editora da Universidade do Sagrado Coração

***Coordenação Editorial***  
Ir. Jacinta Turolo Garcia

***Assessoria Administrativa***  
Ir. Teresa Ana Sôfiatti

***Coordenação da Coleção História***  
Luiz Eugênio Vécio

***Criação ePub***  
Relíquia

***Tradução***  
Antonio Angonese



Editora da Universidade do Sagrado Coração

JR835n Rossi, Paolo.

O nascimento da ciência moderna na Europa / Paolo Rossi ; tradução de Antonio Angonese. – Bauru; SP : EDUSC, 2001.  
494 p. : l. ; 21, cm. – (Coleção História).

ISBN 85-7460-103-9

Tradução de: La nascita della scienza moderna in Europa.

1. Ciência - História. 2. Ciência - Europa - História.

I. Título. II. Série.

CDI. 509

*Copyright* ® EDUSC 2001  
ISBN 88-420-6120-4 (original)

*Copyright* © 1997 Gius. Laterza & Figli, Roína-Bari.  
- This book is part of the International Series: THE MAKING OF EUROPE, of which Jacques Le Goff is the General Editor and C. H. Beck Verlag in Munich, Germany, Blackwell Publishers in Oxford, England, Editorial Critica in Barcelona, Spain, Giusr Laterza & Figli in Rome, Italy, Editions du Seuil in Paris, France are the original Publishers. This translation published by arrangement with Eulama Literary Agency S.R.L., Rome, Italy.

*Copyright* © de tradução: EDUSC, 2001

Tradução realizada a partir da edição de 1997  
Direitos exclusivos de publicação em língua portuguesa  
para o Brasil adquiridos pela

EDITORA DA UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

Rua Irmã Arminda, 10-50

CEP 17011-160 - Bauru - SP

Fone (14) 3235-7111 - Fax (14) 3235-7219

BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS HUMANAS E EDUCAÇÃO

# SUMÁRIO

[PREFÁCIO À EDIÇÃO BRASILEIRA](#)

[PREFÁCIO](#)

[PREMISSA](#)

[O NASCIMENTO DA CIÊNCIA MODERNA NA EUROPA](#)

[Capítulo 1 – OBSTÁCULOS](#)

[Capítulo 2 – SEGREDOS](#)

[Capítulo 3 – ENGENHEIROS](#)

[Capítulo 4 – COISAS JAMAIS VISTAS](#)

[Capítulo 5 – UM NOVO CÉU](#)

[Capítulo 6 – GALILEI](#)

[Capítulo 7 – DESCARTES](#)

[Capítulo 8 – MUNDOS INUMERÁVEIS](#)

[Capítulo 9 – FILOSOFIA MECÂNICA](#)

[Capítulo 10 – FILOSOFIA QUÍMICA](#)

[Capítulo 11 – FILOSOFIA MAGNÉTICA](#)

[Capítulo 12 – O CORAÇÃO E A GERAÇÃO](#)

[Capítulo 13 – TEMPOS DA NATUREZA](#)

[Capítulo 14 – CLASSIFICAR](#)

[Capítulo 15 – INSTRUMENTOS E TEORIAS](#)

[Capítulo 16 – ACADEMIAS](#)

[Capítulo 17 – NEWTON](#)

[Sobre o Autor](#)

## PREFÁCIO À EDIÇÃO BRASILEIRA

Alguns dos grandes nomes da ciência, no último século, como foi Linus Pauling, só consideravam estar preparados para ensinar os iniciantes ao atingir o ápice de Suas carreiras. Tudo parece indicar que tal seja o caso de Paolo Rossi no livro aqui editado. Mestre de mestres, Paolo Rossi, de fato, está preparado como poucos para falar sobre as origens da ciência moderna. É seu, aliás, um dos maiores e mais importantes trabalhos sobre Francis Bacon, o notável autor inglês, cujas ideias tornaram-se, no século XVII, um dos esteios da então nova ciência. Orgulho nacional entre os ingleses, até hoje, a obra de Bacon foi franqueada à análise de bem poucos estrangeiros: um deles, justamente, o italianismo Paolo Rossi. Mas não somente os muros altíssimos da Academia Inglesa se abalaram com estes trabalhos iniciais de Rossi. Durante os anos 60 abalaram-se também as estruturas historiográficas tradicionalmente usadas em história da ciência a partir dos estudos de Rossi e todo um grupo, como ele, de jovens polêmicos. Esse abalo aconteceu por conta da verificação de que um número considerável de ideias subjacentes à ciência moderna estava vinculado a concepções mágicas expressas em antigos textos de hermética, magia operativa e outros saberes afins. Em seu *Francis Bacon - from magic to science*, Rossi irá analisar em detalhes essa situação aparentemente controversa para alguém de nossa época, mas típica entre os pensadores do quinhentos e seiscentos. Ao expor uma face até então intocada de Bacon, Rossi. não o faz menor, pelo contrário, mostra a complexidade de suas ideias.

Todavia, os estudos de Rossi e outros historiadores da ciência viriam a servir, nos anos seguintes, não apenas para a reformulação historiográfica pretendida, mas para provocar algo não pretendido por eles: ou a crítica de quem mantinha uma visão anacrônica a respeito das origens da ciência moderna ou a adesão indesejável de um segundo grupo, cujas pretensões iam exatamente na direção contrária. Ou seja, o primeiro grupo, desnecessário dizer, seria aquele de especialistas em história da ciência que mantinham Uma posição historiográfica conservadora. Enquanto o segundo

grupo visava de fato estabelecer uma crítica sistemática à ciência, pois considerava que esta perdera seu rumo original e deixara de ser um bem para a humanidade na medida em que fora tomada por visões nacionalizadoras como a iluminista no século XVIII e a positivista no XIX.

Polêmico outra vez e como sempre. Rossi faria, duras críticas aos dois grupos. No olho do furacão provocado pelo debate em torno de tais ideias nos anos 70, ele manteria, por um lado, sua total adesão ao novo modelo historiográfico, rebatendo com energia os que consideravam uma afronta a simples menção de berço tão pouco nobre e “racional” para a ciência moderna. Mas, por outro lado, criticaria de maneira ainda mais dura o segundo grupo, na verdade muito mais um agrupamento de tendências, que abrangia desde os que consideravam que a ciência não estaria cumprindo seu papel na sociedade contemporânea até os que clamavam por modelos de conhecimento extravagantes e/ou não necessariamente modernos. As análises de Rossi indicavam, efetivamente, esse último agrupamento de tendências como o mais perigoso, já que as teses aí envolvidas, fossem quais fossem, representavam um ataque ao fazer científico e ao papel da ciência na sociedade, podendo ter como resultado a volta da paralisia niilista ou do misticismo messiânico.

Esses trabalhos, desenvolvidos durante as polêmicas nas décadas de 60 e 70, seriam reeditados mais tarde em obras como *A filosofia e a ciência dos modernos* onde, novamente, Rossi volta ao tema da complexidade de fazeres e pensamentos que deu origem, entre os séculos XVI e XVII, à ciência moderna. Seu trabalho, no entanto, conseguirá ir além desse nicho inicial da ciência e estabelecer paralelos e implicações com o que vai acontecer entre os séculos XVIII e XX. Deriva dessa possibilidade de comparar de maneira profunda diferentes épocas sua revisão na obra *Naufração sem expectadores* (publicada há pouco) - de conceitos como os de progresso e de absoluta modernidade da ciência, aparentemente estabelecidos já desde os séculos XVIII e XIX.

Novamente podemos apreciar em *O nascimento da ciência moderna na Europa* o reflexo desse modo prolífero e instigante de operar, inerente ao trabalho de Rossi. Pois, novamente, no debate entre os pensamentos antigo e moderno de onde surgiu a nova ciência, Rossi consegue verificar implicações provenientes de ambos os lados. De tal sorte que,



embora apontando no começo da obra sua adesão às concepções bachelardianas referentes a obstáculos epistemológicos, fazendo com que acreditemos que irá trabalhar a ideia de ruptura na geração da nova ciência, podemos destacar inúmeras instâncias mostrando exatamente o contrário. Assim, por exemplo, em sua referência à ruptura que a obra de G. Stahl teria produzido no século XVIII em relação a velhos modelos alquímicos, Rossi dirá que, por outro lado, o próprio Stahl alertava sobre a necessidade de se *retornar a* química dos “Princípios e aos Elementos da tradição essencialista contra o programa mecanicista e newtoniano baseado na absoluta homogeneidade da matéria” (p. 284). Para tanto, Stahl confiaria na obra de J. Becher, um conhecido e festejado alquimista.

Este constante jogo dialético feito por Rossi e indicado aqui no capítulo sobre a “filosofia química” também se observa naqueles capítulos centrados nas “filosofias” magnética e mecânica, na medicina e na astronomia, ou ainda na técnica.

Enfim, como sempre, Rossi está alertando para a tremenda complexidade na formação da ciência moderna, mistura do antigo e do novo, hibridismo de fazeres e saberes, campo de grandes sínteses e grandes saltos. Só que desta vez, gentil, oferece um tio condutor que guia o iniciante por esse verdadeiro labirinto histórico.

Ana M. Alfonso-Goldfarb e Márcia H. M. Ferraz  
Programa de Estudos Pós-Graduados em História da  
Ciência e Centro Simão Mathias - Pontifícia Universidade Católica de  
São Paulo

# PREFÁCIO

A Europa está se construindo. É uma grande esperança que vai se realizar somente se levar em conta a história: na verdade, uma Europa sem história seria órfã e miserável. Isso porque o hoje decorre do ontem e o amanhã é o fruto do passado. Um passado que não deve paralisar o presente, mas sim ajudá-lo a ser diferente na fidelidade e novo no progresso. Com afeição, entre o Atlântico, a Ásia e a África, a nossa Europa existe desde um tempo imemorable, desenhada pela geografia, modelada pela história, desde a era em que os Gregos lhe deram o seu nome. O Futuro deve se apoiar nestas heranças que desde a antiguidade, aliás, desde a pré-história vieram enriquecendo progressivamente a Europa, tornando-a extraordinariamente criativa na sua unidade e na sua diversidade, inclusive dentro de um contexto mundial mais amplo.

A coleção “Fazer a Europa” nasce da iniciativa de cinco editores de língua e nacionalidade diversas (Beck em Múnico de Baviera, Basil Blackwell em Oxford, Crítica em Barcelona, Laterza em Roma e Bari, Seuil em Paris) e quer lançar luz sobre a construção da Europa e sobre os seus inesquecíveis pontos de força, sem dissimular as dificuldades herdadas do passado. Na sua tensão para a unidade, o Continente viveu discórdias, conflitos, - divisões e contradições internas. Esta coleção não pretende esconder nada disso: o compromisso com o empreendimento europeu deve se realizar no conhecimento do passado na sua totalidade e na perspectiva do futuro. Daí o título “ativo” da coleção. Na verdade, a nosso ver, não chegou ainda a hora de escrever uma história sintética da Europa. Os ensaios que propomos são de autoria dos melhores historiadores atuais, inclusive não europeus, já consagrados ou não. Eles irão abordar os temas essenciais da história europeia nos diversos domínios - econômico, político, social, religioso, cultural - baseando-se na longa tradição historiográfica que se estende desde Heródoto até as novas concepções que, elaboradas na Europa rio decorrer do século XX, e de modo particular nas últimas décadas, renovaram profundamente a ciência histórica. Em virtude do seu desejo de clareza, tais

ensaios são acessíveis também a um vasto público.

Daí, a nossa ambição é trazer elementos de resposta às grandes questões que se apresentam diante dos que fazem e farão a Europa, bem como de todos os que no mundo se interessam pela Europa: “Quem somos nós? De onde viemos? Para onde vamos?”.

*Jacques Le Goff*

# PREMISSA

## CIÊNCIA EUROPÉIA

Na Europa não existe um “lugar do nascimento” daquela realidade histórica complicada que hoje chamamos de *ciência moderna*, pois, tal lugar é toda a Europa. Neste sentido, vale a pena lembrar também as coisas que todos já sabem: que Copérnico era polonês, Bacon, Harvey e Newton ingleses, Descartes, Féniat e Pascal franceses, Tycho Brahe dinamarquês, Paracelso, Kepler e Leibniz alemães, Huygens holandês, Galilei, Torricelli e Malpighi italianos. O pensamento de cada um destes personagens esteve ligado ao pensamento dos outros, dentro de uma realidade artificial ou ideal, livre de fronteiras e em uma República da Ciência que a duras penas foi construindo para si um espaço em situações sociais e políticas sempre difíceis, muitas vezes dramáticas e, por vezes, trágicas.

A ciência moderna não nasceu na tranquilidade dos *campus* ou no clima um tanto artificial dos laboratórios de pesquisa *ao redor* dos quais, mas não *dentro* deles (como acontecia desde séculos e ainda acontece nos conventos) parece escorrer o rio ensanguentado e lamacento da história. E isso por uma simples razão: porque aquelas instituições (no que concerne àquele saber que denominamos “científico”) não tinham nascido e porque aquelas *torres de marfim*, utilizadas com tanto proveito e tão injustamente insultadas no decorrer do nosso século, não tinham sido ainda construídas pelo trabalho dos “filósofos naturalistas”.

Embora quase todos os cientistas do século XVII tivessem estudado em uma universidade, são poucos os nomes de cientistas cuja carreira se tenha desenvolvido inteira ou prevalentemente no âmbito da universidade. Na verdade, as universidades *não* estiveram no centro da pesquisa científica. A ciência moderna nasceu fora das universidades, muitas vezes era polêmica com elas e, no decorrer do século XVII e mais ainda nos dois séculos sucessivos, transformou-se em uma atividade social organizada capaz de criar

as suas próprias instituições.

Nos livros dedicados à física ou à astronomia ou mesmo à química, em geral pouco se fala a respeito das vicissitudes, muitas vezes tumultuadas, que acompanharam o seu desenvolvimento. Mas é oportuno que o leitor deste livro (que trata de ideias, de teorias e de experimentos e que, por necessidade, concede pouco espaço à narração daquelas vicissitudes), ao pensar no tempo em que viveram os assim chamados “pais fundadores” da ciência moderna, não procure lembrar somente a música de Monteverdi e de Bach, ou o teatro de Corneille e de Molière, a pintura de Caravaggio e de Rembrandt, a arquitetura de Borromini e a poesia de Milton, mas deve lembrar também pelo menos um outro ponto importante. A Europa que Viveu um período decisivo da sua história difícil e dramática durante os 160 anos que separam o tratado *De revolutionibus* de Copérnico (1543) da *Ótica* de Newton (1704) era radicalmente diferente (mesmo no que diz respeito ao mundo da cotidianidade) da Europa na qual nos é dado viver hoje.

Na pequena cidade de Leonberg, na Suécia, no decorrer do inverno de 1615-16 foram queimadas 6 bruxas. Em Um povoado vizinho, Weil (hoje Weil der Stadt), cuja população não passava de 200 famílias, Entre 1615 e 1629, foram queimada 18 bruxas. Uma velha de nome Katharine, um tanto linguaruda e estranha, que Vivia em Leonberg, foi acusada pela mulher de um vidraceiro de ter feito adoecer uma vizinha com uma poção mágica e, além disso, ter lançado o mau-olhado nos filhos de um alfaiate que acabaram morrendo, ter negociado com um coveiro para adquirir o crânio do próprio pai que queria dar de presente como taça a um dos seus filhos, astrólogo e adepto à magia negra. Uma menina de 12 anos que estava levando tijolos para cozer no forno, ao encontrar ao longo do caminho aquela velha, sentiu no braço uma dor terrível que lhe paralisou o braço e os dedos durante alguns dias. Não é por mero acaso que a lumbago e o torcicolo na Alemanha são chamados ainda hoje de *Hexenschuss*, na Dinamarca *Hekseskud* e, na Itália, *colpo della strega* (golpe da bruxa). Aquela velha, que na época tinha 73 anos de idade, foi acusada de feitiçaria, foi mantida acorrentada durante vários meses, foi intimada a desculpar-se de 49 acusações de crimes, foi submetida à *territio*, isto é, a um interrogatório com ameaça de tortura diante do algoz e a ouvir seguidamente uma descrição detalhada dos muitos instrumentos a serem usados pelo mesmo. Após ficar detida na prisão por mais de um ano,

foi finalmente absolvida em 4 de Outubro de 1621, 6 anos depois das primeiras acusações. Não lhe foi possível voltar a viver em Leonberg porque teria sido linchada pela população (Caspar, 1962: 249-65).

Aquela velha tinha um filho famoso, que se chamava Johannes Kepler, o qual se empenhara desesperadamente na defesa da própria mãe e que durante os anos do processo, além de escrever uma centena de páginas para salvá-la da tortura e da fogueira, escreveu também as páginas do seu tratado *Hannonices mundi* em que está contida aquela que, nos manuais, foi chamada a terceira lei de Kepler. Na opinião de Kepler, na origem do mundo havia uma harmonia celestial que ele imaginava (como está escrito no quarto capítulo do livro quinto) “como um Sol que brilha através das nuvens”. Kepler estava perfeitamente consciente do fato de que aquela mesma harmonia não reinava sobre a terra. No capítulo sexto do livro dedicado aos sons produzidos pelos planetas escrevia que, considerando as notas produzidas pela terra *Mi-Fa-Mi*, era possível deduzir daí que na terra reinavam a *Miséria* e a fome. Ele acabara a redação do texto três meses após o falecimento da filha Katharine.

Naquele mundo há poucas biografias de cientistas dedicados com tranquilidade à pesquisa. Não adianta pensar na fogueira de Giordano Bruno ou na tragédia de Galilei. Para termos uma ideia a esse respeito é suficiente lermos a obra *die de monsieur Descartes* de Adrien Baillet. Na realidade, a Europa daquelas décadas não viu somente os processos contra a bruxas e a ação dos tribunais da Inquisição. Quase nunca pensamos no sentido verdadeiro da expressão “Guerra dos Trinta Anos”. A Europa daquela época era atravessada em todas as direções por exércitos de mercenários que arrastavam atrás de si artesãos, cozinheiros, prostitutas, rapazes fugindo de suas casas, vendedores ambulantes, deixando para trás rastros de roubalheiras, malandragens, incêndios, mulheres estupradas, camponeses massacrados, colheitas destruídas, igrejas profanadas e povoados saqueados. Na Europa daquela época, cidades como Milão, Sevilha, Nápoles, Londres viram os seus habitantes serem dizimados pela peste que teve os caracteres de uma longuíssima e aterradora epidemia crônica. As coisas descritas por Defoe a respeito da peste de Londres e por Manzoni sobre a peste de Milão se repetiram muitas e muitas vezes.

Somente dentro do contexto de uma República ideal, que tendia a se tornar independente das lutas e no meio dos contrastes é das misérias do

mundo, poderia nascer a assombrosa afirmação - feita por Francisco Bacon - segundo a qual uma ciência exercida visando à glória ou ao poder do próprio país é algo de moralmente menos nobre do que uma ciência que se põe ao serviço da humanidade inteira. Somente naquele contexto podia nascer a expressão de Marin Mersenne que, referindo-se aos índios canadenses e aos camponeses do Ocidente, afirmava que “um homem não pode fazer nada que outro homem não possa igualmente fazer e que cada homem contém em si próprio tudo o que é preciso para filosofar e para raciocinar a respeito de todas as coisas” (Mersenne, 1634: 135-36). Além disso, há algo mais que aproxima com força os protagonistas da revolução científica: a consciência de que por meio da própria obra está *nascendo* algo. O termo *novos* ocorre de forma quase obsessiva em várias centenas de títulos de livros científicos do século XV: desde a *Nova de universis philosophia* de Francisco Patrizi e a *Newe Attractive* de Robert Norman, até o *Novum Organum* de Bacon, a *Astronomia Nova* de Kepler e os *Discorsi intomo a due nuove scienze* de Galilei.

Naqueles anos toma vida e alcança rapidamente a plena maturidade uma forma de saber que revela características estruturalmente diferentes das outras formas da cultura, conseguindo a duras penas criar suas próprias instituições e suas próprias linguagens específicas. Tal saber exige “experiências sensatas” e “determinadas demonstrações” e, ao contrário do que acontecera na tradição, requer que estas duas coisas complicadas *andem juntas* e estejam indissolúvelmente ligadas uma à outra. Qualquer afirmação deve ser “publicada”, isto é, ligada ao controle por parte de outros, deve ser apresentada e demonstrada a outros, discutida e submetida a eventuais contestações. Naquele mundo há pessoas que admitem ter errado ou não ter conseguido provar aquilo que tencionavam demonstrar, que aceitam render-se às evidências que outros aduziram. É óbvio que isso ocorre muito raramente, como também que as resistências à mudança (como aparece em todos os grupos humanos) são muito fortes, mas o fato de se estabelecer com firmeza que a verdade das proposições não depende de modo algum da autoridade de quem as pronuncia e que não está ligada de forma nenhuma a uma *revelação* ou *iluminação* qualquer acabou constituindo uma espécie de patrimônio ideal ao qual os europeus podem ainda hoje se referir como a um valor

impreterível.

## UMA REVOLUÇÃO E O SEU PASSADO

A propósito do nascimento da ciência moderna se falou e ainda se fala, justamente, de “revolução científica”. Um dos aspectos característicos das revoluções consiste no fato de que elas não só olham para o futuro, dando vida a algo que antes não existia, mas também constroem um passado imaginário que, em geral, tem características negativas. Basta ler o *Discurso preliminar* à grande *Enciclopédia* dos iluministas ou também o início do *Discurso sobre as ciências e sobre as artes* de Jean-Jacques Rousseau para ficar cientes de como circulava com força, desde meado do século XVIII, a definição da Idade Média como época obscura, ou como um “retrocesso para a barbárie” a que os esplendores da Renascença teriam posto um fim definitivo.

Em princípio, os historiadores não aceitam nenhum “passado imaginário”. Eles colocam de novo em discussão também as tentativas que os homens fazem de colocar a si próprios dentro do processo da história. Aqueles mil anos de história, no decorrer dos quais ocorreram não poucas grandes revoluções intelectuais e aos quais atribuímos o rótulo genérico de Idade Média e o são investigados minuciosamente, a partir do meado do século XIX. Hoje sabemos que o mito da Idade Média, como época de barbárie, era, justamente, um mito, construído pela cultura dos humanistas e pelos pais fundadores da modernidade. Na realidade, naqueles séculos foram construídas inumeráveis e admiráveis igrejas e catedrais, bem como conventos e moinhos movidos a vento e foram lavrados os campos com o arado pesado e foi inventado o estribo que mudou à natureza dos combates e a política européia transformando o Centauro imaginado pelos antigos no Senhor feudal (White, 1967: 49).

As cidades, onde os homens começaram a viver, não eram apenas lugares de escambos comerciais, mas de intercâmbios intelectuais. A grande filosofia medieval está ligada ao encontro de diversas tradições: a tradição cristã, a bizantina, a judaica e a árabe (De Libera, 1991). Naquele mundo nasceram as universidades e se afirmou, sobretudo, a figura do *intelectual* que, entre os séculos XII e XIII, considera-se e é considerado como um homem que exerce



uma profissão, desenvolve um trabalho (*labor*), o qual portanto é considerado semelhante aos outros cidadãos, e tem o papel de transmitir e elaborar as artes “liberais” (Le Goff, 1959: 73). As universidades nasceram em Bologna, Paris e Oxford no final do século XII, multiplicaram-se no decorrer do século seguinte, difundindo-se sucessivamente por toda a Europa nos séculos XIV e XV. As universidades se tornam os lugares privilegiados de um saber que se configura como digno de reconhecimento social, merecedor de uma remuneração, um saber que tem leis próprias, que são minuciosamente determinadas (Le Goff, 1977: 153-70). Ao contrário das escolas monásticas ou das catedrais, a universidade era um *studium generale*, possuía um estado jurídico específico, fundado por uma autoridade “universal” (como o Papa ou o Imperador). A permissão aos docentes de ensinar em qualquer lugar (*centia ubique docendi*) e os deslocamento dos estudantes contribuíram consideravelmente para constituir uma unificação da cultura latino-cristã. Favorecido pela adoção do latim como instrumento de comunicação culta, este *mercado único* do ensino transformou as universidades medievais em centros de estudo de caráter internacional no seio das quais os homens e as ideias podiam circular rapidamente” (Bianchi, 1997:27). O assim chamado método escolástico (baseado na *lectio*, na *quaestio*, e na *disputatio*) deixaria na cultura europeia marcas indelévels, tanto assim que é uma verdade incontestável o fato de que, para entender muitos filósofos modernos, a começar de Descartes, é indispensável remontar aos textos daqueles autores que eles detestavam profundamente.

No que diz respeito à filosofia e à ciência da Idade Média - além do processo de laicização da cultura e às condenações teológicas de muitas teses filosóficas realizou-se muito trabalho. Na verdade, muitos sustentaram de modo especial a tese de uma forte continuidade entre a ciência dos estudiosos do Merton College de Oxford (como Bradwardine) dos “físicos parisienses” (como Nicolas Oresme e Giovanni Buridano) e a ciência de Galilei, Descartes e Newton. Na impossibilidade de discutir interpretações como aquelas de Pierre Duhem (Duhem, 1914-58) ou de Marshall Clagett (Clagett, 1981), quero me limitar, aqui a apresentar, em forma de listagem, algumas das boas razões que servem para confirmar a tese oposta de uma forte descontinuidade entre a tradição científica medieval e a ciência moderna e que, por conseguinte, permitem considerar legítimo o uso da expressão “revolução científica”.

A natureza de que falam os modernos é radicalmente diferente da natureza a que se referem os filósofos da Idade Média. Na natureza dos modernos não há (como na tradição) uma distinção *de essência* entre corpos naturais e corpos artificiais.

A natureza dos modernos é interpelada em condições artificiais: a experiência de que falam os aristotélicos apela para o mundo da cotidianidade a fim de exemplificar ou ilustrar teorias; as “experiências” dos modernos são *experimentos* construídos artificialmente a fim de confirmar ou desmentir teorias.

O saber científico dos modernos se parece com a exploração de um novo continente, ao passo que o saber dos medievais parece voltado ao paciente aprofundamento dos problemas com base em regras codificadas.

A luz da crítica dos modernos o saber dos escolásticos pareceu incapaz de interpelar a natureza, mas somente interrogar a si próprio oferecendo *sempre* respostas satisfatórias. Naquele saber há lugar para as figuras do mestre e do discípulo, mas não para a figura do inventor.

Os cientistas modernos - Galilei em primeiro lugar - agem com uma “desenvoltura” e um “oportunismo metodológico” que são totalmente desconhecidos na tradição medieval (Rossi, 1989: 11 - 13). A pretensão medieval para a exatidão absoluta foi um obstáculo e não uma ajuda para a criação de uma ciência matemática da natureza. Galilei inventava sistemas de medição cada vez mais apurados, mas “desviava a atenção da precisão ideal para aquela necessária e relativa aos objetivos e alcançável mediante os instrumentos disponíveis [...]. Ao passo que o mito paralisante da exatidão absoluta foi um entre os fatores que impediram os pensadores do século XIV de passar das *calculaciones* abstratas para um estudo efetivamente quantitativo dos fenômenos naturais” (Bianchi, 1990: 150).

Mas as razões pelas quais o autor deste livro falou e continua falando a respeito da ciência moderna como de uma revolução intelectual se baseiam obviamente não no breve elenco que precede, mas nas páginas que seguem.

## **A RESPEITO DESTES LIVROS**

Le Goff me confiou a tarefa - que considerarei realmente uma grande honra - de escrever uma obra intitulada *O nascimento da ciência moderna na Europa*. Os editores europeus interessados neste livro, por sua vez - como se

costuma e como era correto e oportuno fazer -, impus eram-me algumas determinações bastante rigorosas: 85.000 palavras ou 300 páginas de 1.800 toques. Eu superei, porém não muito, tais limites.

Na verdade, uma pura e simples listagem daqueles que nós - com um termo forjado no século XIX podemos chamar de *cientistas* e que viveram no período que vai do nascimento de Nicolau Copérnico até a morte de Newton e que poderiam ser considerados dignos de menção em um manual de história da ciência, ocuparia muitas páginas. E se, além disso, quiséssemos acrescentar a esta listagem uma outra contendo a indicação de algumas de suas obras principais a situação já poderia parecer dramática.

Por isso, logo de início renunciei a qualquer propósito de realizar um trabalho exaustivo, renunciando por conseguinte também à ideia de escrever um *manual* de história da ciência. Além disso, fiz algumas escolhas das quais acredito ser oportuno dar notícia ao leitor a fim de informá-lo a respeito do que poderá achar neste livro e a fim de esclarecer o ponto de vista adotado pelo autor.

Os Capítulos que constituem o livro tem por objeto a nova astronomia, as observações realizadas mediante o telescópio e o microscópio, bem como o princípio de inércia, as experiências sobre o vazio, a circulação do sangue, as grandes conquistas do *cálculo*, etc., mas junto com tais assuntos os vários capítulos visam também a expor as grandes ideias e os grandes temas que foram centrais no decorrer daquela “revolução”: a rejeição da concepção sacerdotal ou *hermética* do saber, a nova avaliação da técnica, o caráter hipotético ou realista do nosso conhecimento do mundo, as tentativas de usar - inclusive a relação ao mundo humano - os modelos da *filosofia mecânica*, a nova imagem de Deus como engenheiro ou relojoeiro, a introdução da dimensão do tempo na consideração dos fatos naturais.

No que diz respeito ao método, tenho a convicção de que as teorias específicas que constituem o *cerne firme* de toda a ciência não são de modo algum o reflexo de determinadas condições histórico-sociais. Ao contrário, estou Convicto de que - e todo o trabalho que desenvolvi até aqui procedeu nesta direção - a *história* tem muito a ver com as *imagens da ciência* (quer dizer, os discursos sobre aquilo que a ciência é e *deve ser*) que estão presentes na cultura. Em muitos casos aquelas imagens exercem um peso considerável sobre a aceitação ou sobre o sucesso das teorias. De fato, com base em uma determinada imagem da ciência são definidas com frequência

*as fronteiras* da ciências, bem como os critérios para distinguir a ciência da magia; da metafísica ou da religião. A partir daquela base são escolhidos sobretudo os problemas a resolver dentro da imensa quantidade de problemas que se apresentam abertos a uma investigação possível.

Aquilo que hoje aparece firmemente codificado e como tal transmitido pelos manuais de física ou de biologia, assim como o que hoje nos parece como óbvio e natural é porém o resultado de escolhas, opções, contrastes e alternativas. *Antes* da codificação que aconteceu em seguida, tais alternativas - e tais escolhas eram reais e não imaginárias. Cada decisão implicou opções, dificuldades, descartes, que, por vezes, configurou-se ao mesmo tempo de forma dramática.

Espero que algumas coisas resultem claramente pelo livro: que o *continuismo* é somente uma medíocre filosofia da história sobreposta na história real; que mediante a pesquisa histórica jamais, no passado, são descobertos estudos monoparadigmáticos ou épocas caracterizadas, como as pessoas, por um único rosto; que o diálogo crítico entre teorias, tradições científicas, imagens da ciência foi sempre (tal como continua sendo) contínuo e insistente; que a ciência do século XVII, junto e ao mesmo tempo, foi paracelsiana, cartesiana, baconiana e lebniziana; que modelos não mecanicistas agiram com força também em lugares impensáveis; que o surgimento de problemas e de possíveis domínios de pesquisa está firmemente ligado a discussões que têm a ver com as várias filosofias e metafísicas; que a figura do *cientista* emerge em tempos e de formas diversas em cada setor particular da pesquisa, considerado que em alguns casos (como na matemática e na astronomia) há uma referência a tradições antiquíssimas, em outros procura-se fazer emergir do passado tradições específicas a que referir-se, em outros ainda se insiste no caráter novo ou “alternativo da própria atividade cognitiva e experimental.

Uma coisa, aparentemente óbvia, às vezes deve ser lembrada continuamente pelos historiadores tanto aos seus leitores como também aos letrados, filósofos e cientistas do seu tempo. Tal coisa precisa ser lembrada continuamente porque existe em cada ser humano (e portanto também nos filósofos e cientistas mais refinados) uma tendência quase invencível a esquecer-la: todos aqueles que trabalharam, pensaram e formularam teorias e efetuaram experimentos no período do *nascimento* da ciência moderna viveram em um mundo muito diferente do nosso, em que conviviam

perspectivas que hoje nos parecem pertencer a mundos culturais totalmente inconciliáveis entre si. O século XVII viu um florescimento extraordinário de obras alquímicas e junto com isso viu um exuberante crescimento da criatividade matemática. Newton é um dos grandes criadores do cálculo infinitesimal, mas os seus manuscritos alquimistas abrangem mais de um milhão de palavras - cerca de dez volumes iguais àquele que está em suas mãos agora. Os cientistas do século XVII não sabiam e nem podiam saber o que agora nós sabemos: isto é, que a alquimia daquele século “era a derradeira flor de uma planta que estava morrendo e a matemática do século XVII a primeira flor de uma robusta planta perene” (Westfall, 1989: 27, 305).

Na minha opinião, porém, parece incontestável o fato de que o que denominamos “ciência” adquiriu naquela época alguns daqueles caracteres fundamentais que conserva ainda hoje e que aos pais fundadores pareceram justamente algo de novo na história do gênero humano: um artefato ou um empreendimento coletivo, capaz de se desenvolver por si próprio, voltado para conhecer , o mundo e a intervir sobre o mundo. Tal empreendimento, que com certeza não é inocente, nem jamais se considerou tal, ao Contrário do que aconteceu para os ideais políticos, bem como para as artes, as religiões e as filosofias, tornou-se uma poderosíssima força *unificadora* da história do mundo.

Este livro não foi escrito para os historiadores ou para os filósofos da ciência. Na verdade, foi pensado e escrito para aqueles jovens que iniciam uma própria relação pessoal com a história das ideias e com aqueles objetos complicados, proliferantes e fascinantes que são as ciências e a filosofia. Mas tive principalmente em mente aquelas numerosíssimas pessoas - entre as quais inscrevo muitos e caríssimos amigos - que se dedicaram a estudos humanistas”, que pensam a ciência como algo “árido”, e que a consideram - no fundo do coração - de pouca relevância tanto para a cultura como também para a sua história, que têm a respeito da ciência e da sua história aquela imagem redutiva de serventia que tantos filósofos (mesmo ilustres) do nosso século-contribuíram a fortalecer e a divulgar e que compartilham, quase sempre sem aperceber-se, os discursos das primeiras décadas do século XX sobre a *bancarrota* da ciência.

Considerando que as páginas que seguem representam de algum modo uma tentativa não só de síntese, mas também de uma nova elaboração do

trabalho sobre alguns temas da revolução científica que comecei há mais de cinquenta anos atrás, se eu quisesse entrar pela vereda dos agradecimentos, deveria expressar a minha gratidão a um número demasiado grande de pessoas: a muitos amigos e a muitos jovens alunos, agora talvez não mais tão jovens. Renuncio a fazê-lo e dedico este livro à minha doce, decidida e inesperada netinha Geórgia que tem os olhos azuis como aqueles, para mim encantadores, da sua avó Andreina.

# O NASCIMENTO DA CIÊNCIA MODERNA NA EUROPA

Quando Cristóvão Colombo, Magalhães e os portugueses contaram como perderam o rumo nas suas viagens, nós não só os desculpamos, mas ficaríamos lamentando não dispormos da sua narrativa, sem a qual toda a diversão estaria perdida. Por isso, não serei alvo de censura se, induzido pelo mesmo afeto pelos meus leitores, quisesse seguir o mesmo método deles.

JOHANNES KEPLER *Astronomia nova* (1609)

# CAPÍTULO 1 – OBSTÁCULOS

## ESQUECER O QUE SABEMOS

Mais do que nas estruturas perenes da mente dos seres humanos, os historiadores estão interessados na diversidade das formas de funcionar das mentes nas diversas épocas.- Quando nos aproximamos de um pensamento que não é o nosso se torna importante tentar esquecer aquilo que sabemos ou pensamos saber. É preciso adorarmos formas de raciocinar ou até mesmo princípios metafísicos que para as pessoas do passado eram tão válidos e, fundamentados em raciocínios e pesquisas do mesmo modo que são para nós os princípios da física matemática e os dados da astronomia (Koyré, 1971: -77). É por isso que, como certa vez Thomas Kuhri escreveu, é essencial fazer a tentativa de *desaprender* os esquemas de pensamento induzidos pela experiência e pela instrução precedentes (Kuhn, 1980: 183).

O termo *obstáculos epistemológicos* foi forjado pelo filósofo francês Gaston Bachelard na década de trinta do século passado. Faz referência àquelas convicções (deduzidas tanto do saber comum, como também do saber científico) que tendem a impedir toda ruptura ou descontinuidade no crescimento do saber científico e, por conseguinte, constituem obstáculos poderosíssimos para a afirmação de novas verdades. O tipo de perguntas que Bachelard se colocava contribuiu para a renovação da história da ciência e para transformá-la a partir de um “festivo elenco de descobertas”, em uma história dos percursos difíceis da razão.

Vale a pena mostrar, me diante um exemplo específico, a qual realidade Bachelard pensava referir-se quando falava: 1) em Obstáculos epistemológicos; 2) em afastamento – da ciência do realismo do sentido comum; 3) em uma falsa continuidade histórica – baseada no uso das próprias palavras -. Até o século XIX parece totalmente evidente que para *iluminar* é necessário *queimar* alguma matéria. Pelo contrário, a lâmpada elétrica de fio incandescente de Edison o problema é *impedir* que uma



matéria queime. A ampola de vidro não serve para proteger a chama do ar, mas para assegurar o vácuo ao redor do filamento. Mas, tanto as velhas como também as novas lâmpadas tem uma única coisa em comum: servem para derrotar a escuridão. Portanto, podemos designá-las com o mesmo termo somente adotando este ponto de vista que, afinal, é o ponto de vista da vida cotidiana. Na realidade aquela mudança técnica implica uma complicada *teoriada combustão*, que tem a ver com a igualmente complicada história da descoberta do oxigênio (Bachelard, 1949: 104; Bachelard d, 1995).

## FÍSICA

Um estudante de 2º grau da nossa época sabe distinguir entre o *peso* de um corpo - que varia na medida da sua distância da Terra - e a *massa* de um corpo que, conforme a física clássica ou anterior a Einstein, é a mesma em todos os pontos do universo. O mesmo estudante, além disso, conhece a primeira lei de Newton ou o *princípio de inércia* e por conseguinte sabe que, na ausência de resistências externas, para deter um corpo em movimento linear uniforme é necessária a aplicação de uma força e que, portanto, o movimento linear é, assim como o estado de repouso, um estado “natural” dos corpos. O referido estudante conhece também a segunda lei de Newton segundo a qual é a *aceleração* e não a velocidade a resultar proporcional à força aplicada (ao contrário do que pensava Aristóteles que afirmava ser a aplicação de uma certa força a dar ao corpo uma velocidade determinada). Ele sabe, finalmente, algo que era totalmente inconcebível na física antiga: que portanto uma força *constante imprime a um corpo um movimento variável* (uniformemente acelerado) e que uma força qualquer, por menor que seja, é capaz de fazer isso com relação a qualquer massa, por maior que seja. Ele sabe também que todo movimento circular é um movimento acelerado e que o movimento circular não é de modo algum protótipo do movimento eterno dos céus. Não só: mas ao contrário do que sustentava a física anterior a Newton e do que pensava o próprio Galilei, aquele movimento não é de modo algum “natural”, mas deve ser *explicado* considerando-se a existência de uma força proveniente do centro e que o mantém fora da linha reta que seguiria na ausência daquela força.

A história da física, a partir das elaborações escolásticas tardias da teoria do *impetus* até as páginas cristalinas dos *Principia* de Newton, é a

história de uma profunda revolução conceitual que leva a modificar em profundidade as noções não só de movimento, mas também de massa, peso, inércia, gravidade, força e aceleração. Trata-se, ao mesmo tempo, de um novo método e de uma nova concepção geral do universo físico. Trata-se, além disso, de novas formas de determinar as finalidades, os papéis e os objetivos do conhecimento da natureza.

Podemos tentar enumerar uma série de convicções das quais foi necessário afastar-se a duras penas para que chegasse a se constituir a assim dita “física clássica” de Galilei e de Newton. A aparente obviedade de tais convicções foi um obstáculo enorme para a fundação da ciência moderna. Aquela obviedade não estava ligada somente à existência de tradições de pensamento que possuíam raízes antigas e bem firmes, mas também à sua *maior aproximação ao assim chamado senso comum*. As três convicções que seguem e que a ciência moderna abandonou totalmente, na verdade se apresentam como “generalizações” de observações empíricas ocasionais.

1) Os corpos caem porque são pesados, ou seja, porque tendem para o seu lugar natural, que é situado no centro do universo. Portanto, eles possuem em si próprios um princípio intrínseco de movimento e cairão com velocidade cada vez maior na medida que são mais pesados. A velocidade da queda é diretamente proporcional ao peso: deixando cair ao mesmo tempo duas esferas pesando 1 Kg e 2 Kg respectivamente, a de dois quilos vai tocar o chão antes e a de um quilo demorará o dobro do tempo,

2) O meio com que um corpo se move é um elemento essencial do fenômeno movimento, que é preciso levar em consideração ao determinar a velocidade da queda dos corpos pesados. A velocidade de um corpo em queda livre (diretamente proporcional ao peso) em geral era considerada inversamente proporcional à densidade do meio. No vazio (em um ambiente isento de densidade) o movimento se desenvolveria de modo instantâneo, a velocidade seria infinita, um corpo se acharia em mais lugares no mesmo instante. Estes aspectos eram todos argumentos formidáveis contra a existência do vazio.

3) Considerando que tudo o que se move é movido por outra coisa qualquer (*omne quod movetur ab alio movetur*), o movimento violento de um corpo é produzido por uma força que age sobre ele. O movimento necessita

de um *motor* que o produza e o conserve em movimento durante o movimento. Não é preciso aduzir alguma causa para explicar a permanência em estado de repouso de um corpo, por que o repouso é o estado natural dos corpos. O movimento (qualquer tipo de movimento:, quer natural, quer violento) é algo de não – natural e provisório (fazem exceção os “perfeitos” movimentos circulares celestes) que para tão logo cessa a aplicação de uma força, e se move tanto mais rapidamente quanto maior é a força aplicada. Se a força aplicada é a mesma, move se tanto mais lentamente quanto maior for o seu peso. Cessando a aplicação da força cessa também o movimento: *cessante causa, cessat effectus*; assim, por exemplo, quando o cavalo pára, pára também a carroça.

Todas estas três generalizações, como dissemos, nascem da referência a situações ligadas à experiência cotidiana: a queda de uma pluma e a, de uma pedra e o movimento de uma carroça puxada por um cavalo. Além disso, tais situações estão ligadas a uma concepção antropomórfica do mundo, que assume tanto as sensações e os comportamentos, como também as percepções do homem, na sua concretude, como critérios para a realidade. Nas raízes dos “erros” da física dos antigos há motivações profundas, radicadas na nossa fisiologia e na nossa psicologia. Por que, indaga René Descartes na obra *Principia* (1644), normalmente nos enganamos pensando ser necessária uma maior ação para o movimento do que para o repouso? Caímos neste erro - ele escreve -“desde o início da nossa vida”, porque estamos acostumados a mover o nosso corpo segundo a nossa vontade e o corpo é percebido em repouso somente pelo fato de que está grudado à Terra mediante a gravidade, cuja força não percebemos; considerando que tal gravidade resiste ao movimento dos membros e faz que nos causemos no decorrer dos nossos movimentos “nos pareceu que houvesse necessidade de uma força maior e mais ação para produzir um movimento do que para pará-lo” (Descartes, 1967: II, 88).

A ciência moderna não nasceu no campo da generalização de observações empíricas, mas no terreno de uma análise capaz de *abstrações*, isto é, capaz de deixar o nível do sentido comum; das qualidades sensíveis e da experiência imediata. O instrumento principal que tornou possível a revolução conceitual da física, como é notório, foi a *matematização* da física. E para os seus desenvolvimentos deram contribuições decisivas Galilei, Pascal, Huygens, Newton e Leibniz.

## COSMOLOGIA

Creio ser oportuno insistir mais ainda sobre alguns outros aspectos fundamentais daquele milenar *sistema do mundo* para cuja destruição Copérnico, Tycho Brahe, Descartes, Kepler e Galilei deram contribuições decisivas.

Em primeiro lugar, é necessário nos referirmos à distinção entre *mundo celeste e mundo terrestre*, entre *movimentos naturais e movimentos violentos*. Na filosofia aristotélica o mundo terrestre ou sublunar resulta da mistura de quatro elementos simples: Terra, Água, Ar e Fogo. O peso ou a leveza de cada corpo depende da diferente proporção com que os quatro elementos são mesclados nele, fazendo que, a Terra e a Água tenham uma tendência natural para baixo, ao passo que o Ar e o Fogo tendem para o alto. O devir e a mutação do mundo sublunar são causados pela agitação ou mistura dos elementos. O movimento natural de um corpo pesado é dirigido *para baixo*, enquanto o de um corpo leve se dirige *para o alto* o movimento linear para o alto ou para baixo (concebidos como absolutos e não relativos) dependem da tendência natural dos corpos a alcançarem o seu lugar natural, isto é, a situação apropriada que cabe a eles por natureza. A experiência cotidiana dá queda de um corpo sólido no ar, bem como do fogo que sobe para o alto, das bolhas de ar que vêm à tona na água confirma a teoria. Mas a experiência nos coloca também, continuamente, diante de outros movimentos, como, por exemplo: uma pedra lançada para o alto, uma flecha projetada pelo ar, uma chama desviada para baixo pela força do vento. Estes são os *movimentos violentos*, devidos à ação de uma força externa, que se opõe à natureza do objeto agindo sobre ele. *Cessante causa, cessat effectus*. Quando a força deixa de agir, o objeto tende a voltar para o lugar que lhe cabe por natureza.

O conceito de movimento na física dos aristotélicos, não coincide com a ideia de movimento da física dos modernos. Em geral, movimento é toda passagem do ser em potencial para o ser em ato. Para Aristóteles, tal movimento se configura como *movimento no espaço*, como *alteração* nas qualidades, como *geração e corrupção* na esfera do ser. No “movimento” são implicados fenômenos físicos e fenômenos que nós denominamos químicos e biológicos. O movimento não é um *estado* dos corpos, mas um devir ou um processo. Um corpo em movimento não muda somente em relação a outros

corpos: ele próprio, por estar em movimento, está sujeito à mutação. O movimento é uma espécie de *qualidade* que afeta o corpo.

O mundo terrestre é o mundo da alteração e da mutação, do nascimento e da morte, da geração e da corrupção. O Céu, ao contrário, é inalterável e perene, os seus movimentos são regulares, nele nada nasce e nada se corrompe, mas tudo é imutável e eterno. As estrelas, os planetas (o Sol é um deles) que se movem ao redor da Terra não são formados pelos mesmos elementos que compõem os corpos do mundo sublunar, mas por um quinto elemento divino: o éter ou *quinta essentia*, que é sólido, cristalino, imponderável, transparente e não sujeito a alterações. As esferas celestes são feitas da mesma matéria. Sobre a equador destas esferas em rotação (como “nós em uma tábua de madeira”) são fixados o Sol, a Lua e os outros planetas.

Ao movimento retilíneo, variado e limitado no tempo (que é próprio do mundo terrestre) se contrapõe o movimento circular, uniforme e perene das esferas e dos corpos celestes. O movimento circular é perfeito e por conseguinte adequado à natureza perfeita dos céus. Tal movimento não tem início e não tem fim, não tende para Coisa alguma, retornando perenemente sobre si próprio e prosseguindo eternamente. O éter, com exceção para o mundo terrestre (o mundo *sublunar*), enche o universo inteiro. O universo é finito pelo fato de ser limitado pela esfera das estrelas fixas. - A esfera divina, isto é, o primeiro móvel, transporta as estrelas fixas e produz aquele movimento que se transmite, por contato, às outras esferas, chegando até o céu da Lua que constitui o limite inferior do mundo celeste. *Por natureza*, não pode caber à Terra nenhum movimento circular. Ela está imóvel no centro do universo. A tese da sua centralidade e imobilidade não só é confirmada pela óbvia experiência cotidiana, mas é um dos fundamentos ou pilares de toda física aristotélica.

A grandiosa máquina celeste teorizada por Aristóteles e que, em seguida, foi se modificando e complicando de vários modos nos séculos sucessivos, na realidade era a transposição, no plano da realidade e da física, do modelo, puramente geométrico e abstrato, elaborado por Eudóxio de Cnido na primeira metade do, século IV a.C. As esferas de que Eudóxio falara não eram entes físicos reais, como mais tarde foram entendidas por Aristóteles, mas meras ficções ou artificios matemáticos visando a dar uma explicação, mediante uma construção intelectual, às aparências sensíveis, isto é, visando

a justificar e explicar o movimento dos planetas e tentar “resguardar os fenômenos” ou justificar as aparências.

Tal contraposição de uma astronomia concebida como construção de hipóteses a uma astronomia que visa a apresentar-se, como uma descrição de eventos reais, terá grande importância. Em todo o caso, o divórcio entre a cosmologia e a física de um lado e uma astronomia meramente “calculista” e matemática de outro, iria se acentuando no mundo antigo, na época que viu Alexandria do Egito no centro da cultura filosófica e científica. Com efeito, encontramos tal construção teorizada explicitamente pelo maior astrônomo da antiguidade: Cláudio Ptolomeu, que viveu em Alexandria no segundo século da era cristã. Por mais de um milênio a obra *Syntaxis*, comumente conhecida como *Almagesto*, permanece como alicerce do saber astrológico e astronômico.

As esferas de Aristóteles eram entes reais, sólidos e cristalinos. Os movimentos excêntricos e os epiciclos de Ptolomeu (que começa sempre a exposição dos movimentos planetários com a expressão “imaginemos um círculo” não tem realidade física. Como afirma Proclo (410-485 dC), são somente o recurso mais simples para explicar os movimentos dos planetas. A astronomia era apresentada por Ptolomeu como campo de atividade para os matemáticos, não para os físicos. Mas o quadro complicado do universo que na essência ficou firme até a época de Copérnico não é redutível às doutrinas lembradas até agora. Na realidade, foi uma mistura de física aristotélica e de astronomia ptolemaica, inserida em uma cosmologia que chegaria amplamente não só ao misticismo das correntes neo platônicas, mas também às concepções da astrologia, à teologia dos Padres da Igreja e às ideias dos filósofos da Escolástica. Para termos uma ideia a esse respeito, basta pensar no universo de Tomás de Aquino (1225 –74) ou naquele descrito na *Divina Comédia* de Dante Alighieri (1265 - 1321) onde às esferas celestes correspondem as várias potências angélicas.

Simplificando muito as coisas, é possível tentar enumerar os pressupostos que foi preciso destruir e abandonar para construir uma nova astronomia.

1) A distinção de princípio entre uma física do Céu e uma física terrestre, que resultava da divisão do universo em duas esferas, uma perfeita e a outra sujeita ao devir.

2) A convicção (que seguia deste primeiro ponto) do caráter necessariamente circular dos movimentos celestes.

3) O pressuposto da imobilidade da Terra e da sua centralidade no universo que era comprovado por uma série de argumentos de aparência irrefutável (o movimento terrestre projetaria para os ares objetos e animais) e que encontrava uma confirmação no texto das Escrituras.

4) A crença na finitude do universo e em um mundo fechado que está ligada à doutrina dos lugares naturais.

5) A convicção, conexa estritamente com a distinção entre movimentos naturais e violentos, de que não há necessidade de aduzir nenhuma causa para explicar o estado de repouso de um corpo, ao passo que, ao contrário, todo movimento deve, ser explicado ou como dependente da forma natural do corpo ou como provocado por um motor que o produz e o conserva.

6) O divórcio, que se havia fortalecido, entre as hipóteses matemáticas da astronomia e a física.

No decorrer de quase cem anos (aproximadamente de 1610 a 1710) cada um destes pressupostos foi discutido, criticado ou rejeitado. Daí, por meio de um processo difícil e por vezes tortuoso; resultou uma nova imagem do universo físico destinada a encontrar o seu cumprimento na obra de Isaac Newton isto é, naquela grandiosa construção que, a partir de Einstein, hoje chamamos de “física clássica”. Na verdade, porém, tratou-se de uma rejeição que pressupunha uma mudança radical de quadros mentais e de categorias interpretativas e que implicava uma nova consideração da natureza e do lugar do homem na natureza.

## VIL MECÂNICO

Junto com o tipo de obstáculos que chamaram a atenção de Bachelard e que se referem ao conhecimento e às formas de “olhar o mundo”- na era que viu a difícil afirmação da ciência moderna - existem opiniões e atribuições de valor que têm a ver com a estrutura da sociedade e com a organização trabalhista, bem como com a imagem do homem culto e do sábio que predomina na sociedade, dominando nas organizações dentro das quais é elaborado e transmitido o saber. Algumas dessas opiniões se configuram também como obstáculos muito difíceis de superar.

Nas raízes da grande revolução científica do século XVII se situa aquela compenetração entre técnica e ciência que marcou (para o bem ou para o mal) a inteira civilização do Ocidente e que, nas formas que assumiu nos séculos

XVII e XVIII (estendendo-se em seguida para o mundo inteiro), não existia tanto na civilização antiga como também naquela da Idade Média. O termo grego *banausía* significa arte mecânica ou trabalho manual. Cálicles, na obra *Górgias* de Platão, afirma que o construtor de máquinas deve ser desprezado, merecendo a alcunha de *banausos* em sinal de menosprezo, acrescentando que ninguém desejaria dar a própria filha em casamento a um sujeito deste tipo. Aristóteles excluiu os “operários mecânicos” da classificação dos cidadãos e os diferenciara dos escravos só pelo fato de que atendem às solicitações e às necessidades de muitas pessoas ao passo que os escravos servem a uma única pessoa. A oposição entre escravos e pessoas livres tendia à se resolver na oposição entre técnica e ciência, entre formas de conhecimentos voltadas para a prática e para o uso e um conhecimento voltado para a contemplação da verdade. O desprezo pelos escravos, considerados inferiores por natureza, estende-se às atividade que eles exercem. As sete artes *liberais* do trívio (gramática, retórica, dialética) e do quadrívio (aritmética, geometria, música e astronomia) se chamam liberais porque são as artes próprias dos homens *livres* em contraposição aos não-livres ou escravos que exercem as artes mecânicas ou manuais. O conhecimento não subordinado a fins que sejam externos ao seu objetivo essencial constitui, tanto em Aristóteles como também na tradição aristotélica, o único saber no qual se realiza a essência do homem. O exercício da *sophia* requer bem-estar, exige que as coisas necessárias para a vida já tenham sido asseguradas. As artes mecânicas são necessárias e filosofia, constituindo os seus pressupostos, mas são formas inferiores de conhecimento, mergulhadas dentro das coisas materiais e sensíveis, ligadas à prática e à atividade das mãos. O ideal do sábio e do homem culto (como aconteceria também na filosofia dos estóicos e dos epicureus e mais tarde no pensamento de Tomás de Aquino) tende a coincidir - com a imagem daquele que dedica a própria vida a contemplação na espera de alcançar (para os pensadores Cristãos) a beatitude da contemplação de Deus.

O elogio da vida ativa, que está presente em numerosos autores do século XV, o elogio das mãos, que consta nos textos de Giordano Bruno, bem como a defesa das artes mecânicas, que aparece em muitos textos de engenheiros e de construtores de máquinas do século XVI e que é retomada por Bacon e por Descartes, à luz destas considerações, adquire um significado muito relevante.



Em uma obra das mais conhecida da técnica da Renascença, a *De Re Metallica* (1556) de Jorge Agrícola (George Bauer), encontramos uma defesa apaixonada da arte dos metais. Todavia, ela é acusada de ser “indigna e vil” em comparação com as artes liberais. Para muitos ela se configura como um trabalho servil “vergonhoso e desonesto para o homem livre isto é, para O homem distinto, honesto e honrado”. Mas o “metalúrgico”, na opinião de Bauer, deveria ser perito na identificação dos terrenos, das minas, das várias espécies de minerais, pedras preciosas e metais. Ele, portanto, vai precisar da filosofia, da medicina, da arte de calcular, da arquitetura, da arte do desenho, bem como da lei e do direito. O trabalho dos técnicos não pode ficar separado do trabalho dos cientistas. Por isso, Bauer responde aos que, sustentando a tese oposta, baseiam-se, na contraposição livres-servos, que também a agricultura em certa época foi praticada pelos escravos, como também que servos contribuíram para a arquitetura e que não poucos médicos ilustres foram escravos (Agrícola, 1563: 1-2).

Na obra *Mechanicorum libfi* de Guidobaldo dei Monte publicada em Pérsaro em 1577 encontramos esta mesma defesa, baseada em argumentos análogos: em muitos lugares da Itália “se costuma apelidar alguém de mecânico por escárnio e insulto, e alguns ficam irritados por ser chamados de engenheiros”. O termo mecânico, no entanto, indica um “homem de alta competência, que por meio das mãos é do engenho sabe executar obras maravilhosas”. Arquimedes foi principalmente um mecânico. Ser mecânico ou engenheiro “é uma profissão de pessoa digna e distinta, pois mecânico é palavra grega que significa uma coisa feita com artifício e em geral implica todo artefato, invento, instrumento, guindaste, prensa ou todo invento magistralmente criado e lavrado em qualquer ciência, arte e trabalho” (Guidobaldo, 1531: *Aos leitores*).

Para entender o significado destas “defesas” do valor cultural da técnica vale a pena lembrar que no verbete *mécanique* o *Dictionnaire français* de Richelet (publicado em 1680) trazia ainda a seguinte definição: “o termo *mecânico*, com referência às artes, significa o que é contrário ao conceito de liberal e de honrado: tem sentido de baixo, vulgar, pouco digno de uma pessoa honesta”. As teses de Cálicles ainda continuam vivas no século XVII: *mecânico vil* é um insulto que, quando for dirigido a um fidalgo, leva-o a desembainhar a espada.

Na verdade, alguns grandes temas da cultura europeia estão ligados à

discussão em torno das artes mecânicas, que atingiu uma extraordinária intensidade entre meados do século XVI e meados do século XVII. Nas obras dos artistas e dos inventores, nos tratados dos engenheiros e dos técnicos vem abrindo caminho uma nova consideração do trabalho, da função do saber técnico, do significado que têm os processos artificiais de alteração e transformação da natureza. Também no domínio da filosofia emerge lentamente uma avaliação das *artes* muito diferente daquela tradicional: alguns dos processos usados pelos técnicos e artesãos para modificar a natureza servem para o conhecimento da realidade natural, ajudando aliás a mostrar a “natureza e m movimento” (como em seguida se afirmaria em polêmica explícita com as filosofias tradicionais).

Somente levando em conta este contexto a postura assumida por Galilei adquire um significado exato, a qual, na verdade, está na raiz das suas grandes descobertas astronômicas. De fato, em 1609 Galilei apontava para o céu a sua *luneta* (ou telescópio), que determina uma revolução é a *confiança* de Galilei em um instrumento que nasceu no ambiente dos mecânicos, aperfeiçoado somente mediante a prática, acolhido parcialmente nos meios militares, mas ignorado, quando não desprezado, pela ciência oficial. O telescópio nascera nos ambientes do artesanato holandês. Galilei o *reconstruíra* e o apresentara em Veneza em agosto de 1609, para apresentá-lo, em seguida, ao governo da Senhoria. Para Galilei, o telescópio não é um dos numerosos instrumentos curiosos, construídos para diversão dos homens de poder ou para a utilidade imediata dos militares. Ele o usa e o dirige para o céu com espírito metódico e com mentalidade científica, transformando-o em um instrumento da ciência. Para acreditar naquilo que se vê com o telescópio é preciso crer que aquele instrumento serve não para *deformar*, mas para potencializar a visão. É preciso considerar os instrumentos como uma fonte de conhecimento, abandonar aquela antiga e enraizada concepção antropocêntrica que considera a visão natural dos olhos humanos como um critério absoluto de conhecimento. Fazer *entrar os instrumentos na ciência*, isto é, concebê-lo como fonte de verdade não foi um empreendimento fácil. *Ver*, na ciência do nosso tempo, significa, quase que exclusivamente, *interpretar sinais gerados por instrumentos*. Nas origens daquilo que hoje nós *vemos* nos céus há um gesto inicial e solitário de coragem intelectual.

A defesa das artes mecânicas contra a acusação de indignidade, bem como a recusa de fazer coincidir o horizonte da cultura com o horizonte das

artes liberais e as operações práticas com o trabalho servil implicavam na realidade o abandono de uma imagem milenar da ciência, isto é, implicavam o fim de uma distinção de essência entre o conhecer e o fazer.

## CAPÍTULO 2 – SEGREDOS

### “MARGARITAE AD PORCOS”

Há uma passagem no Evangelho de Mateus (7,6) em que Jesus afirma: “Não deis as coisas santas aos cães, nem atireis as vossas pérolas aos porcos, porque eles poderiam pisá-las e, voltando-se vos despedaçar”. O que é precioso não é para todos, a verdade deve ser mantida secreta, pois a sua difusão é perigosa: é desta forma que numerosíssimos autores leram aquela passagem do Evangelho.

A tese de um saber secreto das coisas essenciais, cuja divulgação poderia trazer consequências nefastas, configurou-se durante muitos séculos na cultura europeia como uma espécie de paradigma dominante. Somente a difusão, a persistência e a continuidade histórica deste paradigma do segredo conseguem explicar a dureza e a força polêmica que está presente em muitos textos dos assim chamados pais fundadores da modernidade. De fato, eles de forma concorde recusam a distinção sobre a qual aquele segredo se fundava: a distinção entre a exígua falange dos sábios ou “verdadeiros homens” e o *promiscuum hominum genus*, isto é, a massa dos incultos.

### O SABER HERMÉTICO

A comunicação e a difusão do saber bem como a discussão pública das teorias (que para nós são práticas correntes) nem sempre foram percebidas como valores. No entanto se *tomaram* valores. Na verdade, à comunicação como valor foi sempre contraposta - desde as origens do pensamento europeu - uma imagem diferente do saber, isto é, como iniciação e como um patrimônio “que somente poucos podem alcançar.

Os *Secreta secretorum* (- uma obra atribuída a Aristóteles) tiveram na Idade Média uma ampla divulgação. Em forma de carta, Aristóteles revela ao seu discípulo Alexandre Magno os segredos reservados aos mais íntimos

entre os discípulos abrangendo medicina, astrologia, fisionomia, alquimia e magia. Deste livro, que Lynn Thorndike qualifica como “o livro mais popular da Idade Média”, foram descobertos nas bibliotecas européias mais de 500 manuscritos. Entretanto, a literatura sobre os segredos fica alheia ao mundo das grandes universidades medievais. Mas circula amplamente também entre os grandes expoentes da nova cultura. No fim do século XVI, Rogério Bacon - teoriza uma *scientia experimentalis* que (como justamente notava Lynn Thorndike) para 2/3 é hermética e não transmissível ao mundo dos profanos : “Os sábios omitiram tais assuntos em seus escritos ou tentaram ocultá-los sob uma linguagem metafórica [...]. Como ensinaram tanto Aristóteles no seu livro sobre os segredos, como também o seu mestre Sócrates, os segredos das ciências não são escritos em peles de cabra ou de ovelha de tal modo a torná-los acessíveis às multidões” (Eamon, 1990: 336).

A distinção entre dois tipos de seres humanos, que teve origem em correntes gnósticas e averroístas, a multidão dos simples e dos ignorantes e os poucos eleitos que são capazes de captar a verdade escondida debaixo da escrita e dos símbolos e que são iniciados, aos sagrados mistérios — está ligada firmemente à visão do mundo e da história que foi própria do hermetismo. Encontramos de novo tal distinção expressa claramente nos catorze tratados do *Corpus hermeticum*, que remontam ao século II depois de Cristo é que Marsílio Ficino ( 1433-99) traduziu entre 1463 e 1464 aqueles textos tiveram antes uma enorme difusão manuscrita e entre 1471 e o fim de 1500 foram publicados em dezesseis edições. Marsílio Ficino atribuiu tal obra (e tal opinião foi sustentada em seguida durante todo o século XVI e as primeiras décadas do século XVII) ao lendário Hermes Trismegisto, fundador da religião dos Egípcios, contemporâneo de Moisés e mestre, indiretamente, de Pitágoras e de Platão. O grande renascimento da magia no final do século XV e no século XVI está ligado a esses textos, continuando os mesmos a influenciar fortemente a cultura européia até meados do século XVII. Toda a grande herança mágico-astrológica do pensamento antigo e da Idade Média estava inserida em um quadro platônico-hermético amplo e orgânico por meio daqueles escritos. Nesse quadro dominam não só a tendência a captar a Unidade que, no fundo, subtende as diferenças, mas também a aspiração a conciliar as distinções e a exigência para uma pacificação total na Unidade-Totalidade.

Os limites entre filosofia natural e saber místico, entre a figura do indivíduo que conhece a natureza e realiza experiências e a imagem do homem que (como Fausto) vendeu a alma ao diabo para conhecer e dominar a natureza pareceram muito frágeis e sutis aos homens daquela época. A *natureza*, pensada pela cultura mágica, não é somente matéria contínua e homogênea que enche o espaço, - mas é uma realidade total que tem em si própria uma alma, um princípio de atividade interno e espontâneo. Tal alma - substância, como para os antigos pensadores Jônios do século V aC, está “cheia de demônios e de deuses”. Cada objeto do mundo é repleto de simpatias ocultas que o ligam ao Todo. A matéria é impregnada de divino. As estrelas são animais vivos divinos. O mundo é a imagem ou o espelho de Deus e o homem é a imagem ou o espelho do mundo. Entre o grande mundo ou *macrocosmos* e o *microcosmos* ou mundo em tamanho pequeno (e o homem é assim) existem correspondências exatas. As plantas e as selvas são os cabelos e os pelos do mundo, as rochas são os seus ossos, as águas subterrâneas as suas veias e o seu sangue. O ser humano é o umbigo do mundo. Está no seu centro. Enquanto espelho do universo, o homem é capaz de revelar e de captar aquelas correspondências secretas. O mágico é aquele que sabe penetrar no interior desta realidade infinitamente complexa, dentro deste sistema de correspondências e de caixas chinesas que remetem para o Todo, dentro das quais o Todo está fechado. Ele conhece as correntes de correspondências que descem do alto e sabe construir - por meio de invocações, números, imagens, nomes, sons, acordes de sons, talismãs - uma corrente ininterrupta de elos ascendentes. O amor é o *nodus* ou a *junção* que aproxima indissolúvelmente entre si as partes do mundo. Na opinião de Fícino elas parecem “coligadas umas às outras por uma espécie de caridade recíproca [...], membros de um único animal, reciprocamente unidas pela comunhão de uma única natureza”. Daí, vitalismo e animismo, organicismo e antropomorfismo são características constitutivas do pensamento mágico. Nele domina, como viram com clareza Freud e Cassirer, a ideia da identificação entre o eu e o mundo, bem como a ideia da “onipotência do pensamento”

O mundo mágico é compacto e totalitário. Não se racha facilmente, nem suporta desmentidos. O caráter sensacionalista dos feitos realizados pelo mágico não oferece talvez uma prova da sua pertença ao escalão dos eleitos? E a distinção entre os escolhidos e o povão não implica talvez o segredo de

um patrimônio de ideias em que as verdades profundas devem ser ocultadas a ponto de parecerem não identificáveis? A extrema dificuldade dos processos não depende talvez da incapacidade da maioria dos homens de se aproximarem de tais verdades? E a ambiguidade e alusividade da terminologia não dependem talvez da complicação dos procedimentos e da necessidade de reservar o conhecimento a poucos indivíduos? Ou será que compreender a verdade não *mediante* a linguagem que é usada, mas *apesar* de tal linguagem, não é talvez um meio para verificar a própria pertença à exígua classe dos eleitos?

Na verdade, como foi repetido muitas vezes, a magia *tende sempre a se resolver* em psicologia ou em religião. Porém *jamais coincide* nem com a psicologia, nem com a religião, nem com o misticismo. Assim como na astrologia convivem cálculos sofisticados e vitalismo antropológico, do mesmo modo, na magia e na alquimia, convivem misticismo e experimentalismo. Os livros da grande magia da Renascença se apresentam aos nossos olhos como o fruto de uma mistura estranha. Com efeito, no mesmo manual encontramos, páginas de ótica,- mecânica, química, bem como receitas de medicina, ensinamentos técnicos sobre a construção de máquinas e de jogos mecânicos, codificação de escrituras secretas, receitas de culinária, de venenos para vermes e ratos, conselhos para pescadores, caçadores e para as donas de casa. Encontram-se também sugestões referentes à higiene, à substâncias afrodisíacas, “ao sexo e à vida sexual, retalhos de metafísica, reflexões de teologia mística, alusões à tradição sapiencial” do Egito e dos profetas bíblicos, referências às filosofias clássicas e aos mestres da cultura medieval, conselhos para, os ilusionistas etc. E não é só isso. A magia, de fato, relaciona-se profundamente também, com projetos de reforma da cultura - basta pensarmos em Giordano Bruno, Cornélio Agrippa, Tommaso Campanella etc; ela tende para o Milenarismo, para aspirações a uma renovação política radical.

A linguagem da alquimia e da magia é ambígua e alusiva porque não tem qualquer sentido que a ideia de uma verdade oculta ou de um segredo possa ser expressa com clareza e com palavras não alusivas e não ambíguas. Aquela linguagem é estruturalmente e não acidentalmente cheia de deslizes semânticos, de metáforas, analogias e alusões.. A esse propósito, o alquimista Bono de Ferrara escreve o seguinte: “Ninguém dos antigos conseguiu jamais alcançar o sujeito divino desta arte mediante a sua inteligência natural: nem

somente pela razão natural, nem só pela experiência porque ele - à guisa de um mistério divino - está acima da razão e acima da experiência” (Bono de Ferrara, 1602: 123).

Os alquimistas não falam de ouro real ou de enxofre concreto. O objeto jamais é simplesmente o que é em si próprio; ele é também sinal de outra coisa, receptáculo de uma realidade que transcende o nível em que tal objeto existe. Por isso, o químico que hoje examina as obras alquímicas “experimenta a mesma impressão que sentiria um pedreiro que desejasse haurir de um texto da maçonaria informações práticas para o seu “trabalho” (Taylor, 1949: 110). Os iniciados, justamente porque compreendem os segredos da Arte, “corroboram com isso a sua pertença ao grupo dos iluminados”. Todos os cultores da Arte, escreve Bono de Ferrara, “entendem-se entre si como se falassem uma única língua que é incompreensível a todos os outros, - sendo conhecida somente por eles mesmos” (Bono de Ferrara, 1602: 132). Na obra *Magia adâmica*, Thomas Vaughn afirma que o conhecimento é feito de visões e de revelações, por isso o ser humano pode chegar a uma compreensão total do universo só mediante a divina iluminação (Vaughn, 1888: 103).

A distinção entre *homo animalis* e *homo-spiritualis*, bem como a separação entre os homens simples e os letrados se transforma na identificação dos objetivos do saber com a salvação e a perfeição individuais. A ciência coincide com a purificação da alma e é um meio para fugir do destino terreno. O conhecimento intuitivo é superior ao conhecimento racional; a inteligência oculta das coisas se identifica com a libertação do mal: “Só para vocês, os filhos da doutrina e da sabedoria escrevemos esta obra. Escutem o livro, procurem colher o saber que espalhamos em vários lugares. O que ocultamos em um lugar o manifestamos em outro [...]. Não quisemos escrever a não ser para vocês, - que possuem um espírito puro, cuja mente é casta e pudica, cuja fé ilibada teme e reverencia a Deus [...]. Só vocês acharão a doutrina que reservamos somente para vocês. Os mistérios, ocultados por muitos enigmas, não podem se tornar transparentes sem a inteligência oculta. Se vocês conseguirem tal inteligência, só então toda a ciência mágica penetrará em vocês e se manifestarão em vocês aquelas virtudes já adquiridas por Hermes, Zoroastro, Apolônio e por outros realizadores de coisas maravilhosas” (Bauer, 1550: 1, 498).



*Ad laudem et gloria altissimi et omnipotenti Dei, cuius est revelare suis praeordinatis secreta scientiarum.* O tema do segredo se apresenta já nas primeiras páginas do *Picatrix* e reaparece continuamente em seguida. A magia foi ocultada pelos filósofos mantendo-a cuidadosamente escondida usando ao falar palavras secretas. Eles fizeram isso para o seu próprio bem: *si haec, scientia hominibus esset discoperta, confunderent universom.* Por isso, a ciência se divide em duas partes - uma das quais é manifesta e a outra oculta. A parte oculta é profunda: as palavras que se referem à ordem do mundo são as mesmas que Adão recebeu de Deus e podem ser entendidas apenas por pouquíssimos indivíduos (Perrone Compagni, 1975: 298).

Face ao tema do segredo, o que impressiona não é a variedade das fórmulas mas a sua imutabilidade. Em escritos compostos em épocas diferentes voltam constantemente os mesmos autores, as mesmas citações, os mesmos exemplos. Na obra de Cornélio Agripa, por exemplo, encontramos escrito que Platão impediu a divulgação dos mistérios, Pitágoras e Porfírio obrigavam os seus discípulos aguardarem o silêncio a respeito; Orfeu exigia o silêncio sob juramento e o mesmo fazia Tertuliano; Teódoto ficou cego por ter tentado penetrar os mistérios da escritura hebraica. Indianos, Etíopes, Persas e Egípcios falavam somente por meio de enigmas. Plotino, Orígenes e os outros discípulos de Amônio juravam não revelar os dogmas do mestre. O próprio Cristo ocultou a sua palavra de forma que somente os discípulos mais confiáveis pudessem entendê-lo e proibiu explicitamente de lançar aos cães as carnes consagradas e as pérolas aos porcos. “Toda experiência mágica aborrece o público, precisa permanecer Oculta, fortalecendo-se no silêncio e sendo destruída quando for declarada” (Agripa, 1550: I, 49 8).

A verdade se transmite me diante o contato pessoal e pelos “murmúrios das tradições e os discursos orais” A comunicação direta entre o mestre e o discípulo é o instrumento, privilegiado da comunicação: “Não sei se alguém, sem um mestre confiável e experiente possa compreender o sentido só pela leitura dos livros [...]. Tais coisas não são confiadas às letras serem escritas com a caneta, mas são infundidas de espírito para espírito mediante palavras sagradas” (Ibid: II, 904).

## **O SABER PÚBLICO**

No Ocidente, as figuras dominantes no mundo da cultura, durante uns mil

anos (quer dizer ao longo de dez séculos da Idade Média) são o santo, o monge, o médico, o professor universitário, o militar, o artesão e o mágico. Mais tarde ao lado dessas figuras acrescentam-se aquelas do humanista e do fidalgo da corte. No período que vai de meados do século XVI até meados do século XVII aparecem outros personagens novos: o *mecânico*, o *filósofo naturalista*, o *artista virtuoso* ou livre empreendedor. Os objetivos perseguidos por tais personagens novos não são a santidade, a imortalidade literária, ou a realização de milagres capazes de encantar o povo. Além disso; o novo saber científico nasce no terreno de uma áspera polêmica contra o saber dos monges, dos escolásticos, dos humanistas e dos professores. Por isso, em 1640, em uma moção dirigida ao Parlamento, John Hall escreve que nas universidades não se ensinam nem a química, nem a anatomia, nem as línguas, nem os experimentos. Na verdade, é como se os jovens tivessem aprendido há três mil anos atrás toda a ciência redigida em hieroglíficos e, em seguida; tivessem ficado dormindo como múmias para acordar somente agora.

Uma forte oposição ao saber secreto dos mágicos e dos alquimistas emerge agora, não tanto do inundados filósofos, mas antes do mundo dos engenheiros e dos mecânicos. Já em 1540 Vannoccio Biringuccio - como consta na sua obra *Pirotechnica* - tinha ideias muito claras a respeito desses assuntos. Os alquimistas são incapazes de *codificar os meios* e olham imediatamente para os fins, aduzindo “mais a autoridade de testemunhos do que razões de possibilidades, ou efeitos que possam demonstrar. Entre tais testemunhos há quem cite Hermes, enquanto outros preferem se referir-a Arnoldo, a Raimundo, a Geber, a Ocam, a Crátero, a São Tomás, ao Parisiense, ou a um tal de frei Elias da Ordem de São Francisco aos quais, devido à dignidade da sua ciência filosófica ou pela santidade, pretendem que se lhes preste um certo obséquio da fé, ou que, quem os escuta, fique calado como uns ignorantes ou confirme aquilo que dizem” (Biringuccio, 1558: 5r). Ao contrário de Biringuccio, que era uma pessoa de escassa informação cultural, Jorge Agrícola (Georg Bauer) tinha lido muitos livros. Mas na obra *De Re Metallica*, editada em 1556 (um texto que ficava preso com corrente aos altares das igrejas do Novo Mundo para que servisse como um manual para todos) manifesta com força a polêmica contra um saber incomunicável por princípio: “Muitos livros tratam desse assunto, mas todos de difícil compreensão; pois estes

escritores não chamam as coisas com seus próprios nomes e vocábulos, mas com nomes estranhos e inventados pela própria cabeça da forma que ora um autor, ora outro imaginou para si um termo diferente para a mesma coisa” (Agrícola, 1563 :4-5).

Mais tarde, inclusive uma série de razões sociais e econômicas tendem a fortalecer, no âmbito do mundo dos mecânicos o valor do “segredo”. Muitos artesãos e engenheiros da Renascença insistem na oportunidade de manter ocultos os próprios inventos: não porque o povo não seja digno de conhecê-los, mas por razões econômicas. As primeiras patentes remontam ao início do século XV. Mas o aumento do número das patentes ocorre de forma explosiva no século XVI (cf. Eamon, 1990; Maldonado, 1991).

Na época das guerras religiosas que subverteram a Europa os homens que constituem os primeiros grupos daqueles que se auto definiam “filósofos naturais”, no interior da sociedade maior em que viviam, construíram sociedades menores e mais tolerantes. “Quando morava em Londres - escreve John Wallis em 1645 - tive a oportunidade de conhecer várias pessoas que se ocupavam daquilo que agora se chama filosofia nova ou experimental. Dos nossos discursos tínhamos excluído a teologia, pois o nosso interesse se voltava para matérias como física, anatomia, geometria, estática, magnetismo, química, mecânica e experiências naturais”

Aqueles que se associam nas primeiras Academias visam a proteger-se sobretudo de duas coisas: da política e da intromissão das teologias e das Igrejas. Tais centros de estudos (Linceus) “tem como constituição particular a exclusão dos seus estudos qualquer controvérsia que não fosse natural e matemática, mantendo afastados os assuntos políticos”. Por isso, a todos os membros da referida sociedade - reza um texto da Royal Society - “se pede uma maneira de falar discreta, despojada, natural, sentidos claros, à preferência para a linguagem dos artesãos e dos comerciantes em lugar da linguagem dos filósofos” (Sprat, 1667: 62).

No que diz respeito às Academias e Sociedades científicas, há alguns pontos que devem ser fortemente ressaltados: a existência de reuniões dos letrados, bem como o uso de regras particulares de comportamento para as ditas reuniões e a adoção de uma postura crítica com relação às afirmações de quem quer que seja como norma principal de comportamento. A verdade não está ligada à autoridade da pessoa que a enuncia, mas somente à evidência dos experimentos e à força das demonstrações.

Em segundo lugar, deve ser lembrada a tomada de posição que deve ser comum a todos os expoentes da nova ciência: uma postura favorável ao rigor linguístico e ao caráter não figurativo da terminologia. A mesma tomada de posição coincide com a rejeição, em princípio, de toda distinção entre pessoas simples e pessoas cultas. As teorias devem ser integralmente comunicáveis e as experiências repetíveis sempre que for preciso.. A propósito,” escreve William Gilbert: “Usamos por vezes palavras novas. Porém, não como fazem os alquimistas, para ocultar as coisas mas para que as ocultas resultem plenamente compreensíveis” (Gilbert, 1958: Prefácio). A esse respeito vale a pena lembrar o célebre começo do *Discurso sobre o método* de Descartes que afirma ser o bom-senso “a coisa do mundo melhor repartida”. A faculdade de julgar corretamente e de distinguir a verdade da falsidade (a razão consiste nisso) “é igual por natureza em todos os homens”. Não só: mas a razão que nos distingue dos animais “está totalmente em cada indivíduo”. O método que Hobbes Seguiu e que conduz à ciência e à verdade é construído para todos os homens: “Se você gostar - afirma dirigindo-se ao leitor no Prefácio ao livro *Decorpore* - você também poderá usá-lo”. O método da ciência, afirmaria por sua vez Bacon, tende a fazer desaparecer as diferenças entre os homens e colocar as suas inteligências no mesmo nível.

A magia cerimonial, escreveu Bacon, opõe-se ao mandamento divino segundo o qual o pão deverá ser ganho com o suor do rosto e “se propõe alcançar com poucas, fáceis e pouco pesadas observâncias aqueles nobres efeitos que Deus impôs ao homem de propiciar para si o pão à custa do seu trabalho”. As descobertas, escreveria ainda, “são cultivadas por poucos indivíduos em silêncio absoluto e quase religioso” Na verdade, todos os críticos e opositores da magia insistiriam em apontar o caráter “sacerdotal” do saber mágico, bem como a mistura da ciência e religião que é característica fundamental da tradição hermética.

Por isso, indaga Mersenne, por que os adeptos da alquimia não estão dispostos a estudar os resultados das suas descobertas sem mais mistérios nem arcanos”? (Mersenne, 1625: 105). Por isso Francis Bacon, junto com a avaliação positiva da coragem intelectual manifestada por Galilei nas suas descobertas astronômicas, fez o elogio da sua honestidade intelectual: “honestamente e de modo relevante homens dessa espécie deram conta progressivamente da forma em que a eles resulta cada ponto particular da sua pesquisa” (Bacon, 1887-92: III, 736). Aqueles que se perdem

seguindo caminhos extraordinários, escreveria Descartes, são menos desculpáveis do que aqueles que erram junto com outros. Nessas “trevas da vida”, diria mais tarde Leibniz, é necessário caminhar juntos porque o método da ciência é mais importante do que a genialidade dos indivíduos e porque o objetivo da filosofia não é aquele do melhoramento do próprio intelecto, mas do intelecto de todos os homens. Neste sentido, tanto Leibniz, como também Hartlib e Comênio se referem de várias formas ao ideal do *advancement of learning*, isto é, de um crescimento do saber e de uma sua difusão. “O ardor das pessoas em abrir escolas” parecia ao autor da *Pansophiae prodromus* algo que caracteriza os novos tempos. Na opinião de Comenio é daquele ardor que decorre “a grande multiplicação de livros em todas as línguas e em cada nação a fim de que também as crianças e as mulheres possam adquirir familiaridade com os mesmos [...]. Finalmente aparece agora o esforço constante de alguns em levar o método dos estudos a tal nível de perfeição que qualquer coisa digna de ser conhecida possa ser facilmente instilada nas mentes. Se tal esforço (como espero) tiver sucesso encontrar-se-á o caminho procurado de ensinar rapidamente tudo a todos” (Comênio, 1974 :491).

A luta a favor de um saber universal, compreensível por todos porque comunicável a todos e que todos podem construir, já no decorrer do século XVII, era destinada a passar do nível das ideias e dos projetos dos intelectuais para o nível das instituições: “No que concerne aos membros que devem construir a Sociedade, é preciso notar que são livremente admitidos homens de religiões, países e profissões diferentes [...]. Ellis declaram abertamente não preparar a fundação de uma filosofia inglesa, escocesa, papista ou protestante, mas a fundação de uma filosofia do gênero humano [...]. Eles tentaram colocar a sua obra em total condição de desenvolvimento perpétuo, estabelecendo uma correspondência inviolável entre a mão e a mente. Eles procuraram fazer disso um empreendimento não para uma única temporada ou para uma oportunidade de sucesso, mas algo firme, duradouro, popular e constante. Procuraram libertá-la dos artificios, humores e paixões das seitas e transformá-la em um instrumento mediante o qual a humanidade possa conseguir o domínio sobre as coisas e não somente o domínio sobre os juízos dos homens. Enfim, procuraram efetuar tal reforma da filosofia não mediante solenidades de leis e ostentação de cerimônias, mas mediante uma prática

sólida e por meio de exemplos e não com a pompa gloriosa de palavras, mas por meio de argumentos silenciosos, efetivos e irrefutáveis das produções reais” (Sprát, 1667:62-63).

## TRADIÇÃO HERMÉTICA E REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

Na segunda metade do século passado, por meio de uma série de estudos importantes, o homem chegou a se conscientizar, com clareza cada vez maior, do peso relevante que a tradição mágico-hermética teve oportunidade de exercer sobre o pensamento de não poucos entre os expoentes da revolução científica. Assim, no limiar da modernidade, a magia e ciência constituem um enredo que não pode ser dissolvido facilmente. A imagem, de proveniência iluminista e positivista, de uma marcha triunfal do saber científico atravessando as trevas e as superstições da magia, hoje parece ter desaparecido definitivamente.

Na sua defesa da centralidade do Sol, Nicolau Copérnico invoca a autoridade de Hermes Trismegisto. Por sua vez, William Gilbert se refere a Hermes e a Zoroastro, identificando a sua doutrina do magnetismo terrestre com a tese da animação universal. Francisco Bacon, por outro lado, na sua teoria das *formas*, é fortemente condicionado pela linguagem e pelos modelos presentes na tradição alquimista. Johannes Kepler é um profundo conhecedor do *Corpus hermeticum*. A sua convicção de uma correspondência secreta entre as estruturas da geometria e as estruturas do universo, bem como a sua tese de uma música celeste das esferas são profundamente embebecidas de misticismo pitagórico. Tycho Brahe vê na astrologia uma aplicação legítima da sua ciência. René Descartes, cuja filosofia para os modernos se tornou o símbolo da clareza racional, quando jovem, dava uma preferência maior aos resultados da imaginação do que aos resultados da razão; como fizeram numerosos mágicos do século XVI, deleitava-se na construção de autômatos e de “jardins assombrados”; como fizeram muitos expoentes do lulismo mágico, insistia sobre a unidade e a harmonia do cosmo. São temas que, embora em perspectiva diferente reaparecem também em Leibniz, em cuja lógica conflui uma temática tomada da tradição do lulismo hermético e cabalístico. É preciso acrescentar que a ideia de harmonia concebida por Leibniz é baseada na leitura apaixonada de uma literatura à qual bem dificilmente se poderia atribuir a qualificação de

científica. Nas páginas da obra *De Motu Cordis* de William Harvey, dedicadas à exaltação do coração como “Sol do microcosmo”, ecoam os temas da literatura solar e hermética, dos séculos XV e XVI. Entre a definição dada por Harvey ao *ovum* (como não totalmente cheio de vida nem inteiramente desprovido de vitalidade) e a definição dada por Marcílio Fícino (e em seguida por muitos paracelsianos e alquimistas) do *corpo astral* existem relações precisas. Também na concepção newtoniana do espaço como *Sensorium Dei* foram ressaltadas influências das correntes neoplatônicas e da cabala judaica. Newton não só lia e resumia textos alquimistas, mas dedicou muitas horas da sua vida a pesquisas do tipo alquimista. Pelos seus manuscritos resulta evidente a sua fé em uma *prisca theologia* (que é o tema central do hermetismo) cuja verdade deve ser “provada” por meio da nova ciência experimental.

Para traçar linhas provisórias de demarcação entre “mágicos” e “cientistas” aí pelo fim do século XVI e no começo do século XVII tem pouca utilidade sublinhar diferenças baseadas em apelos genéricos para a experiência ou na revolta contra as *auctoritates*. Jerônimo Cardano, como é notório, ocupou-se com um certo sucesso de matemática e João-Batista Della Porta detém um lugar certamente não de pouca importância na história da ótica. Os cálculos de muitos astrólogos são bem menos discutíveis do que as divagações matemáticas de Hobbes, e Paracelso é bem menos “escolástico” do que Descartes.

Para Bacon, folhear com humildade o grande livro da natureza significava renunciar a construir, sobre bases conceituais e experimentais demasiado frágeis, inteiros sistemas de filosofia natural. Francisco Patrizi e Pedro Sorensen (ou Severinus), bem como Bernardino Telésio, Giordano Brúno, Tommaso Campanella e William Gilbert foram julgados por Bacon como filósofos que entram em cena um após o outro e fabricam ao seu alvitre os sujeitos dos seus mundos. Todavia, uma avaliação diferente foi feita a respeito da obra do médico veronense Jerônimo Fracastoro (1483-1553) que era lembrado por Bacon como um homem capaz de uma honesta liberdade de juízo. Não é difícil conscientizar-se das razões desta diversidade de tons. No tratado *De sympathia et antipathia rerum* (1546) Fracastoro enfrentara uma série de temas costumeiros como, por exemplo, por quê a agulha magnética se volta para o Norte, por quê o peixe rêmora pode parar as embarcações etc.), mas concebera a sua investigação sobre o

“consenso e dissenso” entre as coisas como sendo a premissa necessária para um estudo dos contágios. Tal contágio até então foi interpretado como a manifestação de uma força oculta. Em lugar de investigar a respeito dos princípios do contágio, bem como a respeito das formas em que o mesmo se manifesta e da diversa gravidade das doenças contagiosas, ou a respeito da diferença entre doenças contagiosas e envenenamentos, tais investigadores se contentaram em se referir a causas misteriosas. A razão disso consiste no fato de que os filósofos se dedicaram até então às “causas universalíssimas”, descuidando do estudo das “causas particulares e determinadas” (Fracastoro, 1574: 57-76). Para explicar a “simpatia” é preciso colocar no lugar do conceito de uma misteriosa *natura* dos corpos, a ideia de uma *força*. Com base em tal substituição é impossível fazer uso ainda da teoria aristotélica. Fazendo referência a Demócrito, Epicuro e Lucrecio, Fracastoro considera aceitável a teoria que situa nas *effluxiones* dos corpos o princípio da atração. Assim, pela transmissão recíproca de partículas do corpo A para o corpo B depende a atração de dois corpos. O conjunto de tais partículas forma um todo unitário que porém se diferencia em suas partes: as partículas que estão perto dos dois corpos ou aquelas que são colocadas entre dois corpos não tem a mesma densidade e rarefação. Nas “nuvens de átomos”, portanto, se produzem movimentos que tendem a realizar o equilíbrio ou o máximo consentimento das partes com o todo. Tais movimentos de ajuste determinam o movimento dos dois corpos um em relação ao outro e, em algum caso, a sua união.

No capítulo VI do tratado *De contagionibus et contagiosas morbis* (1546) Fracastoro afirmava que “a causa dos contágios que acontecem à distância não pode ser remetida a propriedades ocultas” (Fracastoro, 1574: 7-110). Assim, alguns contágios acontecem por simples contato, como no caso da sarna e da lepra; outros são transmitidos por meio de veículos, como roupas ou lençóis; outros, finalmente, (como no caso da peste e da varíola) se propagam à distância por meio de *seminuria* invisíveis. A tomada de distância de Fracastoro (do qual devemos lembrar também o célebre poema em versos latinos *Syphilissive de morbo galfico*, 1530) com relação ao ocultismo resulta evidente também no opúsculo *De causis criticorum diebus*. Os dias críticos ou as “crises” das doenças acontecem sem dúvida em dias determinados. Todavia, é impossível determinar aqueles dias com base em correspondentes dados estatísticos (como fazem os “filósofos pitagóricos”),



nem com base em uma relação de causa e efeito com o movimento dos planetas (como fazem os astrólogos). Os médicos cometeram o erro de não terem desenvolvido, a respeito destes assuntos, uma paciente investigação experimental e “de se ter deixado seduzir pelas opiniões dos astrólogos” (ibid; 48-56).

Portanto, dentro do contexto filosófico mais geral da solidariedade entre as coisas, da simpatia e antipatia, apresentam-se posições diferentes. Daquelas noções era possível fazer usos diferentes, relacionando-as a uma visão mística da realidade ou servindo-se delas como critérios ou hipóteses para uma investigação “experimental” sobre a natureza.

## SEGREDOS E SABER PÚBLICO

A fim de captar a diferença, que é totalmente evidente, entre a *magia* praticada na Renascença e a níveis moderna, é preciso refletir, não apenas sobre os conteúdos e métodos, mas também sobre as imagens do saber e sobre as imagens do sábio. No nosso mundo existem certamente muitos segredos, e com base nisso vivem muitos teóricos e práticos dos *Arcana imperii*. Todavia, há também numerosíssimas dissimulações e com frequência nem sempre “honestas”. É verdade que também na história da ciência apareceram vários, dissimuladores. Entretanto é preciso ressaltar que, depois da primeira revolução da ciência, tanto na literatura científica como também na literatura da própria ciência não existe e nem poderá mais existir - ao contrário do que aconteceu amplamente e ainda ocorre no mundo da política - um *elogio* ou uma avaliação positiva da dissimulação. Dissimular, isto é, não tomar públicas as próprias opiniões significa somente fraudar ou trair. Por isso, na medida em que os cientistas constituem uma comunidade, podem ser obrigados ao segredo, mas devem, precisamente, ser forçados. Quando ocorre esse tipo de coação, eles protestam de várias maneiras ou, como aconteceu também no século passado, eles até se revoltam decididamente contra tal coação. Por exemplo, a preposição *de* na expressão linguística “leis de Kepler” não significa de modo algum uma propriedade, mas serve apenas para perpetuar a lembrança de um grande personagem. O segredo, para a ciência e no âmbito da ciência, tornou-se um *desvalor*.

# CAPÍTULO 3 – ENGENHEIROS

## A PRAXE E AS PALAVRAS

No seu aviso aos leitores, posto como premissa aos seus *admirables*, publicados em Paris em 1580, ao atacar os professores da Sorbone Bernard Palissy indagava: é possível que um homem possa chegar ao conhecimento dos efeitos naturais sem jamais ter lido livros escritos em latim? Palissy era um aprendiz vidraceiro que, procurando o segredo do esmalte branco para aplicar nas cerâmicas, alcançara a celebridade, chegando, porém, em seguida, à beira da ruína. Na sua vida aventurosa ele projetara várias máquinas que jamais conseguiu realizar; várias vezes correu o risco de morrer de fome e de ser condenado à morte. Acabou morrendo na Bastilha em 1589 ou em 1590. À pergunta que se pus era, Palissy respondia afirmativamente o seguinte: a praxe pode mostrar que as doutrinas dos filósofos (inclusive os mais famosos) podem ser falsas. O laboratório e o museu de objetos naturais e artificiais que Palissy organizou pode ensinar mais filosofia do que se possa aprender, frequentando a Sorbone ou por meio da leitura dos antigos filósofos (Palissy, 1880).

Um ano após a publicação dos *Discoitrs* de Palissy, foi publicado em Londres um pequeno volume intitulado *The New Atractive, Containing a Short Discourse of the Magnet or Lodestone* um trabalho sobre o magnetismo e a declinação da agulha magnética que seria utilizado por William Gilbert. F., autor deste opúsculo era Robert Norman (ca. 1560-1596), um marinheiro inglês que, depois de transcorrer cerca de vinte anos nos navios, dedicara-se à construção e ao comércio das bússolas. Normam qualifica a si próprio de “matemático não instruído” que coletou uma grandíssima quantidade de informações no decorrer da sua profissão. Decidiu, então, arriscar o seu bom nome e desafiar as calúnias dos adversários para propor à avaliação pública os resultados do seu trabalho. A sua intenção era trabalhar para a glória de Deus e em prol da Inglaterra. O leitor deve lembrar sempre que ele é um simples marinheiro, incapaz de sustentar uma disputa com os profissionais da

lógica ou dar uma explicação satisfatória das causas do magnetismo terrestre. Norman tem o senso exato de uma oposição fundamental entre as suas pesquisas e as pesquisas dos “homens letrados”. Tais indivíduos elaboram conceitos muito sofisticados e gostariam que todos os mecânicos fossem obrigados a entregar a eles todos os próprios conhecimentos. Por sorte, conclui Norman, “neste país existem muitos mecânicos que conhecem com perfeição o uso das suas artes e são capazes de aplicá-las para alcançar os seus diversos objetivos com a mesma eficiência que pretendem ter os que gostariam de condená-los” (Norman, 1581: Prefácio).

Ideias deste tipo penetram rapidamente também no mundo dos homens cultos. De fato, podemos encontrar esses mesmos conceitos expressos talvez com menor ingenuidade, mas com igual energia, em um filósofo como Juan Luis Vives (1492-1540), amigo de Erasmo e de Thomas Moro, preceptor na corte inglesa, e homem de vasta cultura que escreve para o público refinado dos humanistas. No tratado *De tradendis disciplinis* (1531) convida os estudiosos europeus a prestar séria atenção aos problemas relativos às máquinas, à tecelagem, à agricultura e à navegação. Superando o seu menosprezo tradicional, o homem de letras deve visitar as oficinas e as fazendas, fazer perguntas aos artesãos e procurar tomar conhecimento dos detalhes do seu trabalho. Por isso, no livro *De causis corruptarum artium* (1531), escreve que a ciência da natureza não é monopólio dos filósofos e dos dialéticos. De fato, a ciência é conhecida melhor pelos mecânicos do que por eles, pois os mecânicos jamais construíram para si entidades imaginárias como as *formas* e as *hecceidades* (*a última realidade do ser*).

Por isso Palissy, Norman e Vives, embora se situem em níveis culturais diferentes e persigam diferentes objetivos, dão expressão à exigência de um saber no qual a atenção para as obras e a pesquisa empírica fossem dominantes em lugar de um saber exclusivamente verbal. Esta mesma exigência está presente em um dos grandes textos da nova ciência. No *De corporis humani fabrica* (1543) Andrea Vasalio toma energicamente posição contra a dicotomia que se criou na profissão do médico: de um lado, o professor que fica cuidadosamente longe do cadáver a seccionar, falando do alto de uma cátedra e consultando livros, e, por outro lado, um seccionador que desconhece qualquer teoria e é rebaixado à categoria de açougueiro.

Os textos que acabamos de lembrar remontam ao século XVI, e mais exatamente a um período de cinquenta anos que vai de 1530 a 1580. Nos

escritos de um artesão parisiense, de um marinheiro inglês, de um filósofo espanhol e de um cientista flamengo ligado à tradição cultural italiana está presente uma temática comum: os processos dos artesãos, dos artistas e dos engenheiros tem valor para fins do progresso do saber. Por isso é preciso reconhecer a dignidade dos seus trabalhos como fatos culturais (cf. Rossi, 1971: 9-77).

## **ENGENHEIROS E TEATROS DE MÁQUINAS**

Muitas traduções do século XVI de textos clássicos em língua Vernácula se dirigem explicitamente ao público emergente dos artesãos. Jean Martin que, em 1547, traduz para o francês os tratados sobre a arquitetura de Vitruvius (I séc. aC) visa a alcançar os operários e as outras pessoas que não tem condição de ler o latim. Walter Rivius que, em 1548, apresenta o mesmo texto em alemão, dirige-se aos artesãos, marmoristas, arquitetos e tecelões. Os numerosos comentários sobre Vitruvius oferecem um claro exemplo do significado e da importância de tais “reapresentações” de clássicos entre os quais é forçoso lembrar pelo menos *Os dez livros da arquitetura de Vitruvius traduzidos e comentados* por um nobre veneziano, Daniele Barbaro (Veneza 1556).

Entrando em contato com os ambientes da cultura humanista e com a herança do mundo clássico, não poucos entre os artesãos mais desenvolvidos procuram nas obras de Euclides, Arquimedes, Herão e Vitruvius uma resposta para os seus problemas. Como todos sabem, a literatura dos séculos XV e XVI é extraordinariamente rica de tratados de caráter técnico, a ponto de se constituírem, por vezes, verdadeiros e próprios manuais, ao passo que, em outros casos, contém somente reflexões espalhadas sobre o trabalho desenvolvido por artistas ou por “mecânicos” ou mesmo sobre os procedimentos usados nas várias artes. A esse tipo de bibliografia, produzida por engenheiros, artistas e artesãos aprimorados pertencem os escritos de Filippo Brunelleschi, (1377-1446), Lorenço Ghiberti (1378-1455), Piero della Francesca (1406-92 aprox.), Leonardo da Vinci (1452-1519), Paulo Lomazzo (1538-1600); os tratados, de Konrad Keyser (1366-1405) sobre máquinas de guerra; as obras sobre a arquitetura de Leon Batista Alberti (1404-72), Francisco Averlino dito o Filarete (1416-70), Francesco di Giorgio Martini (1439-1502); o livro sobre as máquinas militares de Roberto

Valturio de Rimini (publicado em 1472 e em seguida reimpresso em Verona em 1482 e 1483, em Bologna em 1483, em Veneza em 1493, bem como quatro vezes em Paris entre 1532 e 1555); os dois tratados de Albrecht Dürer (1471-1528) sobre a geometria descritiva (1525) e sobre as fortificações (1527), a *Pirotechnia* de Vannoccio Biringuccio (ca. 1480-1539) editada em 1540 e publicada novamente em duas edições latinas, três francesas e quatro italianas; a obra sobre a balística (1537) de Nicolau Fontana dito Tartaglia (ca. 1500-57); os dois tratados de engenharia de Georg Bauer ou Jorge Agrícola (ca. 1494-1555) que foram publicados em 1546 e em 1556; o *Théâtre des instruments mathématiques et mécaniques* (1569) de Jacques Besson; o livro *Diverse et artificiose machine* (1588) de Agostinho Ramelli (1531-90); a obra *Mechanicorum libri* (1577) de Guidobaldo del Monte; os três livros sobre a mecânica de Simon Stevin ou Stevius (1548-1620); o livro *Machinae novae* (1595) de Fausto Veranzio (1551-1617); o *Novo Teatro di machine et edificii* (1607) de Vittorio Zonca (1568-1602); os tratados sobre navegação de Thomas Hariot (1560-1621) e de Robert Hues (1553-1632) publicados respectivamente em 1594 e em 1599).

Em face deste universo de obras publicadas é fácil concluir que as universidades e os conventos deixaram de ser os únicos lugares onde se produz e se elabora a cultura. Na verdade, nasce um tipo de saber que tem a ver com a projeção de máquinas, com a construção de instrumentos bélicos de ataque e de defesa, com as fortalezas, os canais, as barragens, a extração de metais das minas. Os que elaboram esse tipo de saber, os engenheiros ou artistas-engenheiros passam a assumir uma posição de prestígio igual ou mesmo superior ao do médico, do mágico, do astrônomo da corte e do professor universitário. Leon Batista Alberti é pintor, escultor, arquiteto, urbanista e humanista refinado. Ele acha que a matemática (teoria das proporções e teoria da perspectiva) é o terreno comum tanto para a obra do artista como também para a obra do cientista. A visão em perspectiva, que é própria do pintor, é uma ciência assim como a pintura é ciência. A “razão” e a “regra” se juntam com a “obra” no trabalho do arquiteto, enquanto o elogio do arquiteto se transforma na exaltação do trabalho do engenheiro que é capaz de perfurar montanhas e de desviar enormes massas de água e de rocha, bem como drenar pântanos, disciplinar o curso dos rios, construir navios, pontes e máquinas de guerra.

## LOJAS

Como F. Antal nos lembrou (Antal, 1960), no século XIV a arte era considerada um trabalho manual. Quase todos os artistas das primeiras décadas do século XV vem de ambientes artesanais, camponeses e de pequenos burgueses. Assim, Andrea del Castagno é filho de um camponês, Paulo Uccello é filho de um barbeiro, Filippo Lippi de um açougueiro, os Pollaiolo (como o nome indica) de um vendedor de frangos. Nos primeiros anos do referido século escultores e arquitetos, em Florença, eram membros da corporação menor dos pedreiros e carpinteiros, ao passo que os pintores eram inscritos na corporação maior dos médicos e farmacêuticos (sendo classificados no âmbito da arte) juntamente com os pintores de paredes e os moedores de tintas. Das lojas, onde iniciava o aprendizado prático com trabalhos manuais (moagem das tintas, preparação das telas etc), não só saíam quadros renomados, mas também emblemas, bandeiras, gravuras, modelos para tapeceiros e bordadores, trabalhos em terracota e objetos de ourivesaria. Os arquitetos não eram somente construtores de edifícios, mas se ocupavam também de aparelhos mecânicos e máquinas de guerra, bem como da preparação dos palcos, das “máquinas” e de aparelhagens complicadas para procissões e para festas.

Na época de Giorgio Vasari, em meados do século XVI, encargos do tipo artesanal já não parecem mais conciliáveis com a dignidade do artista. Carlos V se abaixa para apanhar o pincel que Tiziano deixou cair: tal gesto, histórico ou lendário que seja, é o símbolo da passagem dos “artistas” para um novo *status* social. Mas antes que a figura do artista fosse identificada com a figura do “gênio”, autor de obras-primas destinadas à vida imortal, justamente nas lojas de Florença do século XV se realizara, como jamais acontecera no passado, a fusão entre o trabalho manual e a teoria. Algumas lojas (como por exemplo aquela de Lorenzo Ghiberti durante a preparação das portas do Batistério) se transformavam em verdadeiros e próprios laboratórios industriais. Em tais lojas, que são ao mesmo tempo oficinas, formam-se os pintores e os escultores, os engenheiros, os técnicos, os construtores e projetistas de máquinas. Ao lado da arte de misturar as cores, cortar as pedras, fundir o bronze, junto com o ensino da pintura e da escultura, são ensinados conceitos básicos de anatomia e de ótica, de perspectiva e

geometria. A cultura dos “homens sem letras” deriva de uma educação prática que se remeter a várias fontes, passando assim a conhecer fragmentos dos grandes textos da ciência clássica e gloriando-se de fazer referências a Euclides e Arquimedes. O saber empírico de personagens como Leonardo tem atrás de si um ambiente deste tipo.

## **LEONARDO**

Leonardo da Vinci (1452-1519), pintor e engenheiro, construtor e projetista de máquinas, homem “sem letras” e filósofo, para os modernos se tornou, não injustamente, o símbolo do homem de conhecimentos múltiplos, um exemplo real de superação da antiga separação entre artes mecânicas e artes liberais, entre a praxe e a teoria, entre as atividades manuais e as atividades da mente. Os seus interesses juvenis são ligados ao costume das lojas do século XV e desta sua familiaridade artesã com as características dos materiais nasce justamente a consciência, que nele permanece sempre viva, da conjunção necessária da praxe com a teoria. As ciências que “começam e terminam na mente” não possuem a verdade, porque nos discursos puramente mentais “não ocorre a experiência, sem a qual nada oferece certeza de si mesmo”. Todavia é também verdade, reciprocamente, que não se adquire tal certeza a não ser lá onde podem ser aplicadas as matemáticas e que aqueles que se apaixonam pela praxe sem a ciência “são como os pilotos que entram num navio sem timão ou bússola, e que nunca tem certeza para onde estão indo” (Solmi, 1 889: 84, 86). Não tem absolutamente sentido censurar Leonardo, acusando-o de ambiguidade ou incertezas. O fato de defender, como ele fazia, a convergência entre praxe e teoria significava tomar posição vez por vez contra os defensores da mera teoria ou contra aquele adversário que (usando as mesmas palavras de Leonardo) “não quer muita ciência, porque lhe basta a prática”. Após se filiar à corporação dos pintores em 1472, Leonardo permaneceu até 1476 na loja de Verrocchio. Em 1482, Ludovico Sforza convidou Leonardo a Milão para executar trabalhos de escultura e fundição. Após aceitar do conde de Ligny o encargo de preparar um projeto sobre a defesa militar da Toscana, em consequência da queda de Sforza, teve que deixar Milão e se refugiar em Mântua. Naquele ano de 1499, foi contratado pelos venezianos para assumir o cargo de engenheiro militar. Depois de um

período de vida “sem rumo certo” (durante o qual fica um tempo também em Florença), em 1502, passa ao serviço de César Borgia, na função de engenheiro militar. Em um caderno de apontamentos (conhecido como manuscrito L) faz anotações e desenha tudo o que desperta o seu interesse em seus deslocamentos contínuos por vários lugares da Itália central. Após a queda de Valentino, em 1503, retorna a Florença: é o período em que produz a *Gioconda* e a obra inacabada denominada de *Battaglia d'Anghiari*. O grandioso projeto de desvio do rio Arno e de um porto em Florença foi interrompido pela guerra entre Florença e Pisa. Em 1506 se encontra de novo em Milão, ao serviço do Rei da França, organizando os festejos para a entrada de Luís XII em Milão. Permanece em Milão até 1513, ano em que os franceses se retiram da cidade; logo em seguida se transfere para Roma, a serviço do Papa Leão X. Em 1516, convidado por Francisco I, deixa a Itália para se estabelecer na França, onde ficou até a sua morte, exercendo a função de engenheiro, arquiteto e mecânico.

Falou-se justamente, de modo especial com relação à segunda estada na cidade milanesa, portanto, na fase da sua maturidade, de um deslocamento progressivo de Leonardo para a teoria (Brizio, 1954: 278). Com certeza é possível ressaltar o fato de que os complexos projetos de Leonardo referentes a bombas, diques, correção e canalização de rios nascem neste período, mas por este motivo não se pode certamente, como muitos fizeram, procurar no pensamento deste grandíssimo artista e letrado o ato de fundação do método experimental e da nova ciência da natureza. Na verdade, após tanta insistência sobre o “milagre” Leonardo, não sem razão foi lembrado o seu absoluto menosprezo pela tipografia e pela imprensa, ressaltando-se além disso o fato de que a avaliação que foi feita dos códices de Leonardo na época da sua publicação foi devida ao escasso-ou quase nulo-conhecimento que havia naquela época da efetiva situação do saber científico do século XVI. A pesquisa de Leonardo, que é extraordinariamente rica de intuições fulgurantes e de concepções geniais, jamais vai além do nível das experimentações *curiosas* para chegar àquela sistematicidade que é uma das características fundamentais da ciência e das técnicas modernas. A sua imagem, sempre oscilante entre a experimentação e a anotação, aparece como esfarelada e pulverizada em uma série de breves notas, observações espalhadas, apontamentos escritos para si próprio em uma simbologia muitas vezes obscura e intencionalmente não transmissível. De fato, sempre movido



pela curiosidade relativa a um problema particular, Leonardo não tem nenhum interesse em trabalhar para um *corpus* sistemático de conhecimentos, como também não tem a preocupação (que é também uma dimensão fundamental daquilo que chamamos de técnica e ciência) de transmitir, explicar e provar para os outros as próprias descobertas. A partir deste ponto de vista, também as numerosas e famosas máquinas projetadas por Leonardo retornam as suas proporções reais e parecem construídas não tanto como instrumentos para aliviar a fadiga dos homens e aumentar o seu poder sobre o mundo, mas visando a objetivos passageiros: festejos, diversões e atrações mecanizadas. Não é por acaso que Leonardo está mais preocupado com a *elaboração* do que com a *execução* dos seus projetos. Aquelas máquinas correm, continuamente o risco de se tornarem “brinquedos”, enquanto o conceito de “força” (a respeito do qual se insistiu tanto) certamente está mais ligado à temática hermética e ficiniana da animação universal do que ao nascimento da mecânica racional.

Entretanto, não se deve esquecer que nas anotações deixadas por Leonardo se encontram continuamente afirmações que, mesmo em contextos diferentes, voltariam a circular com força no âmbito da época moderna. Assim, por exemplo, a ideia de uma necessária combinação entre a matemática e a experiência, bem como as dificuldades de se avaliar aquela relação; a polêmica muito firme contra as vãs pretensões da alquimia; o ataque contra “os declamadores e os trombeteiros das obras alheias”; o protesto contra a referência às autoridades que é próprio de quem usa a memória em lugar da inteligência; a imagem de uma natureza “que não quebra suas leis”, aparecendo como uma corrente admirável e inexorável de causas; a afirmação de que os resultados da experiência são capazes de “impor o silêncio às línguas dos contestadores” e ao “eterno alarido” dos sofistas. Na verdade, seria fácil citar passagens específicas, como, por exemplo: a “certeza que é dada aos olhos” e os “doutores da memória” de Galileu Galilei, a sua imagem da natureza “surda aos nossos vãos desejos” que produz os seus efeitos “em formas por nós impensáveis”. E ainda: a rejeição, por parte de Bacon, do saber dos meros empíricos, bem como da sua imagem do homem, que é dono da natureza somente se for capaz de obedecer às suas leis inexoráveis.

Entretanto, a imagem (que ficou dominando durante longo tempo) de uma espécie de “infância da ciência” da qual Leonardo seria a expressão deve ser

sem dúvida rejeitada. Mas também a longa insistência sobre as admiráveis “experiências precursoras” e sobre o “milagre” Leonardo deveria ser explicada de alguma forma. Assim, aquela metáfora da infância, embora em um nível diferente daquele dos “testes precursores”, é rica de sugestões. Na verdade, as grandes escolhas que estão na raiz da ciência moderna (o matematismo, o corpuscularismo, o mecanicismo) levaram o conceito tanto daquilo que chamamos arte, como também daquilo que chamamos ciência a percorrer caminhos diferentes, dirigindo-se segundo perspectivas que tendem a divergir fortemente e a se afastarem progressivamente uma da outra. Tentar reaproximá-las e juntá-las de novo é um empreendimento que parece não ter mais nenhum sentido. Os desenhos e as pinturas de Leonardo, no entanto; não são um simples instrumento de uma pesquisa científica que tem a sua metodologia em outro lugar. Na verdade, muitos daqueles desenhos de rochas, plantas, animais, nuvens, partes do corpo humano, rostos, movimentos de ares e de águas são eles próprios “atos de conhecimentos científicos, quer dizer, investigação crítica em torno da realidade natural” (Luporini, 1953: 47). Os manuscritos de Leonardo que chegaram até nós - as suas anotações, os seus desenhos e aquela irrepetível e extraordinária mistura de textos e de desenhos - nos dão à possibilidade de nos apresentarmos como que diante de uma limiar: isto é, estarmos diante daqueles homens e daquele ambiente em que aquela aproximação e aquela compenetração (para nós impossível e ilusória) entre ciência e arte não só pareceram possíveis, mas se configuraram como reais.

## **“FÁBRICA” E “DISCURSO”**

O livro “*Pirotechnia*” de Biringuccio (1540) é um dos maiores textos do século XVI sobre a técnica. Em nome da fidelidade a um ideal descritivo, Biringuccio rejeita qualquer tentativa de enfeite retórico. Pensa que os alquimistas pertencem àquela classe de pessoas que tentam ocultar atrás de “mil historietas” a ignorância substancial dos assuntos de que tratam. Incapazes de uma pesquisa sobre os “meios”, os alquimistas tem um desejo imediato de riqueza e olhando demasiado longe, não enxergam “os intermediários” (Biringuccio, 1558: 6v, 7v). Ao contrário de Biringuccio Georg Bauer (Agrícola) é um homem de vasta cultura e de interesses múltiplos. Nascido em Glauchau, na Saxônia, em 1494, estudou em Lippia,

Bologna e Veneza. Em 1527 começou a praticar medicina em Joachimstal (na Boêmia), uma região que na época era uma das maiores áreas de mineração da Europa. Prefeito de Chemnitz, foi encarregado de várias missões políticas na corte do imperador Carlos e do Rei Ferdinando da Áustria, e gozou da estima de Erasmo e de Melanchton. As obras “*De ortu e causis subterraneorum e De natura fossilium*” aparecem entre os primeiros tratados sistemáticos de geologia e mineralogia. O tratado *De re metallica* publicado em 1556, um ano após a morte de seu autor, continuou sendo durante dois séculos a obra fundamental de técnica mineral. No Potosí, que forneceu ouro e prata para toda a Europa, a obra de Georg Bauer foi considerada uma - espécie de Bíblia e foi afixada nos altares das igrejas a fim de que os mineiros conjugassem a solução de um problema técnico a um ato de devoção. Os doze livros da obra tratam de todos os processos da extração, fusão e lavrados metais. A começar, portanto, da descoberta dos veios e da sua direção, seguem tratando das máquinas e dos instrumentos, bem como da administração, do teste do ouro e dos fornos. No livro porém, além disso, consta também a consciência de uma crise séria da cultura que nasce de um afastamento das coisas e de uma degeneração da linguagem. “Eu não escrevi coisa alguma que antes não tenha visto, lido ou não tenha examinado com total diligência quando tal coisa me foi narrada por outrem”. A partir desta base, portanto, ele critica severamente a obscuridade linguística intencional bem como a arbitrariedade terminológica dos alquimistas cujos livros são “todos obscuros”, porque aqueles autores indicam as coisas com nomes “estranhos e inventados pela própria cabeça, de maneira que ora um ora outro imaginaram nomes diferentes para a mesma coisa” (Bauer, 1563: 4-6 do Prefácio).

No seu comentário a Vitruvio (1556), Daniele Barbaro se colocou com muita clareza o seguinte problema: “Por que os práticos não conseguiram adquirir crédito? Porque a arquitetura nasce do discurso. Por que os letrados? Porque a arquitetura nasce da fábrica [...]. Para ser arquiteto, que é uma classe artesã, exige-se ao mesmo tempo o discurso e a fábrica” (Vitruvio, 1556: 9). A união efetiva entre *discurso* e *fábrica*, entre *criatividade* e *artesanato* apresenta na realidade problemas relevantes. Por exemplo, a importância destes problemas foi percebida perfeitamente também por Bonaiuto Lorini que prestou serviço como engenheiro militar a Cosimo de Medici e à República de Veneza. Em uma página do seu tratado *Delle*

*fortificazioni* (1597) aborda o problema da relação entre o trabalho do “puro matemático especulativo” e o trabalho do “mecânico prático”. O matemático trabalha com linhas, superfícies e corpos “imaginários e separados pela matéria”. As suas demonstrações “não respondem tão perfeitamente quando são aplicadas às coisas materiais” porque a matéria com que o mecânico trabalha traz sempre dificuldades consigo”. O critério e a habilidade do mecânico consiste em saber prever as dificuldades e os problemas que decorrem da diversidade das matérias com que é necessário trabalhar (Lorini, 1597:72). A partir deste problema das relações entre as “imperfeições da matéria” e as “puríssimas demonstrações matemáticas” se abririam também os *Discorsi intorno a due nuove scienze* de Galileu Galilei.

Uma mistura característica de modelos idealizados e considerações “físicas”, bem como uma referência insistente e direta a Arquimedes caracterizam as pesquisas de Simon Stevin (1548-1620), conhecido pelo nome latino de Stevinus, nascido em Bruges e falecido em Haia. Os seus contemporâneos ficaram estarecidos ao verem um carro a velas que ele construiu para diversão do príncipe de Orange, exibindo-se na praia de Scheveningen. Stevin em seus escritos trata de aritmética e geometria, ocupa-se em fortificações, projeta e constrói máquinas e moinhos movidos à água, publica tabuadas para calcular juros, no escrito *De Thiende* (O décimo, 1585) ocupa-se da noção das frações decimais e na obra *De Havenvindig* (1599) trata da determinação da longitude. Na sua opinião o holandês seria uma das línguas mais antigas do mundo e teria qualidades de concisão desconhecidas em outras línguas. Cuidando-se cada vez mais na busca de clareza, ele se dirige de preferência a um público constituído por artesãos. Por estas duas razões publica os seus escritos em vernáculo. Os três livros dos *Beghinselen der Weeghconst* (*Elementos da arte de pesar*) publicados em 1586, fazem referência no título à *scientia de ponderibus* da Idade Média. Traduzido para o latim nos *Hypomnemata mathematica* (1605-1608), em 1634 foram publicados também numa tradução francesa.

## **UM SABER CAPAZ DE DESENVOLVIMENTO**

Nos escritos dos artistas e dos práticos do século XV e mais tarde nos

tratados de engenharia mineradora, arte da navegação, balística e técnicas das fortificações do século seguinte, abre caminho não só (como já vimos) uma nova consideração do trabalho manual e da função cultural das artes mecânicas, mas se afirma também a imagem do saber como construção progressiva, posto que tal saber é constituído por uma série de resultados que alcançam, um após outro, um nível de complexidade ou de perfeição cada vez maior.

— Também nesta perspectiva o saber dos técnicos é construído como uma grande alternativa histórica ao saber dos mágicos e dos alquimistas bem como à imagem do saber que é característico da tradição hermética. No âmbito desta tradição se acredita que os sábios tenham sempre continuado a afirmar, no decorrer dos milênios, as mesmas verdades imutáveis. A verdade não emerge da história e do tempo: ela é a perene revelação de um *logos* eterno. A história é um tecido só aparentemente variado, pois nela está presente uma única e imutável *sabedoria*. Nas obras dos mecânicos, no entanto, tal perspectiva aparece totalmente invertida. As artes mecânica - escreve Agostinho Ramelli no prefácio da obra *Diverse et artificiose machine* (1588) - nasceram das necessidades e da fadiga dos primeiros homens empenhados em defender a própria vida em um ambiente hostil. O seu desenvolvimento sucessivo não se assemelha ao movimento impetuoso dos ventos que afundam os navios no mar diminuindo em seguida até desaparecer. Ao contrário, tal desenvolvimento se assemelha ao curso dos rios que nascem pequenos, chegando ao mar grandes e poderoso, enriquecidos pelas águas dos seus afluentes (Ramelli, 1588: Prefácio). Na dedicatória posta no *Tratado sobre as proporções do corpo humano* (1528) Albrecht Dürer esclarecera as razões pelas quais apesar de não, ser um cientista, ou para enfrentar um tema tão elevado. Decidiu publicar o livro, arriscando a maledicência, para benefício público de todos os artesãos e para induzir outros a fazerem o mesmo “de modo que os nossos sucessores possam ter algo para aperfeiçoar e fazer progredir” (Dürer, 1528: *Dedicatória*). O cirurgião parisiense Ambroise Paré (1510-99), mesmo não sabendo nada de latim e sendo autodidata, mal visto na faculdade, afirma que não é necessário repousar nas fadigas dos antigos porque “ existem mais coisas a descobrir-do que aquelas que foram descobertas e as artes não são tão perfeitas que não se possa acrescentar a elas algo mais” (Paré, 1840:1, 12-14).

Filósofos como Bacon, Descartes, Boyle levariam as próprias ideias ao nível da conscientização filosófica - inserindo-as em contextos teóricos de grande destaque, apesar de tais ideias terem nascido em ambientes não filosóficos, isto é, em contextos considerados com hostilidade, ou até mesmo com desprezo, pela cultura das universidades.

## ARTE E NATUREZA

A imagem positivista de Bacon “fundador da ciência moderna” com certeza já esgotou o seu tempo. Todavia continua sendo absolutamente verdade que ele leva para o nível filosófico temas e ideias que foram se afirmando a margem da ciência oficial, isto é, naquele mundo de técnicos, construtores e engenheiros a que pertenceram homens como Biringuccio e Bauer. A avaliação das artes mecânicas feita por Bacon é baseada em três pontos: 1) elas servem para revelar os processos da natureza e são uma forma de conhecimento; 2) as artes mecânicas se desenvolvem sobre si próprias, quer dizer, ao contrário de todas as outras formas do conhecimento tradicional, elas constituem um saber progressivo, e crescem tão rapidamente “que os desejos dos homens se acabam antes mesmo que elas tenham alcançado a perfeição”; 3) nas artes mecânicas, ao contrário do que ocorre nas outras formas de cultura, vigora a colaboração, tornando-se uma forma de saber coletivo; de fato, nelas convergem as capacidades criativas de muitos, ao passo que nas artes liberais os intelectos de muitos se submeteram ao intelecto de uma única pessoa e os adeptos, na maioria das vezes, corromperam tal saber em lugar de fazê-lo progredir”

Por isso, Robert Boyle (1627-91) - um seguidor do pensamento de Bacon - repetidas vezes quis contrapor o livro da natureza, a oficina dos artesãos e a sala de anatomia às bibliotecas, aos estudos dos letrados e dos humanistas e às pesquisas meramente teóricas; na verdade, a sua polêmica na maioria dos casos beira uma espécie de primitivismo científico. No livro *Considerations Touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy* (1671), Boyle dá forma coerente e definitiva aos interesses e às aspirações dos grupos baconianos. As experiências realizadas pelos teóricos nos seus laboratórios tem características notáveis de esmero, mas nas experiências realizadas pelos artesãos nas suas oficinas, a carência de um maior cuidado é compensada por uma maior diligência. Uma quarta parte dos ensaios que compõem as

*Considerations* tem um título muito significativo: “os bens da humanidade podem ser aumentados grandemente por causa do interesse dos filósofos naturais pelos mistérios”

A ideia de que o trabalho dos mecânicos teria trazido uma certa luz às teorias, já presente em Bacon, é expressa com muita clareza por Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), ao referir-se à obra de Galilei e de Harvey. Em um escrito intitulado *Initia et specimina scientiae novae generalis pro instauratione et argumentis scientiarum ad publicam felicitatem*, Leibniz afirma que os progressos realizados nas artes mecânicas são ainda em grande parte ignorados pelos homens cultos. Por um lado os técnicos não tem clareza quanto aos usos que podem ser feitos das suas experiências e, por outro lado, os cientistas e os teóricos ignoram que muitos dos seus *desiderata* poderiam ser realizados pelo trabalho dos mecânicos. Entretanto, o programa de uma história das artes era retomado com amplitude maior na obra *Discours touchant la méthode de la certitude et l'art d'inventer*, isto é, os conhecimentos não escritos e não codificados, espalhados entre os homens que desenvolvem atividades técnicas de vária natureza superam de longe, pela quantidade e pela importância, tudo aquilo que se encontra escrito nos livros. A parte melhor do tesouro que está à disposição da raça humana não foi ainda registrada. Por outro lado, não há uma arte mecânica tão *méprisable* que não possa oferecer observações e materiais de importância fundamental para a ciência. Na verdade, precisamos de um verdadeiro e próprio *teatro da vida humana* extraído da prática dos homens para que se uma das artes fosse perdida nem todas as nossas bibliotecas poderiam remediar tal fato. Por isso Leibniz achou que *fixar por escrito* os procedimentos dos artesãos e dos técnicos era uma das tarefas mais urgentes da nova cultura.

Nas páginas que Jean d'Alembert (1717-83) colocou como introdução à grande *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des artes e des mestiers* (1751) está presente a consciência de que aquele grande empreendimento levava ao cumprimento um dos programas que tinha origens históricas específicas. Na enciclopédia de William Chambers, escrevia d'Alembert, no que se refere às artes liberais encontramos um verbete sobre o qual havia muitas páginas, mas no que se refere às artes mecânicas fomos obrigados a fazer tudo de novo. Chambers leu somente livros, mas nunca viu artesãos e há coisas que se aprendem somente nas oficinas. No ensaio *Prospectus* de 1750, Denis Diderot (1713-84) expressara

a mesma exigência de captar ao vivo aqueles métodos de trabalho: “Nós nos dirigimos aos operários mais habilidosos de Paris e de toda a França e assumimos o compromisso de ir visitar as suas oficinas, interrogá-los, redigir o que eles ditavam, desenvolver os seus pensamentos, referir os termos próprios da sua profissão, compilar as suas tabuadas, defini-los ...” (Diderot; 1875-77 : XIII, 140). No verbete *Art*, Diderot ressaltava os maus efeitos decorrentes da distinção tradicional das artes em liberais e mecânicas. De fato, nasceu daí o preconceito de que “dirigir-se aos objetos sensíveis e materiais, constitua uma derrogação da dignidade do espírito”. Mas tal preconceito — ele acrescentava — “encheu as cidades de orgulhosos pensadores e de inúteis especuladores e os campos de pequenos tiranos ignorantes, ociosos e elitistas”. A polêmica em defesa das artes mecânicas se conectava com o grande tema da igualdade política.

## **DÉDALO E O LABIRINTO**

Incontáveis filósofos, divulgadores e jornalistas do nosso tempo colocaram a modernidade inteira sob o signo de uma exaltação perigosa e inaceitável da técnica e viram em Francis Bacon o pai espiritual daquele “tecnicismo neutro” que estaria na fonte dos processos de alienação e comercialização típicos da modernidade. Mas a verdade é exatamente o contrário. De fato, na inteira e vasta bibliografia sobre a técnica e sobre o seu caráter ambíguo há bem poucas páginas que podem ser comparadas com aquelas escritas pelo Lord Chanceler na interpretação (que remonta à data de 1609) do mito de *Daedalus sive mechanicus*. A imagem de Dédalo é a de um homem extremamente inteligente mas execrável. O seu nome é celebrado principalmente pelos “inventos ilícitos”: a máquina que permitiu a Pasifes se acoplar com um touro e gerar o Minotauro devorador de jovens; o Labirinto excogitado para esconder o Minotauro e para “proteger o mal com o mal”. Do mito de Dédalo são tiradas conclusões de caráter geral: as artes mecânicas geram ajudas para a vida mas, ao mesmo tempo, “instrumentos do vício e da morte”. Na concepção de Bacon, o aspecto característico do saber técnico é o seguinte: enquanto se coloca como possível produtor do mal e do negativo, ao mesmo tempo, e em conjunto com o negativo, oferece a possibilidade de um diagnóstico do mal e de um remédio do mal. Dédalo, de fato, construiu também



“remédios para os crimes”. Foi o autor do engenhoso recurso do fio capaz de desvendar os meandros do Labirinto: “Aquele que inventou os meandros do Labirinto, mostrou também a necessidade do fio. As artes mecânicas são na verdade de uso ambíguo e podem produzir ao mesmo tempo o mal e oferecer um remédio para o mal” (Bacon, 1975: 482-83).

Para os expoentes da revolução científica, a restauração do poder humano sobre a natureza, bem como o avanço do saber tem valor somente se realizados em um contexto mais amplo que concerne à religião, à moral e à política. A “teocracia universal” de Tomás Campanella, a “caridade” de Francis Bacon, o “cristianismo universal” de Leibniz, a “paz universal” de Comênio não são separáveis dos seus interesses e dos seus entusiasmos pela nova ciência. Na verdade, constituem outros tantos âmbitos dentro dos quais o saber científico e técnico deve operar para funcionar como instrumento de resgate e de libertação. Por isso, tanto para Bacon e Boyle, quanto para Galilei, Descartes, Kepler, Leibniz e Newton a vontade humana e o desejo de dominação não constituem o princípio mais alto. A natureza é, simultaneamente, objeto de domínio e de respeito. Ela pode ser “torturada” e dobrada ao serviço do homem, mas ela é também “o livro de Deus” que deve ser lido com espírito de humildade.

## CAPÍTULO 4 – COISAS JAMAIS VISTAS

### A IMPRENSA

Estamos tão acostumados com aquela atividade individual que é a leitura de livros, realizada no silêncio e no isolamento, a tal ponto de ser difícil nos conscientizarmos que aquele objeto familiar que temos em mãos possa ter surgido como uma novidade revolucionária. O livro, na verdade, foi um invento que não só iria difundir de uma forma antes impensável as ideias e o saber, mas ao mesmo tempo iria substituir a leitura de textos desprovidos de pontuação, outrora “realizada na maioria das vezes coletivamente e efetuada provavelmente em voz alta (Mc Luhan, 1967). Com frequência encontramos colocadas uma ao lado da outras três descobertas mecânicas, como a arte da imprensa, a pólvora e a bússola. Na obra *Città dei Sole* de Campanella (1602), tais descobertas dão a impressão, vivíssima, de uma série de conquistas que coincide com uma aceleração da história: “faz-se mais história em cem anos do que ocorreu no mundo durante quatro milênios; e foram feitos mais livros nestes cem anos do que em um passado de cinco mil; e a maravilhosa invenção do ímã, da imprensa e das armas de fogo, constituem grandes sinais da união do mundo” (Campanella, 1941: 109). A partir daquelas três descobertas - afirma Francis Bacon em 1620 – derivaram infinitas mudanças “de forma que nenhum império, nenhuma s eita, nenhuma estrela parece ter exercido sobre às coisas humanas um maior influxo e uma maior eficácia” (Bacon, 1975: 635 - 36).

Nesta avaliação, com certeza, não havia nenhum exagero. De fato, a fusão de diversas técnicas, tais como a fabricação do papel e da tinta, a metalurgia e a fusão dos tipos móveis na arte da imprensa, mediante uma tecnologia totalmente nova, introduzia na Europa, com três séculos de antecipação, aquela, “teoria das peças intercambiáveis” que está na base dos processos modernos da produção industrial (Steinberg, 1968). Hans ou Johannes Gutemberg começou a imprimir livros em Mogúncia com a edição da Bíblia foi realizada em 1456) mediante uma técnica que,

totalmente desenvolvida no século XVI, iria ficar sem mudança até o século XIX (sendo inclusive utilizada ainda hoje). Alguns dados são muito significativos. Em 1480 trabalhavam prensas tipográficas em mais de 110 cidades europeias, 50 das quais na Itália, 30 na Alemanha, 8 na Holanda e na Espanha respectivamente, 5 na Bélgica e na Suíça, 4 na Inglaterra, 2 na Boêmia e 1 na Polônia. Apenas 20 anos depois, em 1500, o número de cidades em que se encontram tipografias aumentou para 286.

L. Febvre e J. Martin calcularam que em 1500 foram impressas 35.000 edições de 10 a 15.000 textos diferentes e que pelos menos 20 milhões de exemplares já estariam em circulação. No decorrer do século XVII havia em circulação 200 milhões de exemplares (Febvre e Martin, 1958: 396-97). As edições de Aldo Manuzio, - de formato pequeno, foram não injustamente comparadas aos *paperback* (brochuras) da nossa época. Ao lado de Paris e Lion, Veneza se tornou um dos grandes centros editoriais do mundo. No final do século XVI foram realizadas em Lion, Medina del Campo, Lipcia e Frankfurt as primeiras feiras internacionais do livro. Uma edição variava entre 300 a 3000 exemplares, mas a média dos exemplares por edição era em torno de 1000.

Na realidade, a difusão das ideias e o avanço do saber implicavam um forte investimento de capitais e uma boa dose de risco para os empresários. Quando o saber era elaborado na cela do monge ou no escritório do humanista certamente não provocara este tipo de problemas.

## LIVROS ANTIGOS

Para os grandes expoentes do Humanismo italiano (tais como Leonardo Bruni, Guarino Veronese, Giannozzo Monetti, Lorenzo Valia) ler os grandes clássicos do mundo antigo significa voltar a uma civilização mais elevada do que aquela em que lhes coube viver e que constitui o inalcançável modelo de toda forma de convivência humana. Todavia, os humanistas não foram repetidores passivos, pois em seus escritos esteve presente uma polêmica constante não só contra a “barbárie” da Escolástica medieval, mas também contra os perigos da repetição e do Classicismo. A contraposição da *aemulatio à imitatio* se tornou o grito de guerra de muitos intelectuais europeus desde Angelo Poliziano até Erasmo de Rotterdam. Os escritos descobertos pelos humanistas, no decorrer do seu

grande trabalho de busca e de comentário, não se configuraram como meros documentos. Aquelas obras antigas; sobre as quais os humanistas aplicavam a sua refinada filologia, contém – para os seus olhos - não só conhecimento, mas são ao mesmo tempo diretamente úteis para a ciência e para a sua praxe. A difusão de edições feitas diretamente a partir dos originais gregos, isto é, de traduções não mais baseadas (como na Idade Média) em traduções árabes de obras gregas, teve efeitos decisivos sobre os desenvolvimentos do saber científico. Entre as grandes edições bastaria lembrar: aquelas do texto grego de Euclides (Basiléia 1533) e a tradução latina de Federico Commaudino (Pesaro 1572); a edição do texto grego de Arquimedes (Basiléia 1544) e a tradução latina de Commandino (Veneza 1558); a edição das traduções, ainda de Commandino, das *Cônicas* de Apolônio e da obra de Pappo (Bologna 1566; Pesaro 1588); a edição do *Almagesto* de Ptolomeu (Basiléia 1538) e das traduções da *Geografia* (uma obra praticamente desconhecida na Idade Média). Após a primeira tradução do grego para o latim de escritos de Hipócrates (Roma 1525) seguiram as edições gregas de 1526 (Veneza) e de 1538 (Basiléia). O enorme acervo dos escritos de Galeno (na maioria traduzidos do árabe na Idade Média, com a interpolação de muitos escritos apócrifos) foi cuidadosamente ordenada e integrada pela redescoberta de tratados desconhecidos no Ocidente. A primeira coletânea latina de escritos de Galeno é datada em 1490 (Veneza); a edição dos textos gregos de 1525 (Veneza) seguida pelas edições organizadas por Joaquim Camerarius e por Leonhart Fuchs (Basiléia 1538).

## O ANTIGO E O NOVO

Entre a *redescoberta dos antigos* e o *sentido do novo* que caracterizam a cultura da assim chamada Renascença (um termo aliás de significado ambíguo) existe uma complicada relação. Na verdade, os maiores expoentes da revolução científica tiveram, com relação à antiguidade, uma atitude muito diferente daquela dos humanistas. De fato, no mesmo momento em que fazem recurso aos textos da antiguidade, Bacon e Descartes negam o caráter modelar da civilização clássica. Portanto, não só recusam a imitação pedante e a repetição passiva, mas inclusive a *aemulatio*, em que insistiram muitos humanistas, julgando tal imitação como algo que não tem mais sentido. O

que se recusa agora é o próprio campo de uma “disputa” com os antigos. A esse propósito, Descartes alegava a seguinte razão: quando alguém desperdiça tempo demasiado em viajar, acaba se tornando estrangeiro no próprio país, do mesmo modo quem é demasiado curioso a respeito das coisas do passado, na maioria das vezes, torna-se muito ignorante das coisas do presente, Bacon, por sua vez, acha que o espírito dos homens que viveram na Grécia antiga é pequeno e limitado. Se nós imitássemos o modelo de viver que seguiram os antigos, com certeza não conseguiríamos imitá-los. É preciso buscar outro caminho, isto é, assumir: “não o papel de juízes, mas aquele de guias” (Bacon, 1887-92: m; 572).

Por outro lado, Blaise Pascal em 1647 tem ainda a impressão de que não se pode propor impunemente ideias novas, por que o respeito pela antiguidade “chegou a tal ponto que todas as suas opiniões são tomadas como oráculos e até mesmo as coisas obscuras são consideradas como mistérios” (Pascal, 1959:3). Mas também a *aemulatio* não tem mais sentido. Por terem a seu dispor somente os olhos. Os antigos não podiam explicar a Via Láctea de maneira diferente daquela que adotaram. O fato de que hoje nós conhecemos a natureza mais do que eles conheciam, permite-nos adotar novos critérios sem injúria e sem ingratidão. Por isso, sem querer contestá-los podemos afirmar o contrário daquilo que eles diziam (ibid: 7-8, 9—11).

Na realidade, ampliando imensamente os confins do universo, chegando em alguns casos até a afirmação de um universo infinito, a nova astronomia despertou em muitos a nítida sensação da crise e do fim do saber tradicional. Percebemos que não sabemos nada “que não seja ou não possa ser debatido”, escrevia Pierre Borei em 1657: Tanto a astronomia como também a física e a medicina “vacilam a cada dia que passa e vêm desmoronar os seus próprios alicerces”. Pedro Ramo destruiu a filosofia de Aristóteles, Copérnico acabou com a astronomia de Ptolomeu, assim como Paracélso acabou com a medicina de Galeno: “somos forçados a admitir que o que sabemos é muito menos daquilo que ignoramos” (Borei, 1657: 3-4).

A constatação de uma grandiosa virada do saber, capaz de despertar nos ânimos exaltação e entusiasmo ou, como acontece com mais frequência, pânico, desorientação e sensação de uma crise irremediável, é confirmada por inumeráveis documentos. Não é evidente, escreveria Johu Dryden, que no decurso deste século nos foi revelada uma *nova-natureza*? Na verdade, a

insistência no tema da novidade perpassa toda a cultura européia. *Novum Organum* de Bacon”, *Nova de universis philosophia* de Francesco Patrizi (1591), *De mundo nostro sublunari philosophia nova* de William Gilbert (1651), *Astronomia nova* de Kepler (1609), *Discorsi in torno a due nuove scienze* de Galilei (1638), *Novo teatro di machine* de Vittorio Zonca (1607) : o termo novos recorre, de forma quase obsessiva, no título de centenas de livros científicos publicados no decurso do século XVII (Thorndike, 1971 : 459-73).

## AS ILUSTRAÇÕES

Como certa vez ressaltou Erwin Panofsky (que em 1945 publicou uma grande monografia sobre Albrecht Dürer) a rigorosa descrição da realidade natural que está presente na obra dos grandes pintores e entalhadores do final do século XV até o século XVII, do ponto de vista das ciências descritivas, tem a mesma importância que tem (para a astronomia e as ciências humanas) a descoberta do telescópio e do microscópio. As ilustrações dos livros de botânica, anatomia e zoologia não são meras integrações do texto. A insuficiência das descrições verbais dependia também da ausência de uma linguagem técnica (que pela botânica é alcançada somente no decorrer do século XIX). Por isso, a colaboração dos *artistas* nas ciências descritivas, teve efeitos revolucionários.

Neste sentido vale a pena nos referirmos às observações de Leonardo da Vinci sobre a visão e sobre a pintura e destacar a sua exigência de tornar tudo *visível*. Muitos dos seus desenhos de rochas, plantas, animais, nuvens, movimentos das águas e dos ventos são atos de conhecimento científico da realidade natural. Nos seus desenhos anatômicos foi relevado um progresso notável entre o período anterior e a quele sucessivo a 1506, que coincide com a leitura do tratado *De usu partium* de Galeno e com o começo de uma prática mais frequente de dissecações. A anatomia comparada dos vertebrados, o vôo dos pássaros, a ótica fisiológica: são três temas pelos quais Leonardo se apaixonou por muitos anos e sobre os quais existem inumeráveis desenhos. Centenas de estudos e de desenhos sobre a anatomia do cavalo se prendem ao projeto do monumento ao Duque de Milão (começado em 1483) e ao grande painel da batalha de Anghiari (começada em 1503). Mas a curiosidade de Leonardo vai muito

além do nível alcançado por escultores e pintores interessados no conhecimento da anatomia artística ou dos músculos superficiais. Ele foi um observador metódico e sistemático e a esta sua postura está ligada a sua tese da superioridade do *olho* sobre a *mente*, da observação atenta do mundo real sobre os livros e as escrituras. Aqui está o seu limite (muitas vezes ressaltado, e com razão, por quem se opôs à imagem mítica de Leonardo como cientista moderno) mas também a sua irrepetível grandeza.

Os desenhos de Leonardo ficaram desconhecidos. O primeiro exemplar de xilografia usado para ilustrar livros impressos com tipos móveis remonta ao ano de 1461. A passagem das xilografias para as gravuras (entre as mais célebres aquelas de Dürer) e para as águas-fortes (Rembrandt é um dos grandes artistas que usa esta técnica) leva a um refinamento progressivo das ilustrações. O primeiro texto ilustrado de anatomia é o comentário à *Anatomia* de Mondino de Luzzi (professor em Bologna no período de 1315 a 1318), publicado em Bologna em 1521 por Giacomino Berengario de Carpi, após o qual seguem as *Isagoges breves in anatomiam* (1523). Entre as numerosíssimas obras é preciso lembrar sobretudo o *De dissectione partium corporis humani* (1545) de Charles Estienne (Stephanus Riverius). Mas as grandes e belíssimas tábuas anatômicas, desenhadas para o “*De humani corporis fabrica* de Andrea Vesálio, superam em precisão e esmero qualquer exemplo anterior de representação anatômica e se tornaram, não injustamente, o símbolo de uma virada radical nos métodos de observação da realidade. Por Vasari essas tábuas são atribuídas a Jan Stephan van Calcar mas, em todo o caso, derivam da Escola de Tiziano. Basta compará-las com os desenhos anatômicos muito aproximativos dos manuscritos medievais para perceber que na forma de olhar é representar o corpo humano se realizou um salto qualitativo. A propósito, tornou-se um lugar comum por em destaque uma coincidência de datas: a data de 1543 é o ano em que Copérnico apresenta a sua nova imagem do universo e Vesálio oferece aos homens um novo retrato do corpo humano. Vesálio, que nascera em Bruxelas de uma família de médicos, estudara em Lovaina e em Paris; em sua viagem a Itália e na estada em Veneza, em 1537, foi convidado a ensinar anatomia em Pádua e sucessivamente deu aulas em Bologna. Em 1538 publicara as seis tábuas anatômicas, conhecidas pelo nome de *Tabulae sex*. Em 1543 foi pessoalmente a Basileia para cuidar da impressão da *Fabrica* e da *Epitome* (também publicada naquele ano).

Quando a sua obra-prima veio à luz ele tinha apenas 28 anos de idade: “não me oculto o fato - escreve no Prefácio - de que a minha tentativa, por causa da minha idade, terá pouca autoridade e não ficará sem críticas devido à frequente contestação dos axiomas galênicos que não respondem à verdade [...] a menos que a obra não saia protegida pelo patrocínio de alguma divindade”. De fato, o nome protetor foi o Imperador Carlos V, ao qual o livro fora dedicado e que nomearia Vesálio médico imperial.

Vesálio segue Galeno no plano das seções que compõem a obra, na interpretação na nutrição, na afirmação da importância maior do sistema venoso do que do arterial. Pensa também, tal como Galeno, que as veias tenham a sua origem do fígado. Todavia, ainda no Prefácio, toma energicamente distâncias da tradição afirmando que Galeno “não se apercebeu de nenhuma das diferenças múltiplas e substanciais entre o corpo dos macacos e o corpo do homem, exceto a forma diferente das articulações dos dedos e dos tornozelos”; além disso, ele afirmou que ele, no decorrer de uma única demonstração anatômica “errou mais de duzentas vezes na descrição correta das partes, da harmonia, bem como do uso e da função do corpo humano”.

Muitos intérpretes contemporâneos que insistiram no “galenismo de Vesálio não só tiveram a tendência a menosprezar estas afirmações, mas também a não levarem consideração a veemência dos ataques a que foi submetida a *Fabrica* por parte dos defensores da ortodoxia de Galeno. Jacques Dubois (Jacobus Sylvius), antigo mestre de Vesálio em Paris, tornar-se-ia o seu maior adversário e inimigo, e o chamaria continuamente (com um pesado jogo de palavras) *Vesanus* (louco ou delirante) acusando-o de ter envenenado com a sua obra o mundo da medicina. Vesálio afirmava com energia a necessidade de uma total conexão entre a medicina clínica e a dissecação (e a cirurgia); polemizava com força contra uma medicina reduzida a cultura livresca e lutava pela convergência, na medicina, da teoria e da observação direta. Ele propunha uma nova imagem do médico, do professor de medicina e da relação que há, nas ciências “experimentais”, entre o trabalho manual e a obra do intelecto. Por isso, ele acha que o “desprezo pela obra manual” é uma das razões da degeneração da medicina. Os médicos se limitaram a receitar remédios e dietas e abandonaram o resto da medicina a indivíduos que “eles chamam de cirurgiões e que consideram somente como escravos”



Por isso, quando todo o procedimento da operação manual foi entregue aos barbeiros “não só andou se perdendo por parte dos médicos o conhecimento do interior do corpo humano, mas desapareceu totalmente a habilidade cirúrgica (suctorial)”. Os médicos não se arriscavam a operar, ao passo que aqueles a quem fora confiado tal encargo eram demasiado ignorantes para ler os escritos dos doutores. Dessa maneira foi abrindo caminho um costume detestável: um indivíduo executa a dissecação e outro descreve as partes. Em seguida, este “de cima de uma cátedra grasna com rara presunção”, repetindo até o tédio coisas, que ele não observou diretamente, mas aprendeu pelos livros. Assim, tudo é mal ensinado e “naquela confusão são apresentadas aos estudantes menos coisas do que o açougueiro atrás do seu balcão poderia ensinar a um médico” (Vesálio, 1664: 19, 25, 27). Em 1555 foi publicada, com algumas pequenas correções, a segunda edição da *Fabrica*. Nomeado médico de Filipe; 11 da Espanha, Vesálio renunciou ao seu encargo em 1562. Faleceu dois anos mais tarde, de fome e de sede, após um naufrágio que aconteceu durante o retorno de uma peregrinação a Jerusalém. Estava se dirigindo a Pádua, onde fora novamente chamado a ensinar pelo Senado veneziano.

O grande livro de Vesálio era também uma prova visível da colaboração que iria se tornar cada vez mais estreita, entre a obra dos cientistas naturais e aquela dos artistas desenhistas e xilógrafos. As técnicas ilustrativas bem como as formas desta colaboração nem sempre fácil, com relação à engenharia, zoologia, anatomia e botânica foram estudadas analiticamente, sendo muitas vezes ressaltada a extraordinária e rápida passagem (que ocorre no decorrer do século XVI) das ilustrações que tem por objeto o texto e são totalmente construídas sobre ele para as ilustrações que tem por objetivo a natureza. As duas grandes obras alemãs que marcaram o início dos herbários modernos são: *Herbarum vivae icones* (1530-1536) de Oto Brunieis ilustradas por Hans Weiditz; o tratado *De historia stirpium* (1542) de Leonhart Fuchs. Em ambos os casos a novidade deve ser vista mais nas ilustrações do que nos textos. Foi aplicado o máximo cuidado, escreve Fuchs no Prefácio, “para que cada planta fosse representada com as suas raízes, caule, folhas, flores, sementes e frutos; portanto, evitou-se deliberadamente modificar a forma natural das plantas por meio de sombras ou outras coisas não necessárias com as quais os artistas procuram por “vezes alcançar a fama”. Pelo menos neste caso, foi exercida

alguma forma de vigilância: “não permitimos aos artistas atender aos seus caprichos de tal forma a impedir que as reproduções não correspondam exatamente à realidade” (Fuchs, 1542: Prefácio). Os dois primeiros jardins botânicos universitários foram instituídos em Pádua e em Pisa aí pelo ano de 1544. Junto com a aula de anatomia,- as “hortas”, nas primeiras décadas do século XVII, tornam-se elementos necessários para a respeitabilidade de uma universidade.

Bem menos numerosas são as obras enciclopédicas que tratam de zoologia. Entre as histórias “especiais” de animais é preciso lembrar sobretudo (inclusive pelas ilustrações) *La nature et diversité des poissons* (1555) e *L’histoire de la nature des oyseaux* (1555) de Pierre Belon; o tratado *De piscibus marinis* (1554) de Guillaume Rondelet e o maravilhoso tratado *Dell’anatomia et dette infermitadi dei cavallo* do senador bolonhês Carlos Ruihi. No campo das obras gerais o maior monumento da cultura do século XVI (junto com a obra de Ulisses Aldrovandi) é a *Historia animalium* de Konrad Gesner de Zurique, que teve uma vida breve, mas foi médico e humanista e se ocupou (publicando inclusive livros) de botânica, de linguística, de Alpes e alpinismo. Com 29 anos de idade, em 1545, publicara uma *Bibliotheca universalis* que era uma bibliografia dos livros impressos em latim, grego e hebraico. Os cinco volumes in folio da obra maior, aos quais devem ser acrescentados os três volumes de *ícones*, foram publicados entre 1551 e 1558 (o quinto volume saiu póstumo em 1587). Abrangem um total de aproximadamente 4.500 páginas e mais de mil gravuras em madeira, obra de artistas de Zurique. A célebre imagem do rinoceronte é tirada de Albrecht Dürer e é construída sobre material de segunda mão. Naquela ilustração (que serviria de modelo para todas as ilustrações do rinoceronte até todo o século XVIII) cria a sugestão daquilo que Dürer sabia a respeito do mais célebre dos, animais “exóticos”: o dragão coberto de escamas (Gombrich, 1972: 98). Ao chifre sobre o nariz, Dürer acrescentara um pequeno chifre de forma espiral, bem atrás das orelhas, na região das vértebras cervicais (que desapareceria das ilustrações somente em 1698).

Gesner, todavia, desconhece a anatomia comparada. A classificação dos animais está em ordem alfabética (o *Hippopotamos* é posto entre o *Hippocampus* e a *Hirudo* ou sanguessuga). Cada animal é descrito em capítulos às vezes muito amplos (ao cavalo são dedicadas 176 páginas in folio, ao elefante 33) subdivididos em seções (designadas por uma letra). Nas

várias seções se trata respectivamente do nome do animal, nas várias línguas antigas e modernas, do seu *habitat* e morfologia, doenças, comportamentos, utilidade e criação, bem como da comestibilidade (quando possível), bem como da utilidade para a medicina, da etimologia e dos provérbios.

Na sua tese sobre as “ilustrações” e sobre os “limites da semelhança com a realidade”, Ernst Gombrich certamente tem razão quando afirmou que uma representação já existente “exercerá sempre o seu influxo sobre o artista mesmo quando ele quer fixar a realidade”, não sendo possível criar do nada uma imagem visual”. Entretanto, como ele próprio ressaltou e como consta de uma comparação entre as imagens de um leão e de um porco-espinho traçadas pelo arquiteto gótico Villard de Honnecourt e a imagem de um coelho pintado em aquarela por Dürer, durante o período de tempo que vai do século XIV ao XVI aconteceu algo de decisivo. O “estilo” perdeu a sua rigidez e “aprendeu a se adequar com bastante elasticidade” aos sujeitos que caem sob o olhar (Gombrich, 1965: 102-103). - Tal mudança teve efeitos certamente não secundários inclusive sobre os desenvolvimentos do saber científico.

## **NOVAS ESTRELAS**

Em 1609 Galileu Galilei apontava para o céu a luneta iniciando uma série de observações que seriam publicadas em um pequeno livro com o título *Sidereus Nuncius*, editado em Veneza, no dia 12 de março do ano seguinte. Galilei mostra que a superfície da Lua “não é de modo algum lisa, uniforme e nem propriamente de forma esférica, como uma numerosa falange de filósofos achava a respeito dela e dos corpos celestes, mas, ao contrário, a sua superfície era desigual, escabrosa, cheia de cavidades e de saliências, portanto não diferente da que é própria face da Terra a qual se diferencia aqui por cadeias de montanhas e acolá por profundezas de vales”. Os limites entre as trevas e a luz se revelam desiguais e sinuosos, na parte tenebrosa da Lua aparecem pontas luminosas que, após transcorrido um certo tempo, juntam-se com a parte luminosa. Sobre a Terra não acontece o mesmo. Os Cimos mais altos das montanhas não são iluminados pela luz da aurora, ao passo que a sombra ocupa as planícies e, ao surgir do sol, as claridades das planícies e das montanhas não acabam se juntando. A paisagem lunar portanto é como *uma paisagem terrestre*. A Terra

tem características que *não são únicas* no universo. Os corpos celestes, pelo menos no caso da Lua, não tem uma natureza diferente, isto é, não possuem aqueles caracteres de perfeição absoluta que uma tradição milenar atribuiu a eles. E as estrelas são enormemente mais numerosas do que aquelas que aparecem à “visão natural”. O telescópio mostra um céu povoado de astros inumeráveis, não só mas revela a complicada estrutura das constelações já conhecidas, revelando a natureza da Via Láctea: “aquilo que foi observado por nós em terceiro lugar é a essência, ou seja a matéria da Via Láctea que, em virtude da luneta, é possível enxergar tão sensivelmente a ponto de serem resolvidas, com a certeza que é dada pelos olhos, todas as disputas que durante tantos séculos atormentaram os filósofos, e nos livrou de verbos as discussões”. A observação da parte não luminosa da superfície lunar leva Galilei a concluir que o esplendor da Lua é devido ao reflexo da luz proveniente da Terra, que por sua vez é iluminada pelo Sol. Entre as estrelas fixas e os planetas se revela finalmente uma diferença substancial. As primeiras estrelas, observadas por meio da luneta, conservam o seu aspecto de pontos luminosos rodeados por “raios brilhantes” e parecem não aumentar de tamanho, como ao contrário acontece com os planetas que se apresentam como globos redondos e perfeitamente delineados, semelhantes a pequenas luas. Portanto, a distância das estrelas fixas da Terra é incomparavelmente maior do que a distância que separa os planetas do globo terrestre.

Em algumas páginas do *Sidereus Nuncius*, que ainda hoje dão ao leitor a sensação de emoção que sempre acompanha a visão de uma nova realidade, Galilei expõe uma outra das suas descobertas fundamentais. Na noite do dia 7 de janeiro ele observou, perto de Júpiter, três pequenas estrelas muito brilhantes, duas a oriente e outra a ocidente do planeta; na noite seguinte elas se apresentam numa posição diferente, situando-se todas a ocidente; no dia 10 duas das estrelas estão a oriente, a terceira está como que ocultada pelo planeta; no dia 12, após duas horas de observação, Galilei assiste ao aparecimento da terceira estrela e no dia 13 aparecem quatro estrelas: são as luas ou os satélites de Júpiter (hoje são denominados, Europa, Ganimedes e Calixto) que, em homenagem a Cosimo II de Medici, Galileu denominou “estrelas medicéias”.

O caráter revolucionário das descobertas de Galileu não deixou de ser captado pela percepção dos contemporâneos. Em um poema dedicado ao “princípio” dos matemáticos do nosso século”, Johannes Fáber afirmava que

Vespucci e Colombo, navegadores em mares antes desconhecidos, deviam reverenciar Galilei que deu ao gênero humano novas constelações. Tal comparação com as grandes descobertas geográficas e com as viagens no Novo Mundo retorna várias vezes. William Lower, na Inglaterra, escreve ao seu amigo Thomas Hariot que Galilei realizou, com as suas descobertas, algo mais importante do que fez Magalhães que também abriu aos homens vias antes inexploradas. Em 1612, em uma obra dedicada à descrição do mundo intelectual do seu tempo, Francis Bacon parabeniza “a indústria dos mecânicos, como também o zelo e a energia de certos homens cultos que, pouco tempo antes, com a ajuda de novos instrumentos óticos, ou usando chalupas e pequenas embarcações, começaram a ensaiar novos intercâmbios com os fenômenos do céu”. O seu empreendimento, continuava, deve ser considerado “algo nobre e digno da raça humana e aqueles homens devem ser valorizados, mais ainda do que pela sua coragem, pela sua honestidade, porque, com transparência e com clareza, deram sucessivamente conta da forma em que a eles resultava cada ponto particular da sua pesquisa”. O Lord Chancelliere, apesar de não ter aceito a cosmologia de Copérnico, era um grande filósofo. Entretanto, bem diferente foi com certeza a atitude de Sir Henry Wotton, que também era um homem de ampla erudição e de fina cultura, embaixador inglês em Veneza. De fato, no mesmo dia da publicação do *Sidereus Nuncius* envia o livro ao seu rei, com a promessa de enviar-lhe logo uma luneta e com palavras que dão a exata sensação da revolução que a obra de Galilei trouxe nos quadros tradicionais do universo: “Envio a Vossa Majestade, junto com esta carta, a mais estranha notícia que jamais tenha aparecido no mundo. Trata-se do livro aqui anexo do professor de matemática de Pádua [...]. Este fulano subverteu toda a astronomia e toda a astrologia [...]. O autor poderá ficar imensamente famoso, ou tornar-se extremamente ridicularizado”.

Na verdade, não faltaram as polêmicas ásperas, as rejeições tenazes, as obstinadas manifestações de incredulidade. Tais reações decorriam sobretudo dos ambientes da cultura acadêmica ligada às posições do aristotelismo. O célebre Cremonini, amigo e colega de Galilei em Pádua, não acredita que Galilei tenha visto coisa alguma, e protesta contra tais “óculos” que “bestificam a cabeça” e repreende Galilei por ter entrado “em todas estas girândolas”. Em Bologna, o astrônomo Giovanni Antonio Magini assume uma postura de hostilidade e de malevolência. Quando em abril de 1610,

Galilei vai a Bologna para tentar convencer os estudiosos a respeito da verdade das suas descobertas, Martino Horlci, que em seguida se tornará um adversário violento, escreve ao grande Kepler: “experimentei de mil maneiras tal instrumento de Galilei, - quer nas coisas inferiores quer nas superiores; nas primeiras faz maravilhas, mas falha no céu porque as estrelas fixas aparecem duplicadas”.

Mais tarde viria o reconhecimento de Kepler, e, depois de uns primeiros desentendimentos iniciais, também a adesão dos Jesuítas romanos. Galilei vencera, porque para convencer os próprios Jesuítas, obstinados irredutíveis, e para reduzir ao silêncio aqueles professores que negavam as montanhas na Lua ou à existência dos satélites de Júpiter por razões lógico-matemáticas, não teria sido suficiente, como ele escreveu mais tarde, “o testemunho das próprias estrelas que descidas na Terra falassem de si mesmas”. A realidade do universo tinha sido ampliada pelo uso de um instrumento mecânico que era capaz de ajudar os sentidos do homem, - aperfeiçoando e apurando a sua capacidade. As observações astronômicas de Galilei não marcaram somente o fim de uma visão do mundo. Para os contemporâneos elas pareciam também o ato de nascimento de um novo conceito de experiência e de verdade. A “certeza propiciada pelos olhos” tinha quebrado o círculo sem fim das disputas.

## **DOMÍNIOS DESCONHECIDOS PELA VISÃO**

O fascínio despertado pelo *pequeno* e pelo infinitamente pequeno, com certeza não foi menor, nos séculos XVII e XVIII, do que aquele despertado pelo *grande*, constituído pelas distâncias sem limites e pela infinitude do universo. A concepção da natureza como um *plenum formarum*, como uma infinita hierarquia de formas, ou com uma escada do Ser total e infinitamente graduada (que é uma das grandes ideias-força da cultura filosófica destes dois séculos), parecia implicar a existência de realidades miúdas e invisíveis, forçosamente não perceptíveis pelas capacidades limitadas do olho humano. Para Henry Power, que em 1664 publica uma *Experimental Philosophy, Containing, New Experimente Microscopical, Mercurical, Magnetical* as “novas descobertas da dioptria” ecoam como uma confirmação da tese de que os corpos mais pequenos que somos capazes de ver a olho nu são somente “os médios proporcionais” entre

dois extremos que escapam aos sentidos. Também a ideia de que a natureza seja explicável por meio de um exame da sua estrutura corpuscular ou molecular implica o interesse por instrumentos capazes de ampliar o campo de possibilidades que a natureza concedeu aos sentidos. Os habitantes da Nova Atlântida de Francis Bacon (1627) possuem ajudas para a visão melhores do que as lentes e os óculos “para ver distinta e perfeitamente os corpos mais miúdos, como as formas e as cores de pequenos insetos e vermes, a granulação e as estrias das gemas e as composições da urina e do sangue, invisíveis de outro jeito” (Bacon 1975: 861).

Na história do microscópio e das suas relações com a ciências não existe nenhuma data dramática, comparável com aquela de 1609 relativa ao telescópio. Tal instrumento, como foi ressaltado várias vezes, exerce a sua ação no interior de uma ciência consolidada, que tem uma antiga e firme tradição. O microscópio, ao contrário, está no começo de um longo processo que leva à constituição de novas ciências. Na verdade, a histologia e microbiologia iriam se afirmar somente no século XVIII. O nome *microscopium* é usado em uma carta escrita por Johannes Fáber (em 13 de abril de 1625) ao príncipe Frederico Cesi que, em 1603, contando apenas 18 anos de idade, estreitara com três jovens amigos aquele pacto científico que está na origem da Academia dos Linceus. O primeiro volume “separado” de microscopia é a *Centuria observationum microscopkarum* (1655) de Pierre Borei.

Nas primeiras décadas do século XVII eram usados “óculos” tubulares com a lente de um lado e o objeto do outro lado, posto sobre uma lâmina de vidro. A ampliação era aproximadamente de dez diâmetros. Com instrumentos deste tipo trabalham os primeiros membros da Academia dos Linceus (e o nome da Academia faz referência à notória agudeza de visão do lince). Em 1625, Frederico Cesi acrescentara ao seu livro intitulado *Apiarum*, um outro trabalho denominado *Tavola dell'ape*, publicado no *Persio tradotto* (Roma 1630) de Stelluti. Com toda probabilidade foi esta a primeira ilustração impressa de objetos vistos com a ajuda de um microscópio. O que se vê naquela tábua, insiste com força Stelluti, “era desconhecido por Aristóteles e por qualquer outro naturalista”. Junto da abelha “no ato de caminhar” se acrescentavam na tábua (marcadas por letras) anotações como: as “penas da abelha”, “o olho totalmente cabeludo”, a “língua com as suas quatro linguinhas”, as patas vistas pelo lado interno e pelo lado externo e

assim por diante. Em 1644, em Palermo, Odierna estuda a composição do olho de várias espécies de insetos. Dois anos mais tarde, em Nápoles, Fontana realiza uma série de observações sobre a fermentação do vinagre.

A geração seguinte pertencem os assim chamados microscopistas clássicos: Robert Hooke, Antony van Leeuwenhoek, Jan Swammerdam, Marcelo Malpighi, Nehemiah Grew. Eles trabalham com instrumentos capazes de aumentar (mesmo com uma resolução medíocre) até cem diâmetros. No microscópio composto (que não foi usado por Leeuwenhoek) as lentes eram colocadas na extremidade de tubos de papelão, o tubo do ocular era encaixado naquele da objetiva e “o aparelho era focalizado fazendo escorrer os tubos. Os microscópios deste tipo (construído na Itália por Campani) tiveram uma ampla difusão. O microscópio descrito por Hooke possui um dispositivo a parafuso para a focalização e é constituído por um grande corpo cilíndrico: a objetiva é formada por uma lente biconvexa regulada por um diafragma, enquanto o ocular é constituído por uma lente plano-convexa e por uma pequena lente biconvexa (o espelho refletor seria introduzido somente em torno de 1720). Tais microscópios (bem como as surpreendentes, pequeníssimas lentes de Leeuwenhoek) não se limitavam a aproximar e a ampliar um mundo familiar (como no caso das abelhas ampliadas por Cesi). Mas abriam para o olhar um mundo novo e surpreendente de minerais e de tecidos orgânicos estruturados segundo formas, bem como um mundo povoado de seres vivos invisíveis ao olho humano.

Neste ponto precisamos voltar por um instante ao tema da importância das ilustrações. Isso porque justamente as belíssimas gravuras do grande arquiteto Christopher Wren, que aparecem na *Micrographia* de Hooke (1665), colocam esta obra (exatamente como acontecera um século antes com a obra de Vesálio) em um nível diferente daquelas dos seus contemporâneos. E entre os contemporâneos havia Marcelo Malpighi, que com certeza é mais *biólogo* do que Hooke, e que em 1661 publicara o tratado *De pulmonibus*. As grandes possibilidades oferecidas à ciência por meio das ilustrações eram evidentes desde quase um século e meio atrás, mas a primeira geração dos microscopistas ficara quase insensível a este assunto. As 32 tábuas esplêndidas da *Micrographia* (utilizadas ainda nos manuais do século XIX) revelaram o que podia ser feito neste campo (Hall, 1976: 13).

Pontas de agulhas, pulgas, moscas, formigas, piolhos: mais do que objetos



não observados por outros, Hooke descreveu aquilo que viu por meio do microscópio, com uma exatidão e uma paixão pelo detalhe não costumeiros na sua época. O invólucro externo do olho da mosca é flexível e transparente e se assemelha com a substância da córnea de um olho humano. Após tirar o bulbo, a substância escura e a mucosa que está debaixo “pude ver tal invólucro transparente como um fragmento sutil de pele, possuindo muitas cavidades no interior, situadas na mesma ordem das protuberâncias externas”. Não há como duvidar que este curioso aparelho seja o órgão da visão das moscas dos crustáceos (Hooke, 1665: Prefácio). No decurso da décima oitava observação que é intitulada “O esquematismo (que é um termo usado por Bacon) ou tecido da cortiça e sobre as células (*cells*) ou poros de outros “corpos porosos”, em analogia com as celas do favo das abelhas, é usado pela primeira vez o termo *célula*. Todavia, a partir desta base, não tem qualquer sentido atribuir a Hooke a descoberta da célula.

Hooke que é um cientista que segue a concepção de Bacon, insiste longamente sobre o tema da ampliação do campo dos sentidos. O telescópio abriu os céus para o olhar, revelou “um vasto número de estrelas novas e novos movimentos que eram totalmente desconhecidos aos astrônomos antigos”. Ao mesmo tempo, também a Terra, outrora familiar, agora nos parece uma coisa nova e observamos em cada sua partícula de matéria “uma variedade tão grande de criaturas como aquelas que antes teríamos podido contar no universo inteiro”. Os novos instrumentos permitem examinar tanto o mundo visível, como também descobrir mundos desconhecidos: cada aperfeiçoamento considerável do telescópio e do microscópio “produz novos mundos e terras desconhecidas para a nossa visão” (ibid: 177-78).

No decorrer de algumas sessões da Royal Society, no ano de 1677, Hooke fez a leitura de uma carta de 17 páginas que fora enviada àquela ilustre Academia por Antony van Leeuwenhoek. O autor das cartas não era um filósofo naturalista nem pertencia ao mundo dos letrados. Empregado na função de contínuo junto ao tribunal de Delft (uma pequena cidade situada no sul da Holanda) construíra sozinho para seu uso várias centenas de pequeníssimas lentes bi-convexas de curto comprimento focal e pequenas esferas de vidro fundido (com diâmetro inferior a 2,5 mm) que, inseridas em uma armação metálica, funcionavam como simples microscópios. Em virtude da sua maravilhosa habilidade de ótico (neste século uma de suas lentes se revelou superior a qualquer

outra lente simples conhecida) e impelido por uma insaciável curiosidade, Leewenhoeck realizou observações sobre os espermatozóides e sobre os glóbulos vermelhos do sangue, detectando protozoários e bactérias.

Em setembro de 1674, observando o movimento daqueles animais microscópicos presentes em uma gota de água, pareceram-lhe “velozes e maravilhosos de se ver e penso que algumas destas pequenas criaturas sejam mil vezes mais pequenas do que eu tenha visto em uma casca de queijo ou em um mofo”. Também no interior do corpo humano ele descobriu que vivem pequenos animais. Em outubro de 1676 são descritos os protozoários: “é exatamente como ver, a olho nu, pequenas enguias que se contorcem uma contra a outra e toda a água parece viva por estes vários animaizinhos; e esta é para mim, entre todas as maravilhas que observei na natureza, a mais maravilhosa de todas”.

## O NOVO MUNDO

“En las índias - escreve José Acosta todo es portentoso, todo es sorprendente, todo es distinto y en escala mayor que Lo que existe en el Viejo Mundo”. Também Cristóvão Colombo e Fernão de Magalhães e os outros inumeráveis viajantes e navegadores no começo da era moderna, viram com os próprios olhos — como mais tarde Galilei, Hooke e Leeuwenhoek - coisas jamais vistas antes. Inclusive a visão de novas terras contribuiu para por em crise a ideia da superioridade dos antigos. Simples marinheiros — afirmam muitas pessoas - são capazes de *enxergar* o contrário daquilo que filósofos gregos e até mesmo Padres da Igreja afirmaram a respeito da habitabilidade das regiões tórridas, da existência das Antípodas, da navegação nos Oceanos e da impossibilidade de transpor as colunas de Hércules.

No Novo Mundo se encontram plantas desconhecidas (milho, mandioca, batata, feijão, tomate, pimentão, abóbora, abacate, ananás, cacau, tabaco, seringueira) e animais nunca vistos antes (peru, lhama, lince, puma, condor, jaguar, anta, alpaca, jacaré). Descrições de novos animais e novas plantas se encontram na *Historia generaly natural de las índias* (1526) de Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdês que foi por mais de quarenta anos inspetor da extração do ouro em Santo Domingo. Em documentos e em mapas do início do século XVI o novo continente é povoado de unicórnios, cinocéfalos e

homeus com os olhos, o nariz e a boca situados no peito; Oviedo renuncia à descrição de seres monstruosos e de entidades imaginárias. Pensa que existe uma única natureza que assume diferentes formas nas diversas partes da Terra: plantas nocivas em uma parte do mundo são benéficas na outra parte, os homens podem ser brancos ou pretíssimos e os tigres, ágeis e rápidos no nosso continente, “são tórpidos e pesados na índia de Vossa Majestade”. Também o jesuíta José Acosta, na *Historia naturaly moral de las índias* (1590), descreve as características do solo, os minerais, os vulcões, os metais, as plantas, os animais, os peixes e os pássaros. O Novo Mundo é povoado de “animais em número e aspecto jamais conhecido, dos quais não tem memória nem os gregos, nem latinos, nem qualquer outro povo do *mundo de acá*”. Sobre os mesmos assuntos se detém também o breve escrito intitulado *A Briefe and Troue Report of the New Found Land of Virginia* (1588) de Thomas Hariot, um dos maiores matemáticos do seu tempo, admirador de Galilei e correspondente de Kepler. Na Itália, Federico Cesi iria adquirir o manuscrito do assim chamado *Tesoro messicano* ou *Rerum medicarurn Novae Hispaniae thesaurus*, uma coletânea monumental de botânica e zoologia exótica baseada no relatório de Francisco Hernández, médico de Filipen. Depois de várias vicissitudes editoriais, o livro seria publicado por Francisco Stelluti em 1651.

Acosta se detivera longamente também à respeito dos homens do Novo Mundo e sobre os seus costumes. O seu livro, traduzido em inglês (1604), italiano (1606) e holandês (1624) fica no centro de uma amplíssima discussão que envolve a cultura europeia a partir de meados do século XVI até a época de Vico. Tal discussão diz respeito a algumas perguntas às quais não era fácil dar uma resposta. Como conciliar a narração bíblica com a presença de homens num lugar tão distante do centro da religião hebraica e cristã? Os silvícolas americanos são descendentes de povos outrora civilizados e mais tarde decaídos na barbárie? Ou há várias origens para os diversos povos e os seres humanos apareceram simultaneamente nas várias regiões da Terra? Como se justifica a filiação direta de todos os homens a partir de Adão? O dilúvio universal atingiu todas as regiões da Terra? Ou, ao contrário, o dilúvio foi só um cataclismo local? E, neste caso, a história narrada pela Bíblia não se reduz apenas à história de um povo particular? Não se limita portanto, à narração de uma crônica local? Como se explica a existência de uma natureza diferente daquela que nos é

familiar? Como entraram na Arca de Noé os animais do Novo Mundo, e como saíram dela? Por que nenhum exemplar desses animais sobrevive no Velho Mundo? Ou devemos pensar que Deus, após os seis dias da criação, continuou a criar aquele mundo novo? Sobretudo: como chegaram ao Mundo Novo os homens do Velho Mundo?

*Freethinkers, espritsforts* e libertinos de vários matizes e natureza se serviram amplamente da descoberta do Novo Mundo para levantar dúvidas sobre a validade da narração bíblica e para apresentar aquele tipo de teses ímpias a que se fazia referência, no fim do século XVII e no século XVIII, qualificando-as como lucrecianas, espinosistas e materialistas. Jeronimo Cardano chegou a afirmar implicitamente a tese de uma geração espontânea dos homens da matéria. O aristotélico Andrea Cesalpini sustentara explicitamente que “todos os animais, inclusive o homem, podem ter tido origem da matéria em putrefação”, isso, a seu ver, podia ter - e realizado mais especialmente em lugares, como o Novo Mundo, de clima tórrido e de vegetação exuberante. Para Giordano Bruno, a presença de animais e homens no Novo Mundo não constituía um problema. Ao contrário, era a prova de que cada terra produz toda espécie de animais. Atribuir aos Americanos uma geração de Adão é absurdo “e na verdade não houve somente um primeiro lobo, leão ou boi do qual todos os lobos e leões e bois foram gerados e propagados por todas as ilhas, mas em toda a parte a terra produziu cada coisa desde o princípio”. A disputa entre os defensores do poligenismo e os que afirmam a m o monogenismo (Acosta está entre eles) era destinada a clamorosos desenvolvimentos.

Paracelso negara aos Americanos caracteres humanos. Assim como os gigantes, os gnomos, as ninfas, “eles são semelhantes aos homens em tudo exceto na alma”. São “como as abelhas, que tem um seu rei; como os marrecos selvagens, que tem um chefe; e não vivem conforme a ordem das leis humanas, mas segundo as leis da natureza inata”. Também o humanista Juan Ginés de Sepúlveda, entre muitos outros escritores, filósofos e viajantes, apresentara os indígenas americanos como uma sub-espécie de homens, capazes de todo tipo de “malvadezas abomináveis”. Entretanto, são radicalmente diferentes as afirmações contidas em uma célebre página dos *Essais* (1580) de Michel de Montaigne que faz referência às tribos brasileiras: para julgar os povos não europeus não é possível nem lícito adotar o ponto de vista europeu e cristão. A humanidade se exprime em uma

variedade infinita de formas e “cada um chama barbárie aquilo que não está nos seus costumes” (Montaigne, - 1970:2 72).

As discussões sobre o “selvagem bom” e sobre o “selvagem mau” se entrelaçaram com as vicissitudes da biologia e do pensamento político. Até Buffon, bem como até o abade Corneille de Pauw e os românticos, no que diz respeito ao continente americano, continua-se a afirmar, naquela discussão, o caráter “degenerado”, “decaído” ou em todo o caso “inferior” da natureza do Novo Mundo. A fauna que o povo a, escreveria Hegel na *Philosophie der Geschichte*, tem um aspecto menor, mais fraco e mais tímido.

# CAPÍTULO 5 – UM NOVO CÉU

## COPÉRNICO V

O astrônomo polonês Niklas Koppernigk (1473-1543) - latinizou o seu nome para *Copernicus*. Aquele nome, na era moderna, tornou-se o símbolo de uma grande virada do pensamento e o ato de nascimento de uma nova época e de uma revolução intelectual. Como foi ressaltado várias vezes, Nicolau Copérnico não assumiu, nem na sua vida e nem tampouco nas suas obras, qualquer atitude revolucionária. Como bom humanista, considerou que a própria possibilidade de um novo método de cálculo dos movimentos das esferas celestes (capaz de por um fim às incertezas dos astrônomos) fosse preciso buscá-la nos textos filosóficos antigos. Por isso, apresentou a sua doutrina como uma tentativa de fazer reviver as antigas teses de Pitágoras e de Filosofia. Por isso ele foi extremamente cauteloso e hesitante. Ficou muito preocupado com relação ao “desprezo” que a sua estranha e inusitada doutrina sobre o movimento da Terra podia despertar no mundo dos eclesiásticos e dos professores. Por esta razão ele escreveu a sua obra maior, o tratado *”De revolutionibus orbium coelestium* (1543), em constante paralelismo com o *Almagesto* de Ptolomeu seguindo-o livro após livro e seção por seção, a ponto de Kepler comentar a seu respeito que ele, mais do que interpretar a natureza, interpretar a Ptolomeu.

Copérnico nascera em Torun (em alemão Thorn) à margem do rio Vístula, em uma cidade que em 1466 passara sob a soberania do Rei da Polônia. Filho de um comerciante, foi adotado por um tio materno, que mais tarde foi nomeado bispo de Warmja. Após completar os estudos na universidade de Cracóvia foi incentivado pelo tio a passar uma temporada nas universidades italianas. Por isso o seu nome consta registrado; em 1496, nos catálogos da *Natio Germanorum* da universidade de Bologna onde, além de aluno, foi bastante amigo do astrônomo Domênico Maria Novara (1454-1504). Em 1500 passou por Roma e, no ano seguinte, voltou à sua pátria para tomar

posse do cabido de Frauemburg. Mas no mesmo ano voltou para a Itália, estabelecendo-se primeiro em Pádua, onde continuou a estudar jurisprudência e medicina por quatro anos, e a seguir em Ferrara onde conseguiu o doutorado em direito canônico. Em 1506, após nove anos de permanência na Itália, regressou a Polônia, como secretário e médico junto do tio. Após o falecimento deste, em 1512, estabeleceu-se em Frauenburg onde permaneceu por mais de trinta anos, trabalhando, até a morte na sua obra-prima.

No período entre 1507 e 1512 (os especialistas porém tem opiniões contrastantes a respeito destas datas), Copérnico redigira o tratado *De hypothesibus mottumcoelestium commentarius* que, no texto manuscrito, foi conhecido por muitos. Nele eram apresentadas as sete *petitiones* que deviam dar lugar a uma nova astronomia.

1) Não existe somente um centro de todos os corpos celestes ou esferas (quer dizer: ao contrário daquilo que afirmava Ptolomeu, existem dois centros de rotação: a Terra que é o centro de rotação da Lua e o Sol que é o centro de rotação dos outros planetas).

2) O centro da Terra não coincide com o centro do universo, mas somente com o centro da gravidade e da esfera da Lua (tal *petitio* abria de novo o problema de uma explicação da gravidade).

3) Todas as esferas giram ao redor do Sol (que, por conseguinte, é excêntrico com relação ao, centro do universo).

4) A relação entre a distância Terra-Sol e a altura do firmamento é menor do que a relação entre o raio terrestres a distância Terra-Sol. Tal distância, portanto, é imperceptível em relação à altura do firmamento (se o universo tem dimensões tão grandes, o movimento da Terra não causaria um movimento aparente das estrelas fixas).

5) Todos os movimentos que aparecem no firmamento não derivam de movimentos do firmamento, mas do movimento da Terra. O firmamento permanece imóvel, enquanto a Terra, junto com os elementos que estão mais próximos a ela (a atmosfera e as águas da sua superfície) realiza uma completa rotação sobre os seus pólos fixos em um movimento diurno.

6) Aquilo que nos aparece como movimentos do Sol não deriva do movimento do próprio mas do movimento da Terra e da nossa esfera junto a qual (como qualquer outro planeta) nós giramos ao redor do Sol. A Terra, portanto, tem mais de um movimento.

7) O aparente movimento de retrocesso é direto dos planetas não deriva

do seu movimento, mas do movimento da Terra. O movimento da Terra sozinha é suficiente para explicar todas as desigualdades que aparecem no céu (os assim chamados “movimentos de retrocesso” dos planetas se tornam *movimentos aparentes*, posto que dependem do movimento da Terra).

Nesse meio tempo Copérnico entregara o volumoso manuscrito do tratado *De revolutionibus* ao jovem Georg Joaquim Rheticus (1514-76), o nome verdadeiro era Lauschen latinizado por Rheticus para indicar a proveniência da antiga província romana da Recia). Discípulo e admirador de Copérnico, em 1540 Rheticus publicou a famosa *Narratio prima que*, junto a uma série de considerações astrológicas sobre a queda do Império Romano, bem como sobre o nascimento do Império Muçulmano e a segunda vinda de Cristo, contém uma exposição cristalina da cosmologia copernicana. Por meio deste escrito que, deixando de ser anônimo, foi reimpresso em Basileia no ano seguinte, o mundo dos letrados teve uma noção mais ampla das ideias e da grande obra de Copérnico.

Na sua exposição Rheticus insistia, com muita energia, em afirmar a maior simplicidade e harmonia do sistema copernicano em comparação com o sistema ptolomaico. Todos os movimentos dos planetas podem ser explicados mediante o movimento uniforme, do globo terrestre. Se o Sol for colocado no centro do universo e a Terra girando ao redor dele como um corpo excêntrico ou um universo maior, a verdadeira compreensão das coisas celestes passa a depender somente dos movimentos regulares e uniformes *do globo terrestre*. Por que Copérnico não devia adotar a conveniente teoria do movimento terrestre? Adotando tal hipótese, para a construção de uma ciência exata dos fenômenos celestes “bastava somente a oitava esfera imóvel, o Sol sendo ele também imóvel no centro do universo, e para explicar os movimentos dos outros planetas eram suficientes combinações de epiciclos e excêntricos, de excêntricos e excêntricos, de epiciclos e epiciclos” (Rheticus, 1541: 460-6 1). A atribuição do movimento à Terra permitia reafirmar a circularidade dos movimentos celestes. Enquanto no sistema tradicional o movimento de retrocessão era explicado colocando o planeta em um epiciclo cujo centro girava por sua vez ao redor da Terra sobre o epiciclo diferente do planeta, no novo sistema os planetas se movem em um movimento contínuo e todos na mesma direção. As irregularidades dos seus movimentos são atribuídas ao ponto de vista, diferente a cada momento, do observador situado sobre à



Terra em movimento.

Como narra a tradição, o livro *De revoliitionibus*, publicado em maio de 1543, foi levado ao leito de morte de Copérnico. Nas páginas da *Dedicatória*, tal como já fizera Rheticus, Copérnico insistia sobre a maior simplicidade e harmonia do Sistema. - Ele contrapunha o novo sistema ao antigo insistindo a respeito das desavenças, incertezas e contradições dos seguidores da tradição.

A revolução copernicana não consistiu em um aperfeiçoamento dos métodos da astronomia, nem em uma descoberta de novos dados, mas sim na construção de uma cosmologia nova baseada *nos próprios dados* fornecidos pela astronomia de Ptolomeu. Além disso, tal cosmologia está fortemente ligada a algumas teses fundamentais do aristotelismo: o universo copernicano é perfeitamente esférico e finito; a esfericidade a que convergem todos os corpos constitui uma forma perfeita e é uma totalidade fechada em si mesma que é atribuída justamente aos corpos divinos; o movimento circular das esferas cristalinas deriva do fato que a mobilidade própria da esfera consiste em se mover em círculo (*mobilitas sphaerae est in circulum volvi*), a condição de imobilidade do Sol (que, como o céu das estrelas fixas, é imóvel) deriva da sua natureza divina, quer dizer, a sua centralidade decorre do fato que esta “lanterna do mundo” chamada por outros também de “mente e reitor do universo” está situada no lugar melhor de onde “pode iluminar cada coisa simultaneamente” (Copérnico, 1979: 212-13).

A simplicidade do novo sistema, no entanto, era mais aparente do que real: para justificar os dados das observações, Copérnico foi forçado, em primeiro lugar, a não fazer coincidir o centro do universo com o Sol (o seu sistema foi chamado de *heliostático*, ao invés de *heliocêntrico*), mas com o ponto central da órbita terrestre; em segundo lugar, foi obrigado a introduzir de novo, como em Ptolomeu, uma série de círculos girando em torno de outros círculos; e finalmente atribuir à Terra (além do movimento de rotação ao redor do seu eixo e de translação ao redor do Sol) um terceiro movimento de declinação (*declinationis motus*) para justificar a invariabilidade do eixo terrestre com relação à esfera das estrelas fixas.

A revolução copernicana tinha como característica o seguinte: não se limitava a contrapor algumas teses novas às teses tradicionais, mas conseguia realmente substituir Ptolomeu, isto é, melhorar o tratado *Almagesto* tanto no plano dos cálculos como também na construção dos mapas planetários. Os novos mapas, conhecidos como *tábuas pruténicas* (1551), elaboradas por

Erasmus Reinhold (1511-53) a partir de bases copernicanas, foram acolhidos inclusive por adversários ferrenhos do novo sistema do mundo, e o próprio Reinhold jamais foi copernicano. O sistema apresentado no tratado *De revolutionibus* era fundado sobre uma refinada matemática pitagórica que podia ser apreciada pelos astrônomos profissionais. De fato, para alguns deles aquele sistema não só apareceu mais simples e harmonioso do que o anterior, mas também mais de acordo com o pressuposto metafísico (que Copérnico mantém bem coeso) da perfeita circularidade dos movimentos celestes.

Muitos elementos fundamentais que constituem aquele grandioso fenômeno que nós denominamos de “revolução astronômica” (eliminação dos corpos excêntricos, dos epiciclos, da realidade das esferas sólidas, é a questão da infinidade do universo) são totalmente ausentes em Copérnico. Todavia existem livros que, sem se apresentarem como revolucionários, provocam grandiosas revoluções intelectuais. Tal foi o caso de Copérnico, como seria também aquele de Darwin. Eles são lidos, ainda que de maneira incompleta, por um número cada vez maior de não especialistas. Atingem não só o intelecto, mas a imaginação dos homens, eliminando velhas e consolidadas respostas e abrindo uma quantidade de novos problemas. No caso de Copérnico, eles eram os seguintes o que é a gravidade e por que os corpos pesados caem sobre a superfície de uma Terra em movimento? O que move os planetas e como eles são mantidos nas suas órbitas? Qual é a extensão do universo e qual é a distância entre a Terra e as estrelas fixas? Mas, além desses problemas, abriam-se outros novos não apenas no domínio das ciências. A admissão do movimento terrestre e a aceitação do novo sistema implicavam não só uma reviravolta da astronomia e da física e a necessidade de uma sua reestruturação, mas também uma modificação das ideias a respeito do inundo, bem como uma nova avaliação da natureza e do lugar do homem na natureza. Na verdade, em qualquer sistema cujo equilíbrio é instável (e tal era sem dúvida a astronomia nos tempos de Copérnico) existem pontos problemáticos, que não podem ser tocados sem que desmorone o inteiro sistema. O movimento da Terra era um destes pontos.

## **O MUNDO SE DESPEDAÇOU**

Já em 1539, em um dos *Discursos à mesa*, Lutero faz referência a “um

astrônomo de quatro vinténs” que sustenta que a Terra se move e pretende subverter toda a astronomia, colocando-se em contraste com o texto das Escrituras, onde se diz que Josué ordenou ao Sol, e não à Terra, para deter-se. Seis anos depois da publicação da obra-prima de Copérnico, Filipe Melanchton, no tratado *Initia doctrinae physicae*, retruca que aqueles que acreditam que a oitava esfera e o Sol não giram ao redor da Terra sustentam argumentos ímpios e perigosos, contrários à honestidade e à decência, Calvino, sem nunca citar Copérnico, reafirmava porém energicamente o valor literal das Escrituras. Na verdade, discutiu-se muito a respeito da postura dos protestantes e católicos diante do Copernicanismo. Uma das lendas historiográficas mais difusas, é aquela que afirma a indiferença substancial tanto da Cúria Romana como também dos teólogos escolásticos com relação ao problema. Somente três anos depois da morte de Copérnico, em 1546, o dominicano Giovanni Maria Tolosani, ligado a Bartolomeu Spina, mestre do Sagrado Palácio e na ocasião porta-voz quase oficial das reações da Cúria, tomava energicamente posição contra o novo sistema no tratado *De veritate Sacrae Scripturae* (que ficou inédito até 1975). O copernicanismo, na opinião de Tolosani, tem um defeito constitutivo e essencial: viola o princípio fundamental e irrenunciável da *subalternatio scientiarum* com base no qual “uma ciência inferior necessita da ciência superior”. Não se trata, portanto, de uma questão de pouca relevância. Pois a primeira das ciências, a teologia, oferece ao cosmólogo uma descrição da estrutura física do universo e nenhuma ciência pode estar em oposição com a teologia; “Copérnico, habilidoso na ciência matemática e astronômica, é deficiente nas ciências físicas e dialéticas, e é incompetente nas Escrituras”. O texto de Tolosani seria lido com cuidado por um outro dominicano, Tommaso Cactíni, cuja violenta tomada de posição, expressa no sermão de 20 de dezembro de 1614 na igreja de Santa Maria Novella, está nas raízes da condenação de 1616 que declarava “tola e absurda em filosofia e formalmente herética” a teoria de Copérnico. Na *Dedicatória* a Paulo III, Copérnico tinha invocado a sua autorização e o seu juízo para que “impedisse o ataque dos caluniadores, apesar de ser proverbial o fato de não haver nenhum remédio contra a calúnia dos maledicentes” (cf. Camporeale, 1977-78; Garin, 1975: 283-95).

Entretanto, com o passar do tempo, as calúnias se tornaram muito

numerosas, mas, como sempre ocorre diante do novo, não faltaram também adesões cautelosas de especialistas, ferventes entusiasmos apesar de tecnicamente pouco abalizados, como também rejeições irritadas e, sobretudo, manifestações de desorientações e de incertezas. O tratado *De revolutionibus* foi reeditado em Basileia em 1550 (treze anos após a primeira edição) trazendo em apêndice a *Narratio prima* de Rheticus que era o texto que melhor servia aos leitores não especializados para entender o significado do novo sistema do mundo. As *Tábuas pruténicas* de Reinhold (1551) foram revisadas e ampliadas em 1557. No ano anterior fora publicado em Londres o livro *The Castle of Knowledge* do médico e matemático Robert Recorde (1510 ca. 1558). No diálogo entre um Mestre e um Aluno, o primeiro afirma ser prematuro discutir a respeito do movimento da Terra, considerando que a ideia da sua imobilidade penetrou tão forte mente nas mentes a ponto de fazer parecer louca a tese oposta; o aluno porém nega que as opiniões aceitas por muitos sejam sempre verdadeiras.

Os astrônomos, todavia, foram em geral muito cautelosos. Com a exceção dos dois grandes nomes, Kepler e Galilei, eles rejeitaram a própria ideia de uma declaração relativa à superação do sistema de Ptolomeu. Depois do sucesso dos novos mapas, predominava entre os astrônomos a atitude de Thomas Blundeville que, em 1594, chegou a afirmar que, mediante a ajuda de uma falsa hipótese, Copérnico conseguira trazer demonstrações mais exatas do que jamais foi feito antes. Michael Mastlin (1550-1630), professor de astronomia em Tubinga, nas últimas edições da *Epitome astronomiae* (1588) inseriu apêndices com a exposição do sistema copernicano. Considerando que foi mestre de Kepler, é lógico supor que instrísse o aluno sobre o novo sistema. Ele colaborou também na redação e na impressão do *Mysterium cosmographicum* de Kepler (1596) que o recompensou pelo trabalho desenvolvido (que implicava também cálculos difíceis) com o presente de uma taça de prata dourada e seis talheres de prata. Em torno de 1587, Christopher Rothmann, astrônomo do Landgrave Guilherme IV de Axen-Cassel, na sua correspondência com Tycho Brahe, defendeu energicamente a validade do copernicanismo. Naquelas cartas ele confutava as objeções mais tradicionais contra o movimento da Terra e afirmava a insustentabilidade de uma interpretação literal das Escrituras que obrigaria a crer também na existência das águas

celestes (uma questão que, para toda a cosmologia da Idade Média, fora de importância fundamental).

O matemático Giovanni Battista Berredetti (1530-90), no *Diversarum speculation mathematicarum metaphysicorum liber* (1585), nega qualquer valor aos argumentos extraídos do aristotelismo contra Copérnico. Entre os filósofos, junto com Thomas Digges e Giordano Bruno, devemos lembrar Francisco Patrizi de Cherso (1529-97), professor de filosofia platônica primeiro em Ferrara e depois em Roma, onde foi chamado por Clemente VIII. A concepção que Patrizi teve do universo, a partir do nosso moderno e privilegiado ponto de vista, parece uma extravagante mistura. No seu sistema, a Terra está ainda no centro do cosmo e o Sol gira ao redor da Terra. A Terra (como quer Copérnico) está em movimento. Mas Patrizi aceita apenas um dos três movimentos teorizados por Copérnico: o movimento diurno. As estrelas, como grandes animais, movem-se sozinhas, portanto, não são fixadas a esferas reais, mas se movem por causa de uma alma que está dentro delas. O céu é único, contínuo e fluido. O movimento, das estrelas fixas é aparente e depende do movimento diurno da Terra ao redor do seu eixo. Todas as estrelas não estão na mesma distância da Terra, mas espalhadas em uma profundidade infinita.

Pode causar desgosto aos astrônomos, mas as linhas de demarcação entre aqueles que rejeitam ou aceitam o copernicanismo, ou exprimem incertezas diante do novo, não coincidem de modo algum com aquelas que separam os astrônomos profissionais dos filósofos ou dos letrados. Os primeiros a sustentar em a verdade copernicana, na Inglaterra, certamente não podem ser facilmente inseridos entre os “modernos” ou entre os que sustentam um novo método científico. Robert Recorde, que já lembramos, concebe a astronomia como uma serva da astrologia; o matemático copernicano; John Dee (1527-1608), além de um celebre Prefácio a Euclides, é autor da obra *Monas hieroglyphica* (1564) que pretende desvendar os segredos das virtudes *sobrenaturais mediante os* mistérios da Cabala, as composições numéricas dos pitagóricos e o Sigilo de Hermes; um outro estudioso que se refere a Hermes Trismegisto e ao poema *Zodiacus vitae* (1534) do ferrarense Palingenio Stellato (Pier Angelo Manzoili, 1503 ac. 1543) e Thomas Digges (1543-75) que na obra *Perfit Description of Celestial Orbes*, acrescentada em 1576 ao *Prognostication Everlasting* do padre Leonhard, fala de uma órbita imóvel das estrelas fixas que se

estende infinitamente para o alto e que ele concebe como “o palácio da felicidade e a verdadeira corte dos anjos celestes isentos de angústias, que enchem a morada dos eleitos”. Em torno do ano de 1585, Giordano Bruno (1548-1600), tornou-se defensor, na Inglaterra, da concepção copernicana do mundo. Na obra *Cena delle ceneri* e no tratado *De l'infinito, universo e mondi* (1584) apresentou a teoria de Copérnico dentro do cenário da magia astral e dos cultos solares, e associou o copernicanismo com a temática presente no tratado *De vita coelitus comparanda* de Marsilio Ficino, e além disso enxergara no “diagrama” copernicano o “hieroglífico” da divindade: a Terra se move por que vive ao redor do Sol; os planetas, como estrelas vivas, cumprem junto com ela o próprio caminho; outros mundos inumeráveis, que se movem e vivem como grandes animais, povoam o universo infinito. Nos textos de William Gilbert, ele também de alguma forma “copernicano”, não faltavam temas vitalistas e referências a Hermes, Zoroastro e Orfeu.

A teoria heliocêntrica foi associada com, frequência a alguns dos temas mais característicos da tradição mágico-hermética. Tomando posição contra tal tradição, não era de modo algum impossível envolver os seguidores de Copérnico no contexto de uma rejeição mais geral do platonismo místico. Em tal contexto, tão rico de incertezas e de equívocos, deve ser considerada também a atitude assumida por Francis Bacon (entre 1610 e 1623) com relação ao copernicanismo. Tal movimento foi utilizado várias vezes (por exemplo pelos espiritualistas da segunda metade do século XIX e pelos neopositivistas e poperianos do Século XX) para exprimir condenações anacrônicas. Falar de “atraso científico” diante das incertezas manifestadas naquela época não tem sentido. Bacon, que em 1612 ficou entusiasmado pelas descobertas de Galilei, morreu em 1626. A “conversão” de Marin Mersenne (1588-48) ao, copernicanismo ocorre entre os anos 1630-34. Na obra *Novarum observationum libri* de 1634 o matemático Gilles Personne de Roberval (1602-75) afirma que não se pode dizer de modo algum qual dos três sistemas do mundo que disputam entre si o domínio das ideias seja o verdadeiro, posto que se pode dizer “que todos os três sistemas sejam falsos e aquele verdadeiro nos seja desconhecido”.

Na universidade de Salamanca, os estatutos de 1561 determinavam que o curso de matemática devia abranger Euclides e Ptolomeu ou Copérnico à escolha dos estudantes. Parece que Copérnico quase nunca foi escolhido. E o

caso de Salamanca é na verdade excepcional. Nas universidades, inclusive dos países protestantes, os dois (ou três) sistemas do mundo são ensinados, um ao lado do outro, até as últimas décadas do século XVII. É preciso lembrar também que os negadores da realidade das esferas celestes (entre 1600 e 1610) não pertencem ao mundo acadêmico (como é o caso de Gilbert, Brahe, Rothmann). Nos manuais de astronomia o número dos negadores das esferas aumenta de maneira relevante somente no decorrer da década de vinte do século XVII e aquela doutrina foi definitivamente abandonada somente no decurso da década de trinta. A aceitação, por parte da cultura, do novo sistema do mundo implicava a resposta a perguntas difíceis, que não eram apenas de caráter astronômico. A decidida escolha copernicana cabe à grandeza de Galilei e de Kepler. Ambos reconheceram Copérnico como o seu mestre. Ambos deram contribuições decisivas para confirmar a revolução astronômica começada por ele. Mas também as suas contribuições tiveram não poucas dificuldades para a abrir o próprio caminho. Os versos da obra *Anatomy of the World* (1611) do grande poeta John Donne (1573-1631) se tornaram o símbolo da desorientação, que muitos compartilharam, face ao desmoronamento de tranquilas certezas:

A nova filosofia coloca tudo em dúvida  
o elemento Fogo se apagou por completo,  
O Sol está perdido bem como a Terra; e em homem algum  
a mente não lhe ensina mais onde encontrá-la.  
Os homens confessam espontaneamente que este mundo está acabado,  
enquanto nos planetas e no firmamento  
muitos procuram o novo. E vêem que o mundo está despedaçado mesmo  
em seus átomos.  
Tudo cai nos pedaços, toda coerência desapareceu,  
toda justa providência, toda relação:  
príncipe, súdito, pai, filho são coisas esquecidas, porque cada homem  
pensa ter conseguido, sozinho,  
ser uma Fênix...

(Donne, 1933: 202)

**TYCHO BRAHE**

Falamos anteriormente de um *terceiro sistema* do mundo. O astrônomo dinamarquês Tyge Brahe (1546-1601) quis latinizar o próprio nome passando a se chamar Tycho. Ele era um autodidata que estudara em Leipzig (sem acompanhar regularmente os cursos da universidade), cultivando fortes interesses pela alquimia e acreditando firmemente em uma afinidade entre eventos celestes e fenômenos terrestres. Na capa de uma das suas obras, a *Astronomiae instauratae mecharico* se fez retratar debruçado sobre um globo, segurando na mão um compasso e tendo o olhar dirigido para o céu. A frase que acompanha a imagem é a seguinte: *suspiciendo despido* (enquanto olho para baixo, fico olhando para o alto). A outra ilustração o representa com o olhar voltado para um aparelho químico e uma serpente (símbolo de Esculápio) enrolada ao braço. No lema está escrito: *despiciendo suspicio* (olhando para baixo, olho para o alto).

Mais do que um filósofo naturalista, Tycho foi um observador paciente e extremamente cuidadoso. Com certeza o maior dos observadores a olho nu que teve a história da astronomia. As suas primeiras observações remontam a 1563, quando tinha apenas dezesseis anos, e continuou tais investigações durante todo o curso da sua vida alcançando tal precisão que, por muitos historiadores da astronomia foi julgada quase incrível. Brahe foi se equipando com muitos instrumentos e construiu muitos outros, de grande sofisticação. Ao contrário do que faziam muitos dos seus contemporâneos, ele observava os planetas de modo contínuo e não somente quando eles se apresentavam em uma conjunção favorável.

Na noite de 11 de novembro de 1572, voltando para casa, Tycho (que na época tinha 26 anos) viu uma nova estrela muito brilhante na constelação de Cassiopeia. Aquele evento deu um rumo definitivo à sua vida: Tycho desistiu de migrar para Basileia, continuando a trabalhar na sua pátria, onde as suas observações lhe grangearam), por parte do Rei da Dinamarca, a senhoria da ilha de Hven. Ali ele mandaria construir o esplêndido castelo de Uraniborg dotado de observatórios e laboratórios, bem como um centro de ensino para muitos jovens astrônomos europeus. Tão luminosa quanto Vênus no período do seu máximo esplendor, a nova estrela se tornaria cada vez menos brilhante até desaparecer totalmente no começo de 1574. Aquela estrela, escreveria Kepler, “se não foi sinal de nenhuma outra coisa e de nenhuma outra entidade, foi todavia o sinal e causa do



surgimento de um grande astrônomo”. No livro *De Stella nova* (1573) Brahe dava explicação das suas observações. Se não se tratava de um cometa, e se a nova estrela aparecia na mesma posição de frente à esfera das estrelas fixas, então nos céus imutáveis se verificara uma mudança, podendo-se levantar dúvidas a respeito do oposição entre a imutabilidade dos céus e a mutabilidade do mundo sublunar. A observação dos cometas em 1577 e em 1585 deu a Brahe a confirmação da sua hipótese. Ele tentou medir o paralaxe do cometa de 1577: o seu valor era demasiado pequeno para se referir às regiões do mundo sublunar. Todos os cometas observados por mim, concluía, “movem-se nas regiões etéreas do mundo e nunca no mundo sublunar, como Aristóteles e os seus seguidores quiseram nos fazer crer durante tantos séculos”. Se os cometas estavam situados *acima* da Lua, os planetas não podiam ser situados nas esferas cristalinas da astronomia tradicional. Na minha opinião, escreveria a Kepler, “a realidade de todas as esferas deve ser excluída dos céus”. Os cometas não seguem a lei de nenhuma esfera, mas agem “em contraposição a tais esferas”. A máquina do céu não é um “corpo duro e impenetrável, composto de esferas reais, como muitos acreditaram até o presente momento, mas o céu é fluido e livre, aberto em todas as direções, de tal forma a não colocar qualquer obstáculo à livre corrida dos planetas que é regulada, sem qualquer maquinário nem rolamento de esferas reais, de acordo com a sabedoria reguladora de Deus”. As esferas “não existem realmente nos céus, mas são admitidas somente em benefício da aprendizagem” (Kepler, 1858-71: I, 44, 159).

Tal afirmação de Brahe era de tal importância revolucionária, comparável com aquela de Copérnico relativa à mobilidade da Terra. No domínio da astronomia (e não naquele da imaginação especulativa, como ocorrera para Francisco Patrizi) tinha caído um dos dogmas centrais da cosmologia tradicional: o dogma da incorruptibilidade e imutabilidade dos céus. No capítulo oitavo do tratado *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus* (o próprio título, com a referência a fenômenos *recentes*, era um desafio à tradição), publicado em Uraniborg em 1588, Brahe expunha também as linhas essenciais do seu sistema do mundo. Tal concepção era originada por uma dupla rejeição; em primeiro lugar a rejeição da astronomia ptolemaica e depois a da astronomia copernicana. Copérnico construiu um elegante sistema do mundo, matematicamente superior ao Sistema

ptolemaico. Mas Tycho não acredita, *como* pretende Copérnico, que possa ser atribuído o movimento (aliás, três movimentos) “ao corpo preguiçoso e enorme da Terra”. Se a Terra estivesse em movimento, ele afirma, deixando cair uma pedra do alto de uma torre, ela não cairia aos pés da torre, como ao contrário acontece. Além disso, o sistema de Copérnico é inaceitável porque entre a órbita de Saturno e as estrelas fixas seria necessário admitir um espaço enorme, por causa da falta de um paralaxe observável das estrelas. Por fim, o sistema de Copérnico se opõe à Escritura que várias vezes faz referência à imobilidade da Terra. O novo sistema não só deve estar de acordo tanto com a matemática quanto com a física, mas também evitar a censura teológica e ficar de acordo total com tudo o que se observa nos céus (Brahe, 1913-29: TV, 155-57).

No sistema de Tycho a Terra está imóvel no centro de um universo fechado por uma esfera estelar cuja rotação cotidiana pode dar explicação aos círculos diários das estrelas. A Terra está também (como no sistema de Ptolomeu) no centro das órbitas da Lua e do Sol. O Sol, porém, está no centro das órbitas dos outros cinco planetas (Mercúrio, Vénus, Marte/Júpiter e Saturno). A negação do caráter material das esferas decorre também do fato que as órbitas se cruzam em vários pontos. Epiciclos, excêntricos e quânticos são ainda necessários para o funcionamento do sistema.

Do ponto de vista dos cálculos, o sistema de Tycho era totalmente equivalente ao sistema copernicano e conservava todas as suas vantagens matemáticas. Excluía qualquer razão de conflito com as Escrituras e não implicava o abandono do princípio, tão fortemente radicado no senso comum, e na opinião dos letrados: a imobilidade da Terra e da sua centralidade no universo. Tal sistema se tornou de fato um ponto de convergência para todos os que não aceitavam a revolução copernicana, e foi preferido por muitos Jesuítas. Na verdade, a grandíssima autoridade de Brahe constituiu sem dúvida um obstáculo para a difusão do copernicanismo. Todavia, os problemas que a sua grande astronomia levantar a favoreceram o aprofundamento da crise e o progressivo abandono do sistema de Ptolomeu.

## **KEPLER**

Johannes Kepler (1571-1630) nasceu na cidade de Weil, na região de Württemberg, de uma família luterana. Com o projeto de se tornar pastor, frequentou a universidade protestante de Tubingá onde Maestlin ensinava astronomia expondo aos estudantes tanto o sistema ptolemaico como também o sistema copernicano. Em 1594 aceitou um emprego de matemático nos estados da Stíria e de professor de matemática no seminário protestante, de Graz, na Áustria. Os seus compromissos implicavam também a redação de “horóscopos” em um dos quais lhe ocorreu de prever um inverno frio, rebeliões camponesas e a guerra contra os Turcos. Também em seguida continuou redigindo horóscopos, alguns dos quais, como aquele de Wallenstein, constituem de fato penetrantes retratos psicológicos. Em 1595 escreveu o tratado *Mysterium cosmographicum*, que em 1596 publicou com a ajuda de Maestlin.

As obras de Kepler foram sempre avaliadas pelos historiadores como documentos muito peculiares. Ao contrário do que acontece normalmente com todos os escritos que os cientistas deixaram à posteridade, Kepler não se limita a expor aos leitores os resultados de suas pesquisas, mas narra também os motivos pelos quais ele chegou às suas teorias, falando inclusive das suas tentativas e incertezas, e detendo-se em relatar os seus próprios erros. Ele acredita que a exposição das razões que o induziram a escrever um livro seja essencial para a compreensão do próprio livro. Ao ouvir a exposição de Copérnico, narra Kepler, e convencido da insuficiência do sistema tradicional, foi tomado por um entusiasmo tão grande pelo seu sistema a ponto de não só defendê-lo, mas começar uma pesquisa sobre as “razões físicas e metafísicas” e não meramente matemáticas (como ocorre em Copérnico) do movimento do Sol. Aos olhos de Kepler, o sistema copernicano está de acordo com os fenômenos celestes e, além disso, é capaz de demonstrar os movimentos passados e prever aqueles futuros com uma maior exatidão do que aquela de Ptolomeu e dos outros astrônomos. Com as hipóteses tradicionais não se acaba mais de inventar esferas, ao passo que Copérnico tornou mais simples a máquina do mundo; é nesta maior simplicidade que está também a verdade do novo sistema porque a natureza ama a simplicidade e a unidade, e nela nunca há nada de ocioso e de supérfluo.

Mas a finalidade principal do *Mysterium cosmographicum* não é defender Copérnico, mas sim demonstrar que na criação do mundo e na

disposição dos céus, Deus “olhou para aqueles cinco corpos regulares que gozaram de tão grande fama desde os tempos de Pitágoras e de Platão, concedendo à sua natureza o número, a proporção e as relações dos movimentos celestes. Os cinco sólidos regulares ou “cósmicos” a que Kepler se refere têm uma característica peculiar: somente neles as formas são idênticas e constituídas por figuras equilaterais, São elas: o cubo, o tetraedro, o dodecaedro, o icosaedro e o octaedro. Kepler indaga por conseguinte as *causas* do número, das dimensões e dos movimentos desses mundos, acreditando que tal pesquisa esteja fundada na correspondência admirável que existe entre as três coisas imóveis do universo (o Sol, as estrelas fixas, o espaço intermédio) e as três pessoas a Trindade. A investigação em torno da possibilidade de que um mundo seja o dobro, o triplo ou o quádruplo do que um outro mundo não chega a resultado algum: nem mesmo introduzindo entre uma órbita e outra planetas invisíveis devido a sua pequena dimensão. Depois de uma série de tentativas sem sucesso, os cinco sólidos regulares parecem-lhe como um caminho de saída e tal ideia para Kepler se configura como uma descoberta extraordinária. A grandeza dos céus, que Copérnico estabeleceu ser de nível seis, correspondem somente cinco figuras que “entre todas as infinitas figuras possíveis, tem propriedades particulares que nenhuma outra figura possui”. O mundo da Terra se torna a medida de todos os outros mundos. Se a esfera de Saturno é delimitada ao cubo em que resulta inscrita a esfera de Júpiter e se o tetraedro está inscrito na esfera de Júpiter com a esfera de Marte inscrita nele e assim por diante (na ordem das figuras enumeradas anteriormente), então as dimensões relativas a todas as esferas seriam aquelas calculadas por Copérnico. Na realidade, porém, havia algumas diferenças. Kepler, todavia, confiava na possibilidade de cálculos mais apurados e no trabalho de Tycho Brahe.

No seu tratado *Mysterium cosmographicum* Kepler não pesquisa somente as leis da estrutura do cosmos, mas aborda também o problema da *razão* dos movimentos dos planetas e da sua velocidade (que é tanto menor na medida em que os planetas ficam mais distantes do Sol). Por isso ele acredita ser preciso aceitar necessariamente uma das seguintes afirmações: ou as almas que dão movimento a cada planeta individual são mais fracas na medida da sua maior distância do Sol, ou existe somente uma alma motora, posta no centro de todos os mundos, ou seja o Sol, que movimenta cada corpo: com

maior força os corpos vizinhos, com força menor aqueles mais distantes, em virtude da diminuição da força causada pela distância. Kepler decide pela segunda hipótese e considera que tal força seja proporcional ao círculo em que se difunde, diminuindo com o aumento da distância. Posto que o período aumenta com o aumento da circunferência, “a maior, distância do Sol age duplamente no aumento do período, e, inversamente, a metade do aumento do período é proporcional ao aumento da distância”. Estes resultados dos cálculos não estavam muito longe daqueles de Copérnico e Kepler tem a impressão de ter-se “aproximado da verdade”. Na sua cosmologia, o Sol está no centro do universo (para Copérnico o centro do universo não coincide com o Sol mas com o centro da órbita terrestre). O Sol é a sede da vida, do movimento e da alma do mundo. As estrelas fixas estão na posição de repouso; os planetas têm uma atividade secundária de movimento. Ao Sol, que supera em esplendor e beleza todas as coisas, cabe aquele ato primeiro que é mais nobre de todos os atos segundos. Imóvel e fonte de movimento, o Sol é a própria imagem de Deus Pai. Não somente o universo, mas a inteira astronomia se tornam heliocêntricos. O Sol era concebido não só como o centro arquetônico do cosmos, mas também como o seu *centro dinâmico*.

*O Mysterium cosmographicum*, grandemente apreciado por Maestlim foi enviado pelo jovem Kepler a Tycho Brahe. Galilei, que viu o livro, escreveu a Kepler parabenizando-o pela sua adesão ao copernicanismo. Mas, com toda a probabilidade, ele ainda não tinha lido tal livro. Quando foi solicitado por parte de Kepler para um intercâmbio epistolar, ele nem sequer respondeu. A sua distância, de qualquer forma de misticismo o afastava também do tipo de ciência praticado por Kepler, tal tomada de distância também em seguida impediria a Galilei de avaliar todas as grandes descobertas realizadas sucessivamente por Kepler. Ao contrário, o encontro com Tycho Brahe, muito mais simpático com relação às suas posições de tendência hermética e mística, teve efeitos decisivos.

A harmonia e as proporções do universo, escrevera Brahe a Kepler, devem ser procuradas *a posteriori* e não determinadas *a priori*. Apesar desta ressalva de fundo, Brahe tinha uma enorme estima pelo trabalho desenvolvido na obra *Mysterium*. Após deixar a Dinamarca e se estabelecer na Boêmia como matemático imperial, Brahe ofereceu a Kepler um emprego de assistente. Kepler aceitou (em 1600) a tarefa de elaborar uma teoria sobre os movimentos de Marte visando à preparação de novos mapas astrais (que

deveriam substituir *as tabulae prutemcae*). *As tabulae rudolphinae* seriam publicadas somente em 1627. Mas o falecimento de Brahe em 1601, criara uma nova situação. Kepler sucedeu a Brahe no cargo de matemático imperial e teve o direito de ter acesso às anotações e aos escritos de Tycho.

Nesta época, além dos almanaques e horóscopos, Kepler publica os tratados *Defundamentis astrologiae certioribus* (1601); *Ad Vitelionem paralipomena* (que representam uma obra fundamental na história da ótica, 1604); *De Stella nova* (1606); *De Jesu Christi Salvatoris nostri vero anno natalitio* (1606). Em 1606 terminou também a sua obra prima: *a Astronomia nova seu Physica coelestis* que seria publicada somente em 1609, no mesmo ano em que Galilei apontava a sua luneta para o céu.

Na obra *Astronomia nova* Kepler dá uma explicação das setenta tentativas que realizou para fazer encaixar os dados obtidos por Tycho relativos aos movimentos de Marte nas várias combinações de círculos que é possível deduzir da astronomia de Ptolomeu e daquela copernicana. A diferença entre as previsões e as observações de Tycho era apenas de 8 minutos de grau. Tal resultado podia parecer aceitável por todos os astrônomos da época. Kepler, no entanto, descartou todas as soluções e, perdendo a esperança de chegar a uma solução aceitável, passou a calcular a órbita da Terra. A velocidade da Terra é maior quando ela se aproxima ao Sol, menor quando se afasta dele. Partindo de uma premissa errada (a velocidade da Terra é inversamente proporcional à sua distância do Sol) e efetuando cálculos que continham erros não irrelevantes, Kepler chega a formular aquele resultado que hoje conhecemos como a *segundo lei de Kepler*, a saber: em tempos iguais, a linha que une o planeta ao Sol cobre áreas iguais. Ao contrário daquilo que sustentara a astronomia antiga e o próprio Copérnico, a Terra e os outros planetas se movem com um, movimento *realmente* - e não só *aparentemente* - uniforme.

Uma simples lei geométrica explica tal ausência de uniformidade. A causa física da variação deve ser procurada mais uma vez no Sol. Assim como Copérnico e Tycho Brahe, Kepler reconheceria em Gilbert um dos seus grandes mestres. A filosofia magnética constitui o instrumento adequado para explicar aquelas variações físicas da velocidade. Kepler fizera explicitamente referência a uma alma presente nos corpos celestes. Mas, ao contrário de Giordano Bruno e de Francisco Patrizi, não só efetuara cálculos matemáticos e apuradas observações astronômicas, mas indagara também a respeito *das*

*formas de funcionar* daquelas almas. No âmbito do seu pensamento e da sua unificação da física celeste com a física terrestre, são ainda operantes categorias fundamentais da física aristotélica. Nesta perspectiva aristotélica, para Kepler, somente a aplicação de uma força permite explicar a persistência do movimento. Kepler não conhece o princípio de inércia nem possui a noção de força centrípeta. A força que emana do Sol não exerce uma atração central: serve para promover o movimento dos planetas e para *mantê-los em movimento*. Também no livro da *Astronomia nova*, no qual Kepler renunciou a explicações fundadas na existência de uma alma específica para cada planeta particular; a atribuição de uma alma ao Sol não se configura de modo algum como uma espécie de “concessão” a uma metafísica animista que possa ser eliminada do sistema. Os motores próprios dos planetas são propriedades dos corpos planetários, semelhantes “àquela propriedade que está no magneto, que tende para o polo e atrai o ferro”. Por conseguinte, o inteiro sistema dos movimentos celestes é governado “por faculdades, meramente corpóreas, ou seja, magnéticas”. Há, porém, uma exceção que é indispensável para o funcionamento do sistema: “Faz exceção somente a rotação local do corpo do Sol, para cuja explicação parece necessária a força proveniente de uma alma”. Kepler não atribui uma rotação à Lua. Mas o sol, corpo central do universo, *deve* rodar em torno do próprio eixo e arrastar consigo o corpo inteiro do mundo: “O Sol roda sobre si próprio como se estivesse sobre uma torre e emite em toda a amplitude do mundo uma *species* (forma) imaterial do seu corpo, análoga à forma (*species*) imaterial da sua luz. Tal *specie*, em virtude da rotação do corpo solar, gira em forma de redemoinho velocíssimo, que se estende em toda a imensidade do universo e transporta consigo os planetas”.

Rompendo com uma tradição milenária, Kepler afirma que a órbita do planeta não é um círculo, mas “a partir do afélio se curva gradativamente para o interior, terminando em seguida na amplitude do círculo no perigeu: esse tipo de trajetória é denominada oval”. Também a passagem do oval para o elíptico foi muito complicada: Kepler dá conta minuciosamente dos erros de cálculo cometidos como também das vias sem saída que ele trilhou. Somente uma elipse perfeita, com o Sol em um dos focos (e tal descoberta lhe apareceu como uma luz que se acendeu de repente) está de acordo com os dados da observação e com a lei das áreas. Esta sua conclusão nos é conhecida como a *primeira lei de Kepler*. Uma curva cônica é suficiente para

descrever a órbita de cada planeta. Tanto o abandono dos movimentos, excêntricos e dos epiciclos, como também a simplificação do sistema eram obtidos pelo abandono do dogma da circularidade. No mesmo momento em que Kepler “aperfeiçoava” o sistema copernicano, na realidade o destruía (Westfall, 1984: 21).

A doutrina das causas dos fenômenos celestes fora apresentada, aos poucos leitores do tratado *Astronomia Nova* em uma linguagem matemática bastante difícil. Kepler projetou uma obra que se apresentasse como uma *summa* da nova astronomia e ao mesmo tempo como um *manual*, escrito em forma de pergunta-resposta, destinado a suplantiar os manuais usados até então. Em 1610 publicou a *Dissertado cum Nuncio Sidereo* e, em 1611, a *Dioptrice*. Em 1612, após a abdicação de Rodolfo II, deixou Praga e se transferiu para Liriz onde permaneceu durante 14 anos. A guerra o obrigou a deixar o seu cargo de matemático na cidade austríaca. Nunca mais conseguiu retornar à Alemanha, como sempre desejou. Encontrou trabalho junto de vários mecenas (entre os quais Wallenstein); faleceu em Ratisbona em 1630.

Os vários livros da *summa-manual* ou *Epitome astronomiae Copernicanae usitataforma quaestionum et responsionum conscripta* foram publicados entre 1617 e 1621. As descobertas astronômicas são novamente apresentadas nesta obra no quadro do Pitagorismo e Neoplatonismo já teorizado no tratado juvenil *Mysterium*. Luz, calor, movimento, harmonia dos movimentos constituem a perfeição do mundo e são entidades análogas às faculdades da alma. A esfera das estrelas fixas “retém o calor do Sol para que não se disperse e desempenha com relação ao mundo a função de uma parede ou pele ou casaco”. Em virtude do seu corpo, o Sol é *a causa* do movimento dos planetas. A potência vegetativa do éter corresponde à nutrição dos animais e das plantas, enquanto o calor atende à faculdade vital, o movimento à vida animal, a luz à vida sensitiva e a harmonia à vida racional. Um *impetus* dado por Deus ao corpo do Sol no ato da criação não basta para explicar o seu movimento: “a sua constância e perenidade, em que se funda toda a vida do mundo, explica-se de maneira mais conveniente pela ação de uma alma”.

Os temas “pitagóricos” se tornam ainda mais evidentes na obra *Harmonices mundi libri quirtcfue* que veio à luz em Linz em 1619. Também neste caso, trata-se de um projeto muito antigo, considerando que em 1600 Kepler escrevera a Herwart de Hohenburg o seguinte: “que Deus me livre da astronomia, de maneira que eu possa dedicar todo o meu



temporão trabalho sobre as harmonias”. As relações geométricas teorizadas no *Mysteriúm* (às cinco figuras Kepler acrescentou mais tarde os poliedros estrelados) devem ser anexadas - considerando que Deus não só é geômetra, mas também músico - relações harmônicas. Kepler encontra a maneira de associar a cada planeta um tom ou intervalo musical. Como consta no índice do livro quinto, os tons particulares ou modos musicais são expressos por planetas singulares; os contrapontos ou harmonia universais dos planetas são diferentes um do outro; nos planetas são expressos quatro tipos de vozes: soprano, contralto, tenor e, baixo. No terceiro capítulo daquele mesmo livro, junto de uma nova exposição das teses centrais do *Mysteriúm* se encontra também uma nova teoria: “É um fato absolutamente certo e exato que a proporção entre os tempos periódicos de dois planetas escolhidos à vontade é exatamente como a potência de três meios da proporção entre as suas distâncias médias, isto é, entre as suas próprias órbitas”. É a enunciação daquela que chamamos *terceira lei de Kepler*. Os quadrados dos tempos de translação de qualquer parte de planetas são proporcionais aos cubos das duas distâncias médias do Sol. Uma vez estabelecida a órbita fica necessariamente estabelecida a velocidade e vice-versa. Fora descoberta uma lei que não se limitava a regular os movimentos dos planetas nas suas órbitas particulares: ela estabelecia uma relação entre as velocidades dos planetas que se movem em órbitas diferentes. A descoberta da assim chamada terceira lei se configura aos olhos de Kepler como uma grande descoberta metafísica: “Gratias ago tibi, Creator Domine”. O livro poderá ser lido na sua época ou pelas futuras gerações. Poderá até mesmo aguardar cem anos alguém que o leia: “Deus não esperou talvez seis mil anos antes que alguém contemplates as suas obras?”.

Kepler seguiu caminhos muito tortuosos que somente Alexandre Koyré (Koyré, 1966) teve a paciência de reconstruir de modo analítico. De fato, ele não só deduziu a sua segunda lei das áreas a partir de pressupostos “errados”, mas a demonstrou como verdadeira *antes* de ter determinado o caráter elíptico das órbitas planetárias. Aquelas três leis, em virtude das quais o nome de Kepler aparece ainda hoje nos manuais de física, emergem de um contexto que — tomando como pontos de referência Descartes ou Galilei — é realmente difícil classificar Kepler como “moderno”.

Todos os historiadores ressaltaram a extraordinária mistura de misticismo dos números e de paixão pela observação que está presente em Kepler.

Muitos insistiram sobre a incrível tenacidade com que ele procura dados que se adaptem a imaginosas hipóteses metafísicas e sirvam para confirmá-las. Muitos aproximaram Kepler ao Neopitagorismo e à tradição hermética até identificá-lo com tais correntes: Colocado entre Galilei e Newton, Kepler constitui sem dúvida uma presença embaraçosa. Entretanto, é possível tentar determinar algumas diferenças. Já foi relevado que, de modo diferente do que ocorre com Patrizi, ou com os magos e filósofos naturalistas da Renascença tardia, Kepler está fortemente interessado em descobrir as *formas de funcionamento* às almas nos corpos celestes. Além da sua adesão extremamente firme às perspectivas místicas do Platonismo, sua “modernidade” esta ligada a dois temas: 1) a descoberta das variações, quantitativas das forças misteriosas que agem no espaço e no tempo; 2) o abandono parcial do ponto de vista animista a favor de uma perspectiva do tipo mecanicista. Os movimentos que se verificam no espaço, ou seja, a *virtus* que emana do Sol e se difunde através dos espaços do mundo são “coisas geométricas”. Aquela *virtus* está submetida às necessidades da geometria. A máquina celeste, a partir deste ponto de vista, “pode ser comparada não a um organismo divino, mas antes a um mecanismo de relojoaria”. Todos os seus movimentos se cumprem “somente graças a uma força magnética muito simples, tal como no relógio todos os movimentos são causados por um simples peso”.

A ideia de que o mundo não seja um organismo divino é o que realmente coloca Kepler em um dissídio insanável com o pensamento mágico. A redução das muitas almas (dos planetas em particular) a uma única alma (aquela do Sol), isto é, identificação da *alma* com uma força se configura aos seus próprios olhos como resultados positivos. Ao fazer anotações (em 1625) na nova edição do *Mysterium cosmographicum*, afirma ter já demonstrado, na *Astronomia Nova*, que não existem almas específicas para cada planeta particular e declara que, no que diz respeito ao Sol, “se substituimos ao termo *alma* o termo *força* temos exatamente o mesmo princípio que está no fundamento da minha física do céu”. Anteriormente ele escreveu o seguinte: “eu acreditava firmemente que a causa motora de um planeta fosse uma alma”. Agora, refletindo sobre o fato de que a causa motora se enfraquece em proporção da distância e que o mesmo ocorre para a luz do Sol, “cheguei a conclusão de que tal força era algo corpóreo, embora corpóreo deve ser entendido aqui não em sentido literal, mas figurado, do mesmo modo em que

afirmamos o *lúmen* ser algo corpóreo”.

O misticismo de Kepler está associado a uma convicção específica: ser possível chegar perto da verdade não mediante os símbolos ou os hieróglifos, mas por meio das demonstrações matemáticas. Sem tais demonstrações, ele escreveria ao mágico Robert Flüdd, “eu sou cego”. Como ocorre na magia, não se trata “de buscar prazer nas coisas envolvidas na obscuridade”, mas sim esclarecê-las. A primeira destas atitudes “é familiar aos alquimistas, aos herméticos e aos seguidores de, Paracelso; a segunda é exclusiva dos matemáticos”

Certamente para os contemporâneos era difícil perceber tais diferenças, ou acolher resultados científicos apresentados como revelações divinas, bem como mover-se dentro de um sistema de ideias que não apresentava as dificuldades já familiares dos clássicos, nem a clareza transparente dos textos da nova filosofia. Galilei não só ressaltou a diferença profundíssima entre “o filosofar” de Kepler e a sua maneira de pensar, mas achou que alguns pensamentos de Kepler fossem “mais uma diminuição da doutrina de Copérnico do que *um* seu estabelecimento” (Galilei, 1890-1909: XVI, 162; XIV, 340). Bacon, por tantos aspectos ligados à tradição do hermetismo, ignorou-o totalmente. Em uma carta a Mersenne datada em 31 de março de 1638, Descartes o reconhece como “o seu primeiro mestre em ótica”, mas quanto ao restante não o considera digno de atenção. Somente Alfonso Borelli (1608-79) compreendeu a importância da astronomia kepleriana. As leis de Kepler se tornaram leis “científicas” somente depois que Newton se serviu delas, sendo as mesmas leis aceitas pela maioria dos astrônomos somente no decorrer da década de sessenta do século XVII.

# CAPÍTULO 6 – GALILEI

## OS PRIMEIROS ESCRITOS

Galileu Galilei, nasceu em Pisa no dia 15 de fevereiro de 1564. Era filho de Vincenzo Galilei, um comerciante de Florença, mestre de canto e teórico da música, e de Júlia Ammannati, de Pescia. Em 1581 o jovem Galilei foi inscrito no “Studio” de Pisa (*uma espécie de universidade da época - n.d*) para os estudos da medicina, mas ele preferiu se encaminhar para os estudos da matemática. Em 1585, sem ter conseguido nenhum título, deixa o Studio pisano. O primeiro fruto dos seus interesses pela física pelo método de Arquimedes é um trabalho que intitulou *Theoremata área centrum gravitatis solidorum*. Em 1586, com base nas indicações de Arquimedes, projeta uma balança hidrostática e publica em *bilajicetta*.

Em 1589, por intermédio de Guidobaldo del Monte, que o apóia junto ao Grão Duque Ferdinando, Galilei obtém a nomeação de lente de matemáticas no Studio de Pisa. Ao período pisano pertencem os manuscritos do tratado *De Motu* (escritos em torno do ano de 1592) nos quais Galilei afirma, em oposição a Aristóteles, que todos os corpos são intrinsecamente pesados e que a leveza é somente uma propriedade relativa; por isso, o fogo sobe para o alto não pelo fato de possuir a qualidade da leveza, mas porque é menos pesado do que o ar. Galilei aborda aqui o problema da velocidade de corpos diferentes no mesmo meio, ou do mesmo corpo em meios diferentes, ou de corpos diferentes em meios diferentes. Ele não visa a demonstrar que todos os corpos caem com a mesma velocidade, mas que a velocidade da queda de um corpo pesado é proporcional à diferença entre o seu peso específico e a densidade do meio através do qual ele cai. Objetos da mesma matéria e densidade cairiam no ar, independentemente do seu peso, com a mesma velocidade. No caso de objetos de matéria diferente e tendo o mesmo peso, o corpo mais denso cairia com maior velocidade. O movimento no vazio (mediante a diminuição progressiva da densidade do meio), ao contrário do que afirma Aristóteles, torna-se possível; por isso objetos de matérias

diferentes caem no vazio com diferentes velocidades.

É o começo de um longo caminho que levaria Galilei à rejeição dos quadros mentais do aristotelismo. De fato, ao longo de cinquenta anos, Galilei enfrenta uma série de problemas, tais como: o isocronismo das oscilações do pêndulo; a queda dos corpos pesados; o movimento dos projéteis; a coesão; a resistência dos sólidos; - a “batida”. Neste longo período de tempo, ele iria assumindo, inclusive relativamente a questões de fundo, diversas posições que resultam de aprofundamentos, correções e, em alguns casos, de verdadeiras e próprias viradas conceituais. Entretanto, um elemento que aparece com firme continuidade é constituído pela adesão consciente às determinações e ao método do “divino Arquimedes”. Os interesses pelos problemas da técnica, já presentes na obra *La bilancetta*, aparecem com evidência também após a sua passagem na cadeira de matemática do Studio de Pádua (26 de setembro de 1592). Entre 1592 e 1593 escreve a *Breve istruzione ali'architettura Militare, o Trattato sullefortificazioni*, o estudo sobre as *Mecaniche* (que seria publicado somente em 1634 na versão francesa de Mersenne). Dá aula sobre os *Elementos* de Euclides e sobre o *Almagesto* de Ptolomeu. Em 1597, para uso dos alunos, redige o *Trattato della Sfera o Cosmografia* que é uma exposição transparente do sistema geocêntrico. Todavia, já se situa em posições diferentes. Em uma carta datada naquele mesmo ano, endereçada a Kepler, escreve ter chegado já desde muitos anos à doutrina de Copérnico muito embora, espantado pelo sucesso do mestre comum, não tivesse ousado até então publicar as suas demonstrações e confutações. Em uma oficina, que surge ao lado do seu Studio, são construídos os aparelhos de que se serve nas suas aulas. Também tais interesses nunca mais seriam abandonados: não somente a arquitetura militar e as fortificações, mas também a balística, a engenharia hidráulica, a canalização e o levantamento das águas, as pesquisas sobre a resistência dos materiais, a construção do compasso geométrico — militar, do telescópio, do termo-baroscópio, enfim, uma paixão pela observação, pela medida, pelos instrumentos, isto é, uma infinita curiosidade pelos experimentos. O opúsculo que ilustra *Le operazioni dei compasso geométrico militare* foi redigido em 1606. No ano sucessivo escreve a *Difesa contro le calunnie et imposture de Baldessar Capra* que afirmava, sem razão, ser o inventor do compasso.

## AS DESCOBERTAS ASTRONÔMICAS

O ano 1609 constitui uma data de importância decisiva na história da ciência. As grandes descobertas astronômicas (o *Sidereus Nuncius* de 1610) não só abalavam uma imagem consolidada do mundo, mas faziam cair ao mesmo tempo uma série de objeções contra o sistema copernicano. A Lua tem *uma natureza terrestre* e no entanto se *move* nos céus: a partir deste ponto de vista o movimento da Terra não parece mais uma coisa absurda. Júpiter, com os satélites que giram a seu redor, parece uma espécie de modelo, em escala reduzida, do universo copernicano. As observações efetuadas sobre as estrelas fixas mostram como elas estão situadas em uma distância incomparavelmente maior do que a distância dos planetas e nem ficam imediatamente atrás do céu de Saturno. Uma das observações mais fortes apresentadas contra o sistema de Copérnico era a ausência de um paralaxe observável das estrelas. O fenômeno do paralaxe se baseia na mudança de posição que ocorre quando o mesmo objeto é observado de lugares diferentes (se olharmos um lápis mantendo um olho fechado e abrindo-o em seguida, enquanto se fecha o outro olho, parece que o lápis se moveu). Quanto maior a distância, tanto menor resultará o deslocamento. A observação (de que se serviu também Tycho Brahe) era a seguinte: se a Terra se move no espaço, o aspecto das constelações deveria mudar a cada estação. A impossibilidade de determinar o paralaxe é agora explicada me diante a imensa distância das estrelas.

Novos argumentos para o abandono do sistema ptolemaico e a favor do sistema copernicano são oferecidos também pelas descobertas astronômicas que Galilei realiza pouco tempo antes da sua saída de Pádua e da sua transferência para Florença com o título de “Filósofo e primeiro matemático do Grão-Duque” (setembro de 1611). Trata-se da descoberta do aspecto “incorpóreo” de Saturno (o assim chamado *anel* é inacessível ao telescópio de Galilei); da observação das manchas solares; da descoberta das fases de Vênus, observação de que Vênus “vai mudando de figura do mesmo modo que faz a Lua” é um fenômeno que Galilei julga justamente de importância decisiva. Tal observação revela uma realidade que não se pode inserir de modo algum no quadro ptolemaico do mundo, nem é explicável adotando aquele ponto de vista.

Galilei considera a “novidade” das manchas solares (como escreve a Cesi

em maio de 1612) “o enterro ou antes o juízo extremo e final da pseudo filosofia”. O fato do aparecimento e da dissolução das manchas sobre a própria superfície do Sol - ele escreveria mais tarde na *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari* (1612) - não criam qualquer dificuldade para os “liberi ingegni” (*intelectos livres*) que jamais acreditaram que o mundo situado acima da esfera da Lua não esteja sujeito a alterações e a mutações (Galilei, 1890- 1909: V, 129).

Após as grandes descobertas astronômicas de 1610, Galilei abandona qualquer atitude de cautela. “Possuímos demonstrações ponderadas e certas - ele escreve a Giuliano de Medici em janeiro de 1611 - de duas graneles questões que ficaram na dúvida até aqui entre os maiores engenhos do mundo” (ibid: XI, 12). A primeira é que todos os planetas são corpos opacos; a outra que eles giram a redor do Sol, isso fora “acreditado”, mas não “sensatamente provado” tanto pelos pitagóricos, como também por Copérnico, Kepler, e pelo próprio Galilei. Kepler e os outros copernicanos agora poderão se gloriar “por ter acreditado e filosofado corretamente, muito embora nos coube e ainda poderá nos caber sermos considerados pela universidade dos filósofos *in libris* como sendo pouco entendidos e pouco menos do que tolos” (ibid: XI, 12).

Alguns meses depois da publicação do *Sidereus Nuncim*, ao mesmo tempo em que reivindicava para si o título de filósofo, Galilei expunha ao secretário do Grão-Duque os seus projetos para o futuro: dois livros sobre o sistema - e a constituição do universo; três livros sobre o movimento local (“ciência inteiramente nova e descoberta por mim desde os primeiros princípios”); três livros sobre a mecânica; e, finalmente, tratados sobre o som, as marés, as quantidades contínuas e o movimento dos animais. A nova física e a nova astronomia não somente deviam mostrar a verdade copernicana, mas deviam também fundar uma nova ciência da natureza. Aos filósofos dos livros e aos professores, bem como à sua “obstinação de víboras” Galilei contrapõe agora, com orgulho, uma sua própria filosofia e afirma “ter dedicado mais anos à filosofia do que meses à matemática pura” (ibid: X, 353).

A sua atitude de segurança está ligada à sua transferência para florença (que ocorreu em setembro de 1611) com o título de “Filósofo e matemático principal do Grão-Duque”. Na realidade, a decisão de deixar Pádua, à luz de alguns documentos recentes, aparece grávida de consequências. De fato, até

1992 sempre se considerou que a primeira suspeita do Santo Ofício de Roma a respeito de Galilei tivesse sido apresentada na congregação de 17 de maio de 1611, quando na ocasião foi proposto o requerimento explícito de verificar se no processo contra Cesare Cremonini tivesse sido mencionado também Galilei. Antonino Poppi, porém, descobriu novos documentos pelos quais consta que já sete anos antes, no dia 21 de abril de 1604, “ele fora denunciado formalmente como herético e de costumes libertinos junto ao tribunal inquisitorial de Pádua”. Com muita probabilidade o denunciante foi Silvestro Pagnoni, escrivão de Galilei, apesar de reconhecer que “sobre as coisas da fé eu jamais o ouvi falar”; acusava-o, no entanto, de ter feito horóscopos para várias pessoas, de não ir à missa e de não se aproximar dos Sacramentos, de frequentar uma amante, bem como de fazer leituras pouco edificantes: “eu ouvi claramente sua mãe dizer que ele nunca se confessa e, comunga, a qual às vezes me mandava observá-lo nos dias santos de guarda se ia a missa e se em lugar de ir a missa ia visitar aquela sua puta (“putaria”) Marina veneziana, que mora no bairro (Canton) de ponte corvo” (a mulher lembrada aqui é Marina Gamba com a qual, entre 1601 e 1606 Galilei teve três filhos: Virgínia, Livia e Vicente). Por fim acrescentava: “Eu acredito que a mãe tenha ido ao Santo Ofício em Florença contra o referido seu filho, repreendendo aquela mulher dizendo-lhe insultos gravíssimos: puta, “gábrina” etc. Entretanto, se esta última afirmação fosse verdadeira, a primeira denúncia de Galilei ao Santo Ofício remontaria até mesmo ao ano de 1592.

Sobretudo à luz destes novos documentos, não há dúvida de que a decisão de deixar Pádua não parece ter sido uma atitude sábia. Mas diante das denúncias contra os professores de Pádua, o governo da República de Veneza na realidade tinha tomado energicamente posição em defesa dos docentes paduanos: “tais denúncias procedem de ânimos maldosos e por pessoas interesseiras [...]. Portanto, nós movidos por tais fundadíssimas razões e por conhecer a difamação que poderia ocorrer para aquele Studio, bem como as divisões e rixas cheias de confusões e de desordens relevantes que poderia nascer entre os alunos, queremos confiar-lhe a incumbência de compelir, com a sua costumeira prudência e destreza, para que não mais se prossiga nas referidas denúncias”.

Muito embora seja verdade que não se pode escrever a história com base em suposições - e todavia é certamente verdade que hoje a afirmação de



Cesare Cremonini adquire um sentido, que antes não era evidente: “Oh, como teria feito bem também o Sr. Galilei, não entrar nestas girândolas, e não deixar a liberdade paduana!” (Poppi, 1992: 11, 58-60, 26-27, 62-63).

Contudo a segurança de Galilei está ligada também às vicissitudes que ocorreram após a sua transferência para Florença. Em Roma, para onde tinha ido em 1611, foi alvo de recepções triunfais: tinha sido convidado a fazer parte da Academia dos linceus; além disso, poderosos cardeais, os ambientes jesuítas e o próprio Pontífice Paulo V manifestaram compreensão e consenso. Em dezembro de 1612 Galilei está cheio de confiança e de otimismo. Todavia, justamente naqueles anos, já ia se condensando a tempestade. Galilei escreve uma série de cartas todas no intuito de fazer um trabalho de persuasão e de convencimento à respeito das novas verdades. Mas a controvérsia sobre a verdade copernicana tinha uma alçada cultural e “política” enormemente ampla, a ponto de escapar ao otimismo de Galilei. Nesta época ele parece convencido da possibilidade de uma vitória a curto prazo. Enxerga diante de si somente a ignorância e a presunção de pessoas individuais. Por isso não toma consciência das posições que iam amadurecendo em alguns ambientes eclesiásticos e nem das implicações de caráter geral que estão presentes na sua própria posição. Oscila entre um excesso de segurança e uma disposição nunca apagada para a disputa polêmica, para o artifício retórico e para a artimanha.

## **A NATUREZA E A ESCRITURA**

Não faltaram as chamadas de atenção e nem os convites a ser prudente: “pense bem, portanto, - escreve-lhe Paulo Gualdo - antes de publicar esta sua opinião como verdadeira, porque muitas coisas podem ser ditas à guisa de disputa, que - não é bom afirmá-las como verdadeiras”. Em um sermão proferido no convento-florentino de São Marcos no dia de finados de 1612, o dominicano Nicolau Lorini acusara os copernicanos de heresia. No fim do ano seguinte, em Pisa, perante o Grão-Duque e a Grã-Duquesa-mãe Cristina de Lorena; Benedito Castelli, discípulo afeiçoado e fiel, defende a doutrina da mobilidade da Terra. A repercussão que teve a disputa, como também o medo de perder o favor da família de Medici induziram Galilei a uma intervenção direta. A carta dirigida a Castelli em 21 de dezembro de 1613

(que teve ampla divulgação) aborda explicitamente o problema das relações entre a verdade das Escrituras e a verdade da ciência.

O livro sobre a *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari* que o príncipe Federico Cesi mandou imprimir em Roma naquele mesmo ano de 1613, fora submetido a algumas intervenções significativas da censura. Galilei escrevera que a tese da incorruptibilidade dos céus era opinião não somente falsa, mas “errônea e repugnante às verdades incontestáveis das Sagradas Escrituras, as quais nos dizem que os céus e o mundo inteiro são gerados, dissolúveis e transitórios”. Entretanto, Cesi o informara que os revisores eclesiásticos “tendo aprovado todo o resto, não querem saber de maneira alguma de tal afirmação” (Galilei 1890-1909: V, 23 8; XI, 42 8-29). No texto que, após várias tentativas, foi finalmente aprovado, Galilei tivera que eliminar qualquer referência à Escritura.

Os decretos da Escritura, escreve Galilei na sua carta, são de absoluta e inviolável verdade. Ela não pode errar de modo algum. Os seus intérpretes, no entanto, podem errar: sobretudo relativamente àquelas proposições cuja forma depende das necessidades de adaptação às capacidades de compreensão do povo hebreu. Por conseguinte, no que diz respeito “ao sentido nu das palavras”, muitas proposições tem “aspecto diferente da verdade”, isto é, são adaptadas à capacidade do povo e é necessário que intérpretes sábios esclareçam o seu sentido. Tanto a Natureza quanto a . Escritura procedem do Verbo de Deus: a primeira como “ditado do Espírito Santo”, a segunda como “executora observantíssima das ordens de Deus”. Mas enquanto a linguagem da Escritura é adaptada ao entendimento dos homens e as suas palavras tem significados diferentes, a natureza ao contrário é “inexorável e imutável” e não se importa que as suas razões e os seus modos de operar “sejam expostos ou não à capacidade dos homens”. Nas discussões que tem por objeto a natureza, a Escritura “deveria ser reservado o último lugar”. A natureza tem em si mesma uma coerência e um rigor que estão ausentes na Escritura: “nem toda expressão da Escritura está ligada a obrigações tão severas como qualquer efeito da Natureza”. Os “efeitos naturais” que a experiência sensível nos apresenta não podem de modo algum “ser postos em dúvida por passagens da Escritura que tenham nas palavras aparência diferente”. Tarefa dos “sábios expositores do texto sagrado” (posto que a natureza e a Escritura jamais podem se contradizer) consiste em “se empenhar em para descobrir os verdadeiros sentidos das passagens sagradas”

que estejam de acordo com as conclusões científicas comprovadas pelo sentido ou pelas demonstrações. Além disso, considerando que as Escrituras admitem uma série de exposições distantes da letra e posto que não temos absoluta certeza de que todos os intérpretes sejam inspirados por Deus, seria prudente não permitir a ninguém usar as passagens da Escritura para sustentar como verdadeiras conclusões naturais que, no futuro, poderiam ser demonstradas falsas: A Escritura visa a convencer os homens daquelas verdades que são necessárias para a sua salvação. Mas não é necessário crer que os conhecimentos que podem ser conseguidos mediante os sentidos e o intelecto nos sejam propiciados pela Escritura. A segunda parte da carta (muito mais breve) visa à demonstrar que as palavras do texto sagrado segundo o qual Deus ordenou ao Sol ficar parado, prolongando assim a duração do dia (Josué, X, 12) se conciliam perfeitamente com o sistema copernicano, e não, ao contrário, com o sistema aristotélico-ptolemaico (ibid: V, 281 -88).

Todavia, o rasgo de competência com que Galilei procurava dividir os seus adversários sustentando uma maior aproximação da doutrina copernicana ao texto sagrado, não conseguia eliminar perguntas difíceis, Se a Bíblia contém somente proposições necessárias para a salvação, qual é o sentido de afirmar que a passagem de Josué “nos mostra de modo evidente a falsidade e a impossibilidade do sistema aristotélico e ptolemaico para a concepção do mundo”? Considerando que a linguagem rigorosa da natureza era contraposta à linguagem metafórica da Bíblia, os filósofos naturais não se tornam intérpretes abalizados daquela linguagem? Enquanto leitores e intérpretes do livro da natureza que é escrito por Deus não podem também indicar aos intérpretes da Escritura aqueles “sentidos” que estão de acordo com as verdades naturais? Será que, com tal atitude, não acabam invadindo necessariamente o campo reservado aos teólogos?

A conexão entre teologia e filosofia natural, que desde séculos parecia assegurar à Igreja a sua função de guia das consciências e da cultura, apareceu para muitos irremediavelmente rompida. Na denúncia apresentada no dia 7 de fevereiro de 1615, Nicolau Lorini, que também traduzia em uma linguagem rude e aproximativa as teses copernicanas e galileianas, captava com exatidão alguns pontos: na sua carta a Castelli, “que estava correndo pelas mãos de todos”, Galilei afirmou que nas controvérsias sobre os efeitos

naturais, “a Escritura ocupa o último lugar”, que os seus expositores erraram frequentemente, que a Escritura “não deve se meter em outra coisa a não ser nos assuntos concernentes à fé”, que nas coisas naturais “tem mais força o argumento filosófico ou astronômico do que o sagrado e o divino” (ibid: XIX, 297-298). Por outro lado, também o Cardeal Belarmino insistia, em 1615, no fato de que as conclusões do Concílio de Trento proibem expor as Escrituras “contra o consenso comum dos Santos Padres”. Todos os Padres e todos os comentários modernos sobre o Gênesis, os Salmos, o Eclesiastes e Josué “concordam em expor *ad iteram* que o Sol está no céu e gira ao redor da Terra com suma velocidade e que, a Terra está muito longe do céu e está no centro do mundo imóvel”. A Igreja não pode suportar que se dê às Escrituras um sentido “contrário aos Santos Padres e a todos os expositores gregos e latinos” (ibid: XII, 171-72).

Com certeza Galilei lutava pela separação entre as verdades da fé e as verdades alcançadas pelo estudo da natureza. Mas não se deve esquecer que Galilei se moveu também no terreno muito escorregadio, da busca na Escritura de uma confirmação das verdades da nova ciência. Em uma carta escrita a Piero Dini em 23 de março de 1614 Galilei se arrisca na leitura do texto do Salmo 18 que o próprio Dini lhe assinalara como uma das passagens consideradas “mais em oposição ao sistema copernicano (ibid: V, 301). “Deus pôs no sol o seu tabernáculo ...”: comentando esta passagem e apontando significados “congruentes” com as palavras do profeta, Galilei levanta teses tipicamente neoplatônicas e “ficinianas”. Uma substância “espiritossíssima, tenuíssima e velocíssima”, capaz de penetrar em qualquer lugar sem dificuldade, tem a sua sede principal no Sol. Daí se difunde por todo o universo e aquece, vivifica e torna fecundas todas as criaturas vivas. A luz criada por Deus no primeiro dia, e o espírito fecundante se uniram e se fortaleceram no Sol, Situado portanto no centro do universo, e daí novamente se difundem. O Sol é “um concurso no centro do mundo para o calor das estrelas” e, como fonte de vida, é comparado por Galilei ao coração dos animais que regenera continuamente os espíritos vitais (ibid: V, 297-305).

Aqui Galilei visa a demonstrar que nos textos bíblicos se encontram algumas verdades do sistema copernicano. Na Bíblia estaria contida a ideia de que o Sol está no centro do universo e que a rotação que ele opera sobre si mesmo é a causa do movimento dos planetas. O Salmista conhece uma verdade fundamental da astronomia moderna: não lhe era oculto, escreve

Galilei, que o Sol “faz girar ao seu redor todos os corpos móveis do mundo” (ibid: V, 304).

No mesmo momento em que faz uso de toda a sua habilidade para procurar no *texto sagrado* uma confirmação da nova cosmologia, Galilei arrisca comprometer o valor da sua tese de caráter geral de uma rigorosa distinção e separação entre o domínio da ciência e o domínio da fé, entre a investigação em torno da forma em que “o céu anda” e da maneira como “se vai para o céu” (ibid: V, 319).

## **AS HIPÓTESES E O REALISMO**

A data de nascimento de Galilei ocorreu no ano seguinte ao encerramento do Concílio de Trento (1563). A *Professio fidei trideniinae*, após o dia 13 de novembro de 1564, marca a uma fronteira rígida entre a heresia e a ortodoxia. Em 1592 Francisco Patrizi fora condenado por ter sustentado a existência de um único céu, a rotação da Terra, a vida e a inteligência dos astros, a existência de um espaço infinito acima do mundo sublimar. Em uma década (durante o pontificado de Clemente VIII) foram condenadas ao Index a *Nova philosophia* do mesmo Patrizi, o tratado *De rerum natura* de Telesio, todas as obras de Giordano Bruno e de Campanella; além disso foram efetuados os inquéritos contra Giambattista Della Porta e Cesare Cremonini, Francisco Pucci foi condenado à morte, Tommaso Campanella foi encarcerado e Giordano Bruno queimado na fogueira.

No dia 20 de dezembro de 1614 o dominicano Tommaso Caccini, em um sermão proferido na igreja de Santa Maria Novella, qualificou como herética tanto a opinião de Copérnico como também daqueles que pretendiam corrigir a Bíblia. Lançou-se contra “a arte diabólica da matemática” e contra aqueles matemáticos incentivadores de heresias, que deveriam ser banidos de qualquer Estado cristão. Nos primeiros meses de 1615, depois que Galilei já fora denunciado formalmente ao Santo Ofício por afirmações “suspeitas e temerárias” contidas na carta a Castelli, foi publicada em Nápoles uma *Carta do Muito Reverendo Padre Paolo Antonio Foscarini Carmelita* sobre a opinião dos Pitagóricos e de Copérnico na qual se sustentava a tese de um acordo entre o sistema copernicano e as verdades da Bíblia. A reação do cardeal Bellarmino a esta tentativa é um documento de grande importância. Foscarini e Galilei, afirma Bellarmino, terão que contentar-se em se mover

no nível das hipóteses. É expresso muito corretamente e não há nenhum perigo, afirmar que, *suposto* que a Terra se mova e o Sol esteja parado, “salvam-se as aparências” melhor do que com o sistema tradicional, mas afirmar que *realmente* o Sol esteja no centro do mundo e a Terra se mova “é coisa perigosa não só a ponto de irritar todos os filósofos e teólogos escolásticos, mas também por causar prejuízo à Santa Sé pelo fato de tornar falsas as Santas Escrituras” (ibid: XII, 17 l).

O jesuíta Roberto Bellarmino (1542-1621), que foi eleito cardeal por Clemente VII em 1598 e que era um dos personagens mais cultos e poderosos da Igreja da época, retomava aqui a tese, já presente não só em Simplício, mas também em Giovanni Filopono, em Tomás de Aquino, que considerava a astronomia como pura “matemática” e puro “cálculo, e como construção de hipóteses das quais não importa dizer se sejam ou não correspondentes ao mundo real. Na época moderna esta tese havia sido retomada por André Osiander no seu prefácio anônimo ao tratado *De revolutionibus* de Copérnico. Contra tais afirmações já se revoltara com violência inclusive Giordano Bruno. Também Kepler afirmara serem “falsos” os princípios de Ptolomeu e “verdadeiros” aqueles de Copérnico.

A respeito deste assunto, Galilei está de acordo com Giordano Bruno e com Kepler. Ele contrapõe a filosofia à pura astronomia e a descrição da realidade das coisas à mania, das hipóteses. Assim, considerou a pesquisa de Copérnico não um meio para chegar a cálculos conformes à observação, mas como um discurso que concerne “à constituição das partes do universo *in rerum natura*” e a “verdadeira constituição das partes do mundo”. Copérnico, afirma Galilei, considerou o sistema ptolemaico não correspondente à “realidade. Daí, “a meu ver, querer convencer alguém que Copérnico não julgasse verdadeira a mobilidade da Terra, não poderia encontrar consenso a não ser talvez por parte de quem não o tivesse lido [...]. Ele, no meu entender, é incapaz de moderação, sendo o ponto absolutamente principal de toda a sua doutrina e o seu fundamento universal a mobilidade da Terra e a estabilidade do Sol; portanto, ou é forçoso condená-lo totalmente ou deixá-lo no seu ser” (ibid: V, 299).

## **A CONDENAÇÃO DE COPÉRNICO**

Em dezembro de 1615 Galilei está em Roma e volta a polemizar. Na carta

a Madame Cristina de Lorena responde, de um modo mais amplo, aos argumentos contidos na carta a Castelli. Em 1616, escreve o *Discorso sopra il fiusso e Infiusso del mare*, redigido em forma de carta ao cardeal Alexandre Orsini: um trabalho que mais tarde seria recomposto na quarta jornada do *Dialogo sui massimi sistemi*. Mas os seus projetos e as suas ilusões seriam logo interrompidos. No dia 18 de fevereiro os teólogos do Santo Ofício tomaram em exame a doutrina copernicana na formulação grosseira em que foi apresentada por Caccini. Uma primeira proposição em que se afirma “o Sol ser o centro do mundo, e por conseguinte imóvel com movimento local” era declarada pelo Santo Ofício “tola e absurda em filosofia e formalmente herética, enquanto contradiz expressamente às sentenças da Sagrada Escritura” - Uma segunda proposição “que a Terra não está no centro do mundo, nem é imóvel, e que se mova totalmente em si mesma também com movimento diurno” parecia merecer “do ponto de vista filosófico, a mesma censura da primeira; quanto à verdade teológica ela pelo menos é errônea com relação à fé”.

Paulo V tinha determinado que Galilei fosse *admoestado* no sentido de abandonar a doutrina copernicana. No caso de uma sua recusa, ser-lhe-ia dada a *ordem* (ou *preceito*), perante um tabelião e testemunhas, de renunciar à doutrina censurada e de abster-se de tratar da mesma. A distinção entre *admoestação* ou preceito é importante porque com base nesta distinção seriam formuladas a acusação e a condenação de 1633. Em 26 de, fevereiro Galilei foi convocado pelo cardeal Bellarmino. O registro daquela sessão, que não traz as assinaturas dos participantes e tem o aspecto de uma: simples ata, refere que Galilei foi *admoestado* e que logo depois (*sucessive et incontinenti*), em nome do Pontífice e da inteira Congregação do Santo Ofício, foi-lhe *ordenado* “abandonar totalmente a referida opinião, deixar de aceitá-la, defendê-la e ensiná-la de qualquer forma (*quovis modo*) mediante palavras e escritos”. Nas trágicas jornadas do segundo processo, Galilei acharia tais termos “novíssimos e como inauditos”. Muitos historiadores concordam em considerar aquele registro não correspondente à realidade.

No dia 3 de março, após a submissão de Galilei, saía o decreto de condenação da Sagrada Congregação do Index que proibia os livros de Copérnico, até que fossem corrigidos. O mesmo decreto, além disso, condenava e proibia não só a obra do Padre Foscarini, como também proibia todos os livros em que a doutrina de Copérnico fosse sustentada. Desse modo

chegara ao término o processo iniciado com a denúncia de Lorini. A pessoa de Galilei não tinha sido atingida e nem os seus escritos tinham sido mencionados. Em maio, face a insinuações maldosas e a boatos de uma sua abjuração, Galilei pediu a Bellarmino uma declaração. Nela se comprovava que Galilei jamais abjurara, nem recebera penitências de espécie alguma: somente lhe foi notificada a declaração publicada pela Sagrada Congregação afirmando que a doutrina copernicana era contrária às Sagradas Escrituras e, portanto, não se podia “nem defender nem sustentar”.

## O LIVRO DA NATUREZA

Em 1523 Galilei publicou *Il Saggiatore*, que é uma das grandes obras primas da literatura barroca, uma obra faiscante de ironia e de força polêmica. Tal obra nascera no terreno de uma disputa com o padre Horácio Grassi, do Colégio Romano, sobre a natureza dos cometas. Em um escrito intitulado *Libra astronômica et philosophica*, publicado em 1619, o referido padre respondera a três lições do *Discorso sulle comete* de Mario Guiducci, um discípulo de Galilei. O texto de Guiducci, na realidade, era obra do próprio Galilei. Com relação ao fenômeno dos cometas, tanto no *Discorso* como também no *Saggiatore*, Galilei assumiu as posições do aristotelismo já em declínio naquela época. O cometa de 1577 apresentava um paralaxe muito menor do que o paralaxe da Lua. Desse fenômeno Tycho Brahe tinha inferido corretamente que tal cometa se encontrava acima do céu da Lua. Galilei reconhece ser possível medir as distâncias com o método do paralaxe, mas nega que se possa aplicar tal método a *objetos aparentes* (Galilei, 1890-1909 : VI, 66). Na verdade, ele coloca os cometas na mesma categoria dos raios solares que se filtram através das nuvens. Os cometas são *fenômenos óticos* e não *objetos físicos*.

Para sustentar esta tese, Galilei atacou asperamente a astronomia de Tycho Brahe que interpretava os cometas como corpos reais. Como foi escrito, Galilei tinha esperança de riscar os cometas do céu, demolindo a reputação de Tycho sobre a Terra. Todavia, por esta sua ofensiva contra o maior astrônomo da sua época pagou um preço muito alto: foi forçado a interpretar o papel de um aristotélico conservador e penetrar em uma selva repleta de incoerências (Shea, 1974: 117-18).

Todavia, nas páginas do *Saggiatore* se encontram duas das mais



célebres doutrinas filosóficas de Galilei. A primeira tem por base uma série de considerações relativas à proposição que afirma “ser o movimento a causa do calor”. Antes de mais nada, Galilei rejeita a opinião que considera o calor um atributo ou qualidade “residente realmente na matéria”. O Conceito de matéria ou substância corpórea implica os conceitos de figura, de relação com outros corpos, de existência em um determinado tempo e lugar, de estaticidade ou de movimento e de contato ou não com outro corpo. Mas a cor, o som, o cheiro, o sabor não são noções que acompanham necessariamente o conceito de corpo. Se não fôssemos dotados de sentidos, a razão e à imaginação humana jamais chegariam a suspeitar da existência de tais propriedades. Os sons, as cores, os cheiros e os sabores são pensados como inerentes aos corpos, como qualidades objetivas; na realidade, porém, são apenas “nomes”. De fato, uma vez “removido o corpo animado e sensitivo, do calor não resta nada mais do que um simples vocábulo”. E Galilei não fica só nisso. Ele exprime a sua “inclinação a acreditar” que a causa que produz em nós a sensação de calor “seja uma multidão de corpúsculos mínimos representados de forma indeterminada, movidos com extrema velocidade”, sendo o seu contato com o nosso corpo “percebido por nós, mediante um efeito que nós chamamos de calor”. Mas, além da figura e da multidão daqueles corpúsculos, bem como do seu movimento, penetração e contato, não há qualquer outra qualidade relacionada com o fogo.

O mundo real, portanto, é tecido por dados quantitativos e mensuráveis, de espaço e de “corpúsculos mínimos” que se movem no espaço. O saber científico é capaz de distinguir o que no mundo é objetivo e real e o que, ao contrário, é subjetivo e relativo à percepção dos sentidos. Como diria Mersenne na obra *Verité des sciences*, entre o universo da física e o universo da experiência sensível, na era moderna, abriu-se um abismo muito mais profundo do que o abismo imaginado pelas filosofias cépticas.

Ao longo de toda a discussão sobre as qualidades primárias e secundárias, Galilei evita recorrer ao termo *átomo*, usa as expressões “corpúsculos mínimos”, “mínimos ígneos”, “mínimos de fogo”, “mínimos quânticos”. Em todo o caso se trata das partes mais pequenas de uma determinada substância (o fogo), não dos componentes últimos da matéria. Ao terminar o *Saggiatore* Galilei fazia referência a “átomos realmente indivisíveis”. As passagens em que Galilei faz referência a posições atomistas sustentadas por Demócrito são

peculiarmente importantes. Na primeira jornada dos *Discorsi* Galilei voltaria ao assunto a propósito do fenômeno da coesão. Simplicio acenaria com desprezo “aquele certo filósofo antigo”, aconselhando Salviati a não tocar em semelhantes teclas “desafinadas com a mente bem forjada e bem organizada de Vossa Senhoria, não somente religiosa e piedosa, mas católica e santa”.

A referência à doutrina dos “corpúsculos” contida no *Saggiatore* não escapara à atenção vigilante do padre Grassi. Na sua réplica ao *Saggiatore* publicada em 1626 com o título *Ratio ponderum Librae et Simbellae*, ele pusera em destaque a aproximação entre as teses de Galilei e as teses de Epicuro, que negava a existência de Deus e da Providência. A redução das qualidades sensíveis ao nível da subjetividade leva a um conflito aberto com o dogma da Eucaristia porque (e é uma objeção que também Descartes teria de enfrentar) quando as substâncias do pão e do vinho são transubstanciadas no corpo e no sangue de Jesus Cristo estão presentes nelas também as aparências externas: a cor, o cheiro e o gosto. Para Galilei se trata de “nomes” e, para os nomes; não seria necessária a intervenção milagrosa de Deus.

A segunda doutrina que ficou célebre, contida no *Saggiatore*, exprime a, convicção de Galilei de que a natureza, apesar de ser “surda e inexorável aos nossos vãos desejos” e apesar de produzir os seus efeitos “mediante formas impensáveis por nós”, traz no seu interior uma ordem e uma estrutura harmoniosa, do tipo geométrico: “a filosofia está escrita neste grandíssimo livro que está continuamente aberto diante dos nossos olhos (refiro-me ao universo), mas não se pode entender sem antes aprender a entender a língua e conhecer os caracteres, nos quais está escrito. Ele está escrito em linguagem matemática, e os caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, de maneira que sem tais meios é humanamente impossível entender qualquer palavra; sem tais recursos é como caminhar inutilmente por um labirinto escuro” (Galilei, 1890-1909: VI, 232).

Os caracteres em que está escrito o livro da natureza são diferentes daqueles do nosso alfabeto, e nem todos são capazes de ler este livro. Nesta premissa Galilei baseia a firmíssima e obstinada convicção de toda a sua vida: a ciência não se limita a formular hipóteses e a “investigar os fenômenos”, mas é capaz de dizer algo verdadeiro a respeito da constituição das partes do universo *irí rerpim natura* e de representar a estrutura física do mundo. Na página do *Saggiatore* que vem logo depois daquela que contém a

célebre frase citada anteriormente, Galilei afirma desejar, tal como Sêneca, conhecer a verdadeira constituição do universo, qualificando este seu desejo como “uma grande indagação, muito ansiada por mim”.

O sentido destas afirmações foi bem entendido por aqueles que consideravam ímpia e perigosa a ideia de um conhecimento matemático baseado na estrutura objetiva do mundo e, por conseguinte, capaz de igualar de algum modo o conhecimento divino. A posição do cardeal Maffeo Barberini (1568-1644, a partir de 1623 Papa Urbano VIII) a respeito deste ponto é muito clara: considerando que para todo efeito natural é possível dar uma explicação diferente daquela que a nós parece a melhor, toda teoria deve proceder no nível das hipóteses e permanecer neste nível. No *Dialogo*, justamente em oposição a esta tese, Galilei sustentaria a possibilidade, mediante o conhecimento matemático, de igualar o conhecimento divino. Com um raciocínio que na opinião do aristotélico Simplício parece “muito ousado”, Salviati afirma: *extensive*, quer dizer, quanto à multidão das coisas inteligíveis, que são infinitas, a compreensão humana é como nula [...], mas tomando o entender *intensive*, na medida em que tal termo implica intensivamente, isto é perfeitamente alguma proposição, afirmo que o intelecto humano compreende algumas coisas tão perfeitamente, e tem certeza tão absoluta, quanta certeza tem a respeito da própria natureza; e tal certeza pode ser alcançada pelas ciências matemáticas puras, isto é, a geometria e a aritmética, das quais o intelecto divino conhece mais infinitas proposições, conhecendo-as em sua totalidade. Todavia, a compreensão daquelas poucas realidades que são entendidas pelo intelecto humano, é igual ao conhecimento divino na certeza objetiva” (ibid: VII, 128-29).

Como foi ressaltado muitas vezes, não há dúvida de que na “filosofia” de Galilei confluem temas que se referem a diversas tradições. Por isso, sequer, tem muito sentido indagar se Galilei foi fundamentalmente um platônico ou um seguidor do método aristotélico, nem tampouco se foi um discípulo de Arquimedes, ou um engenheiro que conseguia generalizar experiências específicas (Schmitt, 1969: 128-29). É verdade, no entanto, que Galilei teve uma dívida profunda com relação a cada uma daquelas tradições. Com efeito, a sua visão do universo como entidade matematicamente, estruturada certamente está ligada ao platonismo; a *distinção* efetuada por ele entre *método* compositivo e método resolutivo está com certeza ligada ao aristotelismo: a aplicação, da análise matemática aos problemas da física com

certeza ele a deduziu de Arquimedes; a construção e o uso da luneta realizada por ele, bem como a sua apreciação das artes mecânicas e do Arsenal dos Venezianos está certamente ligada à tradição intelectual dos “artesãos superiores” da Renascença. Ele sequer hesitou em se referir à metafísica da luz do Pseudo-Dionísio e à *tradição* hermética e ficiniana quando, durante um breve período, tentou mostrar que nas Escrituras estão contidas algumas das verdades copernicanas.

Galilei utilizou cada uma destas tradições. O idealismo matemático, combinado com a herança do “divino Arquimedes” e com uma concepção do tipo corpuscular, na história do Ocidente era destinado a ter uma força explosiva.

## OS GRANDES SISTEMAS

O pontificado de Urbano VIII parecia, caracterizado por notável tolerância. Em 1626, três anos após a sua eleição, o novo Pontífice mandaria libertar Tommaso Campanella e pagar-lhe uma pensão. Neste novo clima Galilei projetou a publicação de um *Dialogo sopra il flusso e il riflusso del maré*. Mais tarde, porém, Galilei acharia este título demasiado ousado e envolvente. Por razões de prudência chegaria a escolher um título que fosse, aparentemente mais neutro: *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*. Já a partir, do título era excluído de uma séria consideração o assim chamado “terceiro sistema do “mundo” de Tycho Brahe que no ambiente dos Jesuítas fora acolhido com especial simpatia.

No proêmio *Al discreto lettore* e nas palavras conclusivas da obra, Galilei aparentava aderir ao hipoteticismo de Urbano VIII: “aceitei no discurso a parte copernicana procedendo em uma pura hipótese matemática”, escreve Galilei no proêmio, e prossegue afirmando que a condenação pronunciada pela Igreja em 1616 não nascera por ignorância científica mas por razões da piedade e da religião. Por tais razões foi afirmada “a firmeza da Terra e a tese contrária foi classificada como um capricho matemático”. A argumentação capciosa, bem como a cautela do proêmio e, na conclusão, a referência à “angélica doutrina” do Pontífice não seriam suficientes para poupar Galilei da derrota e da humilhação.

Na verdade, o tom do *Diálogo* está bem longe destas atitudes de cautela. O colóquio se desenvolve em Veneza no palácio do patricio veneziano

Giovanni Francesco Sagredo (1571-1620) que personifica o papel do espírito livre e irreverente, sempre disposto ao entusiasmo e à ironia. O segundo personagem é o florentino Filippo Salviati (1583-1614) que representa o papel do copernicano convicto e que aparece como um cientista que une à firmeza das convicções a disposição para o diálogo pacato. O terceiro interlocutor é uma figura fictícia de nome Simplício,” um aristotélico defensor do saber constituído, não ingênuo nem desprovido de cultura, mas atrelado à defesa de uma ordem que lhe parece não modificável, induzindo-o a considerar perigosa qualquer tese que se afaste daquela ordem: “Esta maneira de; filosofar tende para a subversão de toda a filosofia natural, criando a desordem e pondo em colapso o céu, a terra e o universo inteiro”. Salviati representa também o público ao qual o *Dialogo* é dirigido. Tal obra, escrita em língua vernácula, não é certamente endereçada a convencer os “professores” personificados por Simplício. O público que Galilei quer convencer é aquele das cortes, da burguesia e do cléro, bem como das novas classes intelectuais. Das quatro jornadas que compõem o *Dialogo*, a primeira tem como objetivo a destruição da cosmologia aristotélica, a segunda e a terceira respectivamente tratam do movimento diurno e anual da Terra, e a quarta é destinada à *prova física* do movimento terrestre que Galilei acha ter alcançado com a teoria das marés.

O *Dialogo* não é um livro de astronomia pelo fato de não expor um sistema planetário. Totalmente voltado a demonstrar a verdade da *cosmologia* copernicana é esclarecer as razões que tornam insustentável a *cosmologia* e a *física* aristotélica, a obra não aborda os problemas dos movimentos dos planetas e de uma sua explicação. No que se refere ao sistema copernicano é oferecida uma representação simplificada, sem ponderações em torno de movimentos excêntricas e de epiciclos. Ao contrário de Copérnico, Galilei faz coincidir o centro das órbitas circulares com o Sol, sem se ocupar em dar razão das observações sobre o movimento dos planetas. Como justamente foi afirmado, Galilei tinha muito mais confiança no seu princípio de mecânica pelo qual os corpos tem a tendência a perseverar em um movimento circular uniforme do que na apuração daquelas medições a que, na que la mesma época, Kepler se dedicar a com inesgotável paciência. A esta atitude deve ser atribuído também o fato de Galilei não ter feito nenhuma consideração aos problemas da Cinemática planetária resolvidos por Kepler (a teoria elíptica fora anunciada na *Astronomia Nova em* 1609).

A primeira jornada é dedicada à insustentabilidade da “fábrica do mundo” aristotélica aquele conceito de mundo tem uma *dupla estrutura*, por um lado está fundado na divisão entre o mundo celeste incorruptível e o mundo corruptível dos elementos. O próprio Aristóteles afirmou que os testemunhos dos sentidos devem ser prepostos a qualquer discurso. Por isso, Salviati objeta a Simplicio, que poderia filosofar mais de maneira aristotélica dizendo que o céu é mutável porque assim me mostram os sentidos, do que afirmando que o céu é mutável porque assim “pensava” Aristóteles. Aquela “distância dos sentidos” que tornava impossível a observação, das coisas celestes foi superada pelo telescópio. Mas não são apenas as montanhas na Lua que obrigam a abandonar a imagem tradicional do universo. Tal imagem, aparente mente orgânica e estável, mostra no seu interior falhas e contradições: por exemplo, parte do conceito de perfeição dos movimentos circulares para afirmar a perfeição dos corpos celestes e em seguida se serve daquela noção para afirmar a perfeição daqueles movimentos. Os atributos de gerável e não gerável, alterável e inalterável, divisível e indivisível “cabem a todos os corpos do mundo, isto é, tanto aos corpos celeste quanto aos elementares”. Tal expressão é muito importante, pois afirma que o céu e a Terra pertencem ao mesmo sistema cósmico e que existe *somente uma física*, isto é, somente uma ciência do movimento válida tanto para o mundo celeste quanto para o mundo terrestre. A destruição da cosmologia de Aristóteles implica necessariamente a destruição da sua física.

## **A DESTRUIÇÃO DA COSMOLOGIA ARISTOTÉLICA**

A segunda jornada é dedicada inteiramente a uma confutação minuciosa de todos os principais argumentos, antigos e modernos, aduzidos contra o movimento da Terra: uma pedra deixada cair do alto de uma torre não poderia tocar o chão perpendicularmente ao pé da torre, mas em um ponto ligeiramente desviado para o Ocidente; as balas de um canhão disparadas na direção do Ocidente deveriam ter uma trajetória mais longa do que aquelas disparadas em direção ao Oriente; ao correr a cavalo sentimos o ar chicoteando o nosso rosto, (supondo que a Terra se mova) deveríamos sempre perceber um vento tempestuoso proveniente do Oriente; as casas e as árvores situados sobre a superfície da Terra deveriam ser arrancadas

das raízes e lançadas longe pela força centrífuga provocada pelo movimento terrestre. Ou, como afirma Galilei em uma anotação, à parte “ é de estranhar que alguém possa urinar, correndo tão velozmente atrás da urina; ou pelo menos deveríamos nos urinar joelhos abaixo” (Galilei, 1890: 1909: Hf, 1, 255).

Servindo-se de uma tese da qual se servira também Tycho Brahe, Simplicio argumenta da seguinte forma: estando em um navio parado, se deixarmos cair uma pedra do alto do mastro, a pedra desce perpendicularmente. Em um navio em movimento, porém, a pedra cai segundo uma linha oblíqua, longe da base do mastro, na direção da popa do navio. Admitindo que a Terra se mova velozmente no espaço, o mesmo fenômeno deveria verificar-se deixando cair uma pedra do alto de uma torre. Em um ponto Simplicio mentiu mesmo de modo inconsciente: a experiência sobre um navio jamais foi realizada. A atitude tomada por Galilei é muito significativa: qualquer um que faça aquela experiência verificará ocorrer o contrário daquilo que Simplicio afirmou. Mas na realidade não é necessário realizar aquela experiência: “também sem experiência o efeito aconteceria ... porque é necessário que aconteça desse modo”. Pelas palavras de Salviati e de Sagredo, Galilei contrapõe aos argumentos anticopernicanos o princípio da relatividade dos movimentos. Os movimentos celestes existem somente para um observador terrestre e não é absurdo de modo algum atribuir à Terra um movimento diurno de rotação. Pois o movimento produz uma variação nas aparências, variação esta que ocorre da mesma forma quer que se aceite a mobilidade da Terra e a imobilidade do Sol ou a tese contrária. Qualquer movimento que seja atribuído à Terra é necessário que, “enquanto habitantes da mesma Terra e por conseguinte participantes do mesmo movimento, ele fica para nós totalmente imperceptível como se não existisse”. O exemplo aduzido por Salviati Como “última prova” da inconsistência de todas as argumentações contra o movimento terrestre tiradas da experiência cotidiana ficou justamente famoso: em um cômodo situado sob o convés de um navio, se há moscas e borboletas e um vaso de água com peixes dentro e um pequeno balde do qual cai água gota após gota dentro de um outro vaso de boca pequena e se o navio se move a qualquer velocidade “contanto que o movimento seja uniforme e não flutuando daqui para lá, vocês não notariam nenhuma mudança mesmo mínima em todos os referidos detalhes, nem por meio de nenhum deles vocês poderiam perceber se o navio anda ou está

parado”.

A afirmação da relatividade dos movimentos tem consequências de grande relevância. Na mecânica dos aristotélicos se estabelece uma ligação necessária entre a movimento e a essência dos corpos. Naquela perspectiva não “só se pode estabelecer quais corpos são necessariamente móveis é quais imóveis, como também se pode explicar porque nem todas as formas do movimento convêm a todos os corpos. Na perspectiva aberta por Galilei repouso e movimento não tem nada a ver com a natureza dos corpos, isto é, não há mais corpos de per si móveis ou imóveis, nem se pode decidir *a priori*, em face do movimento, quais corpos se movem e quais são imóveis. Na física dos aristotélicos a localização das coisas não é indiferente nem para as coisas nem para o universo. O movimento se configura como *movimento* quando ocorre no espaço, como *alteração* quando concerne às qualidades, como *generatio e interitus* se diz despeito ao ser. O movimento não é um *estado*, mas um *dever* e um *processo*. Mediante aquele processo as coisas se constituem, atualizam-se e se cumprem. Um corpo em movimento não muda apenas na sua relação com outros corpos: ele próprio está sujeito a uma mudança. Na física galileana a ideia de movimento de um corpo é separada da ideia de uma mudança que afeta o próprio corpo. É o fim da concepção (que é comum à física aristotélica e à teoria medieval do *impetuo*) de movimento que necessita de um *motor* que o produza e que o *conserve em movimento* durante o movimento. Ambas as situações de repouso e de movimento são *estados persistentes* dos corpos. Na ausência de resistências externas, para parar um corpo em movimento, é necessária uma força. A força produz não o movimento, mas a aceleração. Mediante a inversão de quadros mentais consolidados, Galilei abriu o caminho que levaria à formulação do princípio de inércia.

## **GEOMETRIZAÇÃO, RELATIVIDADE, INÉRCIA**

A concepção que nos manuais é conhecida como o princípio da relatividade galileana não corresponde ao princípio efetivamente formulado por Galilei que visava a mostrar, mediante aquela sua doutrina, a impossibilidade, para um observador situado na Terra, de perceber o movimento de rotação da própria Terra. De fato, com base nas observações mecânicas efetuadas dentro de um sistema não se pode decidir se o próprio



sistema esteja em situação de repouso ou em movimento implica o conceito de um *movimento retilíneo uniforme* e a aceitação do princípio de inércia (conforme o qual todo corpo continua no seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme até que não intervenha, uma força para modificar tal estado).

Tal princípio, que está nas raízes da dinâmica moderna, jamais foi formulado por Galilei justamente por causa da ação exercida sobre a sua física pelas suas convicções cosmológicas. No *Dialogo* Galilei imaginava um plano horizontal, isto é, uma superfície “nem em auge e nem em declive”, sobre o qual o móvel ficaria indiferente (entre a propensão e a resistência ao movimento”. Uma vez que “lhe fosse dado o impulso”, o movimento duraria por todo o comprimento do plano e “se tal espaço fosse indeterminado, o movimento nele, seria igualmente sem fim, isto é, perpétuo”. A superfície de que Galilei está falando aqui não é um plano horizontal tangente na superfície terrestre, mas sim um plano “em que todas as suas partes estejam igualmente distantes do centro da Terra”. Ele fala de uma superfície esférica: “Uma superfície que pudesse estar nem em declive e nem em auge, quer dizer, precisaria que todas as suas partes estivessem igualmente distantes do centro. Mas será que no mundo existe uma superfície deste tipo? ... Existiria sim: aquela do nosso globo terrestre, mas seria preciso que fosse bem polida”.

No que diz respeito às razões que levam Galilei nesta direção resultam iluminadoras aquelas páginas da primeira jornada nas quais Galilei mantém de pé a distinção aristotélica entre movimentos naturais e não-naturais e afirma o caráter *natural* do movimento circular e *a impossibilidade* de um movimento retilíneo constante: “sendo o movimento reto infinito por natureza, porque a linha reta é infinita e indeterminada, é “impossível que algum móvel tenha por natureza o princípio de se mover em linha reta; isto é, para onde é impossível chegar, não havendo um término predefinido”. O movimento retilíneo poderia ser atribuído “imaginando” que os corpos se moviam no caos primitivo, quando o universo estava ainda desordenado. Aqueles movimentos retilíneos, que tem a característica de desordenar os corpos ordenados, são também “dispostos a ordenar corretamente aqueles dispostos de maneira perversa”. O movimento reto pode servir “para conduzir as matérias para fabricar a obra, mas, uma vez que é fabricada, (ela deve) ou ficar imóvel. Ou, se móvel, mover-se só de forma circular”. Após a perfeita distribuição das partes que constituem a ordem do mundo,

é impossível que reste nos corpos uma “inclinação natural a se moverem ainda em movimento reto, pelo qual agora resultaria apenas mover-se do seu próprio lugar natural, isto é, desordenar-se”. Podemos desse modo “imaginar”, de acordo com Platão, que o corpo das planetas em um primeiro momento foi movimentado em movimento reto e acelerado e que em seguida, uma vez alcançado um certo grau de velocidade aquele movimento tenha sido convertida em movimento circular “cuja velocidade a seguir é oportuno que seja uniforme”.

Não se trata de concessões do tipo literário à mitologia platônica. O mesmo assunto é retomado, com maior amplitude, no decorrer do diálogo, quando Salviati argumenta sobre as características do movimento circular: “sendo que tal movimento faz que o móvel sempre parta e sempre chegue ao término, em primeiro lugar ele só pode ser uniforme”. A aceleração deriva da inclinação do móvel na direção do término do movimento, o atraso decorre da repugnância a afastar-se daquele término. No movimento circular, porém, o móvel “parte sempre de um ponto natural, e se move sempre rumo ao mesmo, portanto nele tanto a repugnância como também a inclinação são sempre de forças iguais, resultando dessa igualdade uma velocidade nem retardada nem acelerada, quer dizer, uma uniformidade, do movimento”. A “continuação perpétua” que “obviamente não se pode encontrar em uma “linha interminável”, deriva desta uniformidade bem como do fato que o movimento circular e “interminável”. A conclusão resume com clareza a posição de Galilei: somente o movimento circular convém por natureza aos corpos naturais que constituem o universo ordenado; o movimento retilíneo foi conferido pela natureza “aos seus corpos e a partes deles, toda vez que se encontrassem fora dos próprios lugares, ficando assim em uma disposição perversa”.

O movimento retilíneo infinito é impossível por natureza, porque a natureza “não se move para onde é impossível chegar”. Esta frase, tão fascinante do ponto de vista literário, exprime um dos maiores obstáculos que Galilei, seguindo o sistema copernicano, não conseguiu superar. O movimento em círculo continua sendo para ele o movimento por excelência, aquele que não requer explicações (pela nova física o movimento circular deverá ser explicado justamente mediante o recurso a uma força não inercial). A unificação da física e da astronomia, que constitui a grande conquista imortal de Galilei, foi possível com base no conceito de *inercialidade dos*

*movimentos circulares*. A cosmologia que, ao longo de milênios, veio se referindo aos movimentos perfeitíssimos das esferas celestes, continuava a exercer um peso decisivo na física galileana.

Apesar de ser difícil ler Galilei sem “ver” as *possibilidades newtonianas* presentes no seu discurso, é necessário não cair no engano de atribuir àquilo que foi pensado *antes* as implicações que emergiram *depois*. O princípio de inércia, tal como consta formulado na primeira lei newtoniana do movimento, teve uma longa gestação e é a elaboração, por parte de Descartes e de Newton, de uma grande e revolucionária ideia de Galilei. Como escreveu William Sliea, para passar dos conceitos de Galilei para a primeira lei de Newton a inércia deveria ser: 1) reconhecida como uma lei fundamental da natureza; 2) considerada como implicante, na retilinearidade; 3) generalizada pelo movimento sobre a Terra para cada movimento que ocorra em um espaço vazio; 4) associada à massa como quantidade de matéria. Os primeiros três passos seriam realizados por Descartes, o quarto somente por Newton (Shea, 1974: 9).

## AS MARÉS

A partir do pequeno tratado de 1616 sobre o fluxo e o refluxo do mar até o *Dialogo sui massimi sistemi*, durante quase vinte anos, Galilei enxergou no movimento das marés e na sua explicação daquele movimento uma *prova física* definitiva da verdade copernicana. A explicação de Galilei adota como causa do fluxo e do refluxo das marés o duplo movimento da Terra: a rotação diurna do eixo terrestre do Ocidente para Oriente e a revolução anual da Terra ao redor do Sol, que também procede do Ocidente para o Oriente. Na concepção de Galilei *a combinação destes dois movimentos* faz que cada ponto da superfície terrestre se mova com “movimento progressivo e uniforme” e “mude de velocidade por vezes acelerando-se e por outras retardando-se”. Todas as partes da Terra portanto se movem “com movimento notadamente desigual” apesar de nenhum movimento não regular e não uniforme ter sido atribuído à Terra.

Foi ressaltado várias vezes que a “falsidade” da explicação galileana (conforme a qual as marés deveriam ocorrer somente a cada 24 horas) não é afirmada com base nos progressos sucessivos da ciência. Aquela explicação dificilmente pode si conciliar com os resultados que o próprio

Galilei conquistou para a física e para a astronomia. Depois que introduziu na física o princípio clássico da relatividade, Galilei (como Ernst Mach notou) integra de modo ilícito dois diferentes sistemas de referência. Toda a segunda jornada, do *Dialogo* visa a provar que sobre uma Terra em movimento tudo acontece como sobre uma terra parada. Por que somente os Oceanos seriam influenciados pelas variações de velocidade da superfície terrestre? e não todos os corpos não fixados rigidamente à Terra? A Terra, movida por um movimento diurno, na quarta jornada, não se configura mais como um sistema: inércia! (Clavelin, 1968: 480).

Galilei procura uma solução para o problema das marés exclusivamente em termos de movimentos e de composição dos movimentos, recusando toda doutrina dos “influxos” lunares e movendo-se no plano do mais intransigente mecanicismo. A situação tem algo de paradoxal: impelido por uma forte aversão à doutrina dos influxos e das qualidades ocultas, Galilei é induzido a rejeitar como desprovida de sentido toda teoria das marés que faça referência à “atração” entre a massa aquosa dos Oceanos e a Lua. Aquela doutrina não é uma hipótese alternativa para outras hipóteses possíveis, nem é incoerente e nem pode ser falsificada por meio de observações: é simplesmente “descartada” por Galilei como manifestação de uma mentalidade mágica. Não vale a pena gastar palavras para confutar semelhantes leviandades, afirma Galilei por boca de Sagredo. Que a Sol ou a Lua entrem de algum modo na produção das marés é coisa “que repugna totalmente o meu intelecto [...] o qual não pode se dispor a atribuir [...] a predomínios por qualidades ocultas e a semelhantes vãs imaginações”. Galilei exprime também a sua grande surpresa pelo fato que um homem como Kepler, de “intelecto livre e agudo”, que já conhecia a verdade copernicana “e tinha em mãos os movimentos atribuídos à Terra”, inexplicavelmente tenha no entanto “dado ouvido e assentimento a predomínios da Lua sobre a água e a propriedades ocultas e semelhantes infantilismos” (Galilei, 1890-1909: VII, 470, 486).

## **A TRAGÉDIA DE GALILEI**

Com a polêmica desencadeada na obra *Il Sággiatore* Galilei alienara de si a simpatia dos ambientes jesuítas. Os inimigos de Galilei não fizeram muito esforço para convencer Urbano VIII que a referência à “angélica doutrina”,

expressa no *Dialogo* pela fala de Simplicio significava a intenção específica por parte de Galilei de ridicularizar a autoridade do Pontífice. O Papa, de fato, afirmou ser possível dar uma explicação diferente daquela que nos parece a melhor, é por conseguinte devemos proceder somente no plano das hipóteses a respeito de cada fenômeno natural. Por isso o Inquisidor de Florença deu ordem de suspender a difusão da obra e no dia primeiro de outubro de 1632 Galilei foi intimado a ir a Roma para ficar à disposição do Comissário Geral do Santo Ofício. Galilei conseguiu protelar a partida até janeiro do ano seguinte. Por fim, ameaçado de ser levado a Roma “até mesmo amarrado com correntes”, pôs-se a caminho no dia 20 de janeiro. Após uma longa parada em Ponte de Centina, por causa da quarentena que se tornou necessária pelo contágio deste, chegou a Roma no dia 13 de fevereiro, fim 12 de abril, física e moralmente arrasado, Galilei se apresentou ao Santo Ofício. A acusação não era baseada no fato de ter feito publicar o *Dialogo*, mas ter extorquido de modo fraudulento o *Imprimatur* sem explicar a quem devia concedê-lo a existência do *preceito de 1616* que proibia ensinar e defender *quovis modo* a doutrina copernicana. Durante os depoimentos Galilei se refere à *notificação* de Bellarmino e ao documento que o mesmo Bellarmino lhe remetera sucessivamente; afirma, além disso, que não se lembrava de ter recebido a intimação de qualquer *preceito* na presença de testemunhas; por fim, conclui afirmando que na realidade o *Dialogo* tinha o objetivo de demonstrar a não validade e a falta de lógica das “razões” de Copérnico. Esta última frase, ditada pelo medo, colocou Galilei nas mãos dos juízes, tirando-lhe qualquer possibilidade real de defesa. A partir daí foi fácil para os consultores da Inquisição mostrar que ele tentava enganar os seus juízes. Eles então concluíram que Galilei “não somente arma a opinião copernicana com novos argumentos, jamais propostos por nenhum cidadão transalpino, mas faz isso em italiano, a *língua* [... sinais indicada para arrastar para o seu lado o povo ignorante no meio do qual o erro tem mais aceitação”. Além disso, ele teve a pretensão de ir além dos limites estabelecidos pelos matemáticos: “O autor sustenta ter discutido uma hipótese matemática, mas acaba lhe conferindo uma realidade física, o que os matemáticos jamais fariam”.

No memorial escrito, preparado em sua defesa, Galilei reafirmou com força (10 de maio) que os termos que constam na instrução do processo de 1616 chegaram ao seu conhecimento “absolutamente novos e como jamais

ouvidos”. Após um mês de espera e depois de um novo interrogatório foi emanada a sentença. No mesmo dia, 22 de junho de 1633, Galilei em traje de penitência e de joelhos diante dos cardeais da Congregação, pronuncia a abjuração pública: “com coração sincero e fé não fingida abjuro, condeno e detesto os referidos erros e heresias [...] e juro que no futuro nunca mais direi nem sustentarei, por palavra ou por escrito, coisas dessa espécie pelas quais se possa ter a meu respeito tal suspeita, mas se ficar sabendo de algum herege ou que seja suspeito de heresia, denunciá-lo-ei a este S. Ofício” (Galilei, 1890-1909: XIX, 406-407).

A condenação que foi assinada por sete dos dez juízes, não atingia somente Galilei e nem cortava somente as suas esperanças e as suas ilusões. Dava também um golpe mortal nas esperanças de todos aqueles que, no interior da Igreja, acreditaram não somente nas verdades da nova astronomia, mas também na possibilidade, para a própria Igreja, de exercer uma função positiva no mundo da cultura. Tanto na história das ideias como também na história da ciência, o ano de 1633 será todavia um ano decisivo. Poucos meses depois da condenação (em 10 de janeiro de 1634) Descartes escrevia a Mersenne que desistia de publicar o seu tratado sobre o mundo porque lhe tinha chegado a notícia da condenação de Galilei. Por isso adotava como seu lema *bene vixit qui bene latuit* (viveu bem quem soube sabiamente ficar oculto) e confessava ter a tentação de “queimar todos os seus papéis”. Dez anos depois, John Milton lembrava em seu livro *Areopagítica* a sua visita a Galilei (1639) dizendo que “os italianos cultos lamentavam o estado de escravidão em que a ciência fora reduzida na sua pátria; era a razão pela qual o espírito italiano, tão vivo, apagara-se e pela qual há muitos anos tudo aquilo que se escrevia não era nada mais do que adulação e banalidades”.

A sentença condenava Galilei ao cárcere formal. Em primeiro de julho de 1633 obteve a transferência para Sena, onde o arcebispo Ascanio Piccolomini o acolheu com sincera amizade.

Em dezembro foi autorizado a se transferir para a sua vila de Arcetri, perto de Florença, com a condição que vivesse retirado, sem frequentar muitas pessoas “nem para bater papo nem para comer”. Em 2 de abril, de 1634 falecia a sua filha predileta, Irmã Maria Celeste, e Galilei caiu “em uma tristeza e melancolia imensa: inapetência extrema, odioso á mim mesmo, enfim me sinto continuamente chamar por minha filha diletta” (ibid: XVI, 85). No final de 1637 foi acometido por uma cegueira progressiva: “aquele mundo

e aquele universo”, escreve Galilei ao amigo Diodati, “que eu com as minhas observações maravilhosas e claras demonstrações tinha ampliado cem ou mil vezes mais do que aquele visto comumente pelos sábios de todos os séculos passados, agora para mim ficou tão diminuído e restrito a ponto de não ser maior do que aquele que é ocupado pela minha pessoa” (ibid: XVII, 247).

A imagem *totalmente* não-histórica, preferida por muita historiografia do século XIX, de um Galilei livre pensador e positivista *ante litteram* hoje em dia parece ter desaparecido. Igualmente deixaram de ter sentido as muitas e um tanto penosas tentativas de reavaliar ou justificar integralmente as acusações e a condenação. Em 30 de novembro de 1979 o Pontífice João Paulo II, dirigindo-se à Pontifícia Academia” das Ciências-por ocasião do centenário do nascimento de Albert Einstein, lembrava que Galileu Galilei “teve muito que sofrer [...] por parte dos homens e organismos da Igreja” e afirmava que, a respeito dele, houve uma daquelas “intervenções indevidas” já condenadas pelo Concílio Vaticano II (*Acta*, 1979: 1464).

## A NOVA FÍSICA

Os estudos realizados sobre Galilei no decorrer da década de Setenta não só esclareceram a grande importância de dois tratados escritos pelo cientista na fase juvenil, *De motu e Mekaniche*, mas mostraram, por meio de um cuidadoso estudo dos fragmentos, que todos os problemas de fundo da física galileana remontam à década de 1600-10 (Wisn, 1974). Portanto, a maior obra científica de Galilei tem uma gestação muito longa. A obra *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti alla meccanica e ai Movimenti locali* foi editada em Leida, na Holanda, em 1638, sem que Galilei fosse informado oficialmente. Os três interlocutores do *Dialogo* apareciam de novo. Nas primeiras duas jornadas, dedicadas ao problema da resistência dos materiais, desenvolvia-se um verdadeiro e próprio diálogo. Na terceira e na quarta jornada, dedicadas respectivamente aos problemas do movimento uniforme, naturalmente acelerado e uniformemente acelerado, bem como ao problema da trajetória percorrida pelos projéteis, Salviati lê um tratado em latim sobre o movimento que se supõe composto pelo seu amigo acadêmico. Somente aqui e acolá a leitura é interrompida com pedidos de esclarecimentos por parte dos dois interlocutores. Uma “quinta jornada” (sobre a teoria das

proporções formulada por Euclides) e uma “sexta jornada” (sobre o problema da percussão) seriam publicadas respectivamente em 1774 e em 1718).

As teorias elaboradas nos *Discursos* relativas à resistência dos materiais são o ato de nascimento de um novo saber: um *corpus* orgânico de teorias pode ser aplicado pela primeira vez à engenharia civil e militar e à ciência das construções. Neste contexto se torna relevante a tese, presente no começo dos *Discorsi*, de que o “filosofar” precisa levar em cuidadosa consideração o trabalho dos técnicos e, a prática dos artesãos. A esse propósito, declara segredo, a conversação com os mecânicos “pertíssimos e de discurso finíssimo me ajudou várias vezes na pesquisa dos efeitos ainda ocultos e quase inopináveis”. Em primeiro lugar, Galilei ressalta, a importância da *escala* de uma estrutura como fator que determina a sua resistência e demonstra as razões da maior resistência do modelo em comparação com a escala real. Prismas e cilindros que diferem em comprimento e sutileza oferecem uma resistência às rachaduras (ao suporte de pesos nas extremidades) que é diretamente proporcional aos cubos dos diâmetros das suas bases e inversamente proporcional ao seu comprimento. Os ossos de um gigante deveriam ter uma grossura desproporcionalmente grande em comparação com o seu comprimento; por isso, tanto na arte como também na natureza não é permitido aumentar indefinidamente a dimensão das estruturas. A coesão dos sólidos e a resistência dos materiais é explicada recorrendo-se à sua composição atômica ou corpuscular, posto que existe uma resistência à formação do vazio entre as partículas (como é mostrado pela resistência à separação de duas superfícies lisas ao contato) ou uma substância viscosa entre as mesmas partículas. Na sua análise da rachadura das vigas, Galilei ignora o assim chamado efeito de compressão e considera inextensíveis as fibras das vigas.

Na terceira jornada, o caminho percorrido por Galilei para chegar à formulação rigorosa do movimento uniformemente acelerado foi percorrido de novo várias vezes por filósofos e por historiadores da ciência. Tal formulação é colocada no término de um processo de abstração cada vez mais rigorosa de qualquer elemento sensível e qualitativo. No tratado juvenil *De motu* estavam ainda presentes os conceitos de peso dos corpos, de movimento natural para baixo devido ao peso, de *via impressa* entendida como uma leveza temporânea que prevalece sobre a gravidade natural. A velocidade da



queda era colocada em relação com a densidade e ao peso específico dos corpos. Agora em lugar da investigação das causas é colocada uma consideração meramente cinemática, ou seja; a velocidade é concebida como diretamente proporcional ao espaço percorrido. Tal hipótese, aceita em uma primeira fase, em seguida é abandonada a favor de uma proporcionalidade direta com o tempo, que tem uma evidência intuitiva muito menor: “Se um móvel; partindo da posição de repouso, desce com um movimento uniformemente acelerado, os espaços percorridos por ele em quais quer tempos ... estão entre si em relação igual aos quadrados dos tempos”.

No pensamento de Galilei não faltam hesitações para uma plena percepção da identificação das áreas, com as distâncias, pelo fato de ele não possuir uma concepção do cálculo infinitesimal suficientemente clara para afirmar “que a soma de uma infinidade de pequenas linhas, cada qual representando uma velocidade, constitui algo diferente, isto é, uma distância” (Shea, 1974). O método matemático adequado para calcular grandezas variáveis com continuidade seria construído com o cálculo infinitesimal.

O problema que Galilei se pusera no pequeno tratado em latim, inserido nos *Discorsi*, era descobrir uma definição do movimento acelerado de modo uniforme que seja “exatamente congruente [...] com aquela forma de aceleração dos corpos pesados em queda que acontece na natureza”.

Galilei afirma ter sido como que “conduzido pela mão” à sua definição mediante a constatação de que a natureza em todas as suas obras faz uso de meios “mais imediatos, mais simples e mais fáceis”. Uma pedra que cai do alto, a partir da posição de repouso, adquire progressivamente novos incrementos de velocidade. Por que não acreditar que tais aumentos ocorrem da forma mais simples e mais óbvia (*simplicíssima et magis obvia ratiohe*)? Para que um aumento ou incremento da velocidade “ocorra sempre do mesmo modo” exigem-se duas possibilidades igualmente correspondentes: a proporcionalidade da velocidade com o espaço; e a proporcionalidade da velocidade com o tempo. Foi ressaltado várias vezes que a escolha efetuada por Galilei entre estas duas possibilidades (que do ponto de vista da simplicidade lhe parecem equivalentes) está conexas com a sua errada demonstração do caráter logicamente contraditório da primeira das duas hipóteses.

“Mediante a mesma subdivisão uniforme do tempo, podemos conceber que os incrementos de velocidade ocorrem com a mesma simplicidade”. Isso

é possível porque estabelecemos de modo abstrato (*mente concipientes*) “que resulte uniforme e continuamente acelerado aquele movimento que em tempos iguais, seja qual for o sentido em que são encarados, adquire mudanças de velocidade iguais”. A definição, observa Sagredo, é arbitrária, “concebida e suposta de forma abstrata”, podendo-se portanto duvidar que ela se adapte à realidade e se verifique realmente na natureza. Ao terminar a longa demonstração, Simplicio apresenta a mesma objeção. Ele está convencido da validade da demonstração, mas tem fortes dúvidas quanto ao fato de que, no movimento dos seus corpos pesados em queda, a natureza se sirva realmente daquele tipo de movimento: “conforme a minha compreensão e a de outros que pensam como eu, parece-me que neste ponto teria sido oportuno trazer alguma experiência”. E é justamente neste ponto e para responder à tal exigência que Galilei insere nos *Discorsi* a célebre narração do pequeno canal inclinado retíssimo, bem polido e liso dentro do qual se faz descer uma bola de bronze duríssimo, bem arredondada e polida. A formulação, da lei não foi deduzida daquela experiência. Naquela mesma página, Galilei afirma isso com todas as letras: a experiência foi realizada “para comprovar que a aceleração dos corpos pesados descendo naturalmente procede na proporção referida anteriormente”.

A quarta jornada dos *Discorsi*, que contém a análise do movimento dos projéteis, é uma das demonstrações das qualidades excepcionais da ciência galileana. Naquelas páginas Galilei demonstra que a trajetória de um projétil descreve uma parábola que resulta da combinação de dois movimentos independentes e *seminterferir um no outro*, um movimento uniforme para frente em linha horizontal e um movimento uniformemente acelerado para baixo em linha vertical. Desta lei, que resulta da combinação do princípio de inércia com a lei da queda livre, Galilei deriva a determinação da velocidade, altura, trajetória e dimensão do movimento. Tal fato não só constituía o fim de uma maneira tradicional de considerar o movimento. Nestas páginas se colocava de uma forma radicalmente diferente do que no passado o problema das relações entre o movimento e a geometria.

Mesmo no período da velhice, Galilei continua a escrever cartas, apaixonar-se por problemas, discutir e polemizar. Tendo ao seu lado o afetuoso Viviani e Evangelista Torricelli, o mais novo dos seus discípulos, Galilei reencontra por vezes as antigas energias: polemiza com Fortúnio Liceti, acompanha as discussões entre Viviani e Torricelli, esclarece a sua

posição com relação ao aristotelismo. No dia 8 de janeiro de 1642, às 4 horas da manhã, aqueles olhos já quase cegos, que foram os primeiros na história do mundo a ver a paisagem da Lua e as novas estrelas, fecharam-se para sempre. Para não “escandalizar os homens de bem” não foi permitido que fosse construído um “majestoso e suntuoso abrigo” para os despojos mortais de Galilei. Não era correto, escreveu o sobrinho do Pontífice fabricar mausoléus ao cadáver daquele que foi penitenciado no Tribunal da Santa Inquisição e morreu enquanto durava a penitencia”.

# CAPÍTULO 7 – DESCARTES

## UM SISTEMA

A grande construção do pensamento de Descartes se apresentou à cultura européia *como um sistema*. E é esta, na verdade, uma das razões do seu sucesso extraordinário. Tal sistema se apresentava como fundado na razão; excluía definitivamente qualquer recurso a formas de ocultismo e de vitalismo, parecendo capaz de conectar ao mesmo tempo (de um modo diferente daquele que havia sido realizado pela Escolástica na Idade Média) a ciência da natureza, a filosofia natural e a religião; propiciava, enfim, em uma época cheia de incertezas que se relacionavam com as grandes viradas intelectuais, um quadro coerente, harmonioso e completo do mundo.

A penetração e a difusão do pensamento de Descartes foram lentas e difíceis; acompanhadas por acirradas polêmicas. Após ser banida das universidades de Utrecht e Leida já durante a década de quarenta, a filosofia de Descartes foi condenada em todos os Países Baixos por um edito do Sinodo de Dordrecht em 1656. Também a Igreja Católica em 1663 colocava no Index os escritos de Descartes. Na Itália o pensamento de Descartes se apresentou junto com o gassendismo e o baconismo, bem como com a herança conceitual de Telésio, Campanella e Galilei. Tommaso Cornelio “mandou trazer para Nápoles as obras de Renato delle Carte” (Descartes), Leonardo de Cápua, na sua obra *Parere sulla nettezza della medicina*. (*Parecer sobre a incerteza da medicina* - n.d.t.) (1681), teoriza em torno da necessária conjunção da ciência cartesiana e galileana. Michelangelo Fardella de Trápani ensina a filosofia de Descartes em Pádua entre 1693-1709.

Nas últimas décadas do século o pensamento de Descartes conquistara as grandes universidades européias enquanto as condenações foram caindo em desuso. Durante toda a segunda metade do século XVII a filosofia e a física de Descartes permanecem no centro da cultura européia. Com a perspectiva de Descartes medem forças também Hobbes, Espinoza, Leibniz e, mais tarde,

também os grandes expoentes do Iluminismo, assim como os grandes críticos da filosofia de Descartes, desde Locke até Vico, confrontar-se-iam com as suas teses. A intensa discussão entre o sistema de Descartes e o sistema de Newton acabaria somente em torno de 1750, com a derrota da física de Descartes.

## AVANÇO MASCARADO

René Descartes (em latim Cartesius e em italiano Cartesio) nasceu em La Haye (hoje La Haye Descartes) na região da Turena em 31 de março de 1596 de uma família de pequena e recente nobreza. Criado por uma babá e por uma avó materna, após a morte da mãe (em 1597), aos nove anos de idade foi enviado ao famoso colégio dos Jesuítas em La Flèche onde permaneceu durante oito anos. Embora tivesse aprendido muito e após ter lido todos os livros que chegavam às suas mãos, ao término do seu curso de estudos se achou “atrapalhado por tantas dúvidas e erros” a ponto de ser forçado a concluir que aqueles anos lhe serviram para “descobrir cada vez mais a sua ignorância”. Após sair da tutela dos seus educadores, em 1618, “decidido a extrair somente aquele saber que podia encontrar em si próprio ou no grande livro do mundo”, empregou o resto da sua juventude “para viajar, visitar cortes e exércitos, frequentar povos de variada índole e condição e coletar diferentes experiências”. Alistou-se no exército de Maurício de Nassau, em Breda, na Holanda. Foi nesta época que, no final de 1618, conheceu Isaac Beeckman (1588-1637) mestre da escola de latim de Dordrecht: um homem de conhecimentos enciclopédicos e de erudição descomunal; ele costumava anotar no seu célebre *Journal* as reflexões e as ideias (muitas das quais importantes e originais) que lhe decorriam das leituras realizadas ou das suas próprias investigações. O livro de Descartes *Compendium musicae* (que seria publicado póstumo), no qual já consta a sua tese típica sobre a análise matemática e os dados sensíveis, foi por ele oferecido de presente ao referido amigo. Em 1619, Descartes se alistou nas tropas do Eleitor da Baviera - na noite de 11 de novembro, perto de um, tomado por uma espécie de crise de exaltação místico-científica intuiu, como por uma revelação, “o fundamento de uma ciência maravilhosa”. No dia seguinte fez a promessa de uma peregrinação ao santuário de Nossa Senhora Loreto a realizar-se quando aquele projeto se concretizasse. Espalhou-se

amplamente o boato de uma sua filiação (ou de qualquer forma de uma sua forte aproximação) à seita dos Rosacruz. Se por um lado não há qualquer prova de semelhante filiação, há, por outro lado, a certeza de que ele foi atraído pelos aspectos escatológicos é milenaristas presentes nos seguidores do misterioso Rosen-kreutz o qual nas páginas de um dos numerosos opúsculos rosacruceanos intitulado *Confessio* (publicado em 1615) era apresentado como nascido em 1378, afirmando-se ter vivido 106 anos.

Em 1622, após realizar estadas na Boêmia e na Hungria, Descartes retornou à França e no ano seguinte viajou para a Itália. Provavelmente a redação da obra *Regulae ad directionem ingenii* - um texto fundamental para conhecer o seu método - remonta aos anos 1627.

Em 1629 Descartes se estabeleceu na Holanda onde ficaria até 1649. Em 1630 iniciou a redação da obra *Le Monde ou Traité de la lumière*: um texto que Descartes decidiu não publicar depois que, em 1633, chegou-lhe a notícia da condenação de Galilei. A primeira edição sairia em 1664, portanto, mais de catorze anos após a morte do seu autor. O tratado *Discours de la méthode*, um dos textos fundamentais da filosofia moderna, foi publicado em Leyda (8 de junho de 1637) como introdução a três ensaios científicos: o primeiro intitulado a *Dioptrique*, o segundo e terceiro intitulados os *Météores* e a *Géométrie*, respectivamente. A *Dioptrique* continha a formulação exata da lei de refração. Tal lei assinala que, quando um raio de luz passa de um objeto para um outro, a relação entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração se mantém constante. Todavia, este conjunto de escritos, ao qual Descartes confiava a própria imagem que pretendia apresentar aos homens cultos da sua época e que coleta os resultados de duas décadas de trabalho, teve um destino curioso. Até 1644 o referido conjunto de obras foi submetido a uma operação de desmembramento que levou a separar a *Géométrie* (que nos séculos XVI e XVII foi a obra mais discutida e comentada) e, mais tarde, o *Discurso sobre o método* lido como obra exclusivamente “filosófica”. Em 1641 terminou em Paris a impressão das *Meditationes de prima philosophia* e das objeções e respostas: um tratado de metafísica iniciado em torno de 1629. Desta obra, em 1647, sairia uma tradução em francês. Em 1642, as doutrinas de Descartes são condenadas pela universidade de Utrecht. No ano seguinte sai a *Epístola ad Gilbertum Voetium* (Gijsbert Voet foi um dos seus principais acusadores e críticos). Em 1644 são publicados os *Principia philosophiae* que contém, nos últimos três

livros, uma exposição da física. Em 1647 a universidade de Leyda acusa Descartes de pelagianismo. Após dois períodos transcorridos na França, Descartes aceita o convite que lhe foi dirigido por Elisabete, rainha da Suécia e em 1649 parte para Estocolmo. Naquele ano sai o *Traité des passions de Vâme*. Em 1650, em Estocolmo, Descartes morre vitimado por uma pneumonia.

Descartes contribuiu notavelmente para que se criasse em torno da sua imagem uma espécie de mito em que ele aparece como um filósofo solitário, de poucas leituras, atento somente às vozes que chegam do interior da consciência. Entretanto, a quantidade enorme de suas cartas (muitas das quais se referem a temas fundamentais da ciência) seria suficiente para abalar tal mito. Descartes tem familiaridade com os textos dos maiores autores da sua época: Simon Stevin e François Viete entre os estudiosos de álgebra e matemática; Kepler e Christoph Scheiner (1575-1650) entre os cultores de ótica; Gabriel Harvey entre os médicos; Francisco Bacon entre os filósofos naturalistas e teóricos de um novo método. Ele conhece a matemática dos Gregos e as versões de alto nível que delas foram feitas nos manuais de Christoph Clavius (1537-1612), bem como a ótica árabe-latina e a física dos modernos seguidores do atomismo. No conjunto ele se mantém fiel a um modelo que descrevera em um dos seus cadernos juvenis: “Prestes a subir neste cenário mundano [...] vou entrando mascarado”. Assim, como foi escrito a seu respeito, ele foi um revolucionário que não queria ser qualificado como tal; desejava portanto evitar o conflito com a filosofia oficial, conseguindo fazê-lo muito bem sem jamais comprometer o seu próprio ponto de vista (Shea, 1994: 271).

## **INTRODUZIR TERMOS MATEMÁTICOS NA GEOMETRIA**

Já vimos que a ciência moderna não nasceu baseada na generalização de observações empíricas, mas (como se tornou evidente no caso de Galilei) no terreno de uma *análise* capaz de *abstrações*, quer dizer, capaz de abandonar o nível do senso comum, das qualidades sensíveis e da experiência imediata. O instrumento principal que tornou possível a revolução conceitual da física, como é notório, foi a *matematização* da física. Neste aspecto, Galilei, Pascal, Huygens, Newton e Leibniz deram contribuições decisivas. Entretanto, no centro deste grande e complicado processo é preciso colocar a figura de

Descartes.

Com base nos resultados alcançados por François Viète na segunda metade do século XVI a geometria analítica de Descartes realiza uma virada definitiva a respeito da tradição antiga. Tal tradição, de fato, visava a resolver qualquer problema aritmético ou algébrico em termos geométricos. Descartes, no entanto, mostra a possibilidade de uma abordagem algébrica de problemas geométricos. Desde o começo do seu tratado *La Géométrie* (1637) e se acena à necessidade de “introduzir termos matemáticos na geometria” e rompe definitivamente com a tradição que associava a grandezas algébricas elevadas ao quadrado ou ao cubo grandezas algébricas “análogas” fazendo corresponder ao “grau da potência” o “número das dimensões”. Em outros termos, na concepção de Descartes  $(a+b)$ , o quadrado da soma de duas linhas, é ele próprio uma linha e não uma área. As expressões ao quadrado ou ao cubo correspondem entidades geométricas lineares. As linhas de uma figura geométrica são designadas por meio de letras. Formando equações entre aquelas letras, a solução das equações dá o comprimento de uma linha incógnita. A introdução daquelas *coordenadas* que trazem ainda hoje; o nome de *cartesianas* permite além disso definir a posição de um ponto e fazer corresponder, (cinematicamente) uma equação à uma linha reta ou curva tratada a partir daquele ponto. As equações podem ser representadas geometricamente, e as curvas podem ser representadas por meio de equações. Mediante operações algébricas baseadas nas equações que representam determinadas curvas é possível estudar as propriedades daquelas curvas.

## **FÍSICA E COSMOLOGIA**

Em virtude da referida “descoberta” de Descartes, os problemas da física, e em particular os problemas da mecânica, podem ser submetidos à abordagem resolutiva da álgebra. Só para dar, um exemplo, pensemos na determinação, por meio de equações, da parábola de um projétil. A esse respeito, aparecem de uma “clareza ainda insuperada, as frases inseridas por Ernst Cassirer: os termos “espaço, tempo, velocidade, que, considerados em si mesmos parece impossível poder colocá-los em relação entre si, na realidade se tornam *homogêneos*, pois a matemática descobriu um processo mediante o qual a unidade de medida de uma grandeza pode ser referida à



grandeza de outra unidade”.

Na sua grandiosa tentativa de uma *reconstrução* completa e racional do mundo físico, Descartes chegava a uma importante definição do conceito de movimento e a uma clara formulação do princípio de inércia. A sua segunda “lei da natureza” afirma que “cada corpo que se move tende a continuar o seu movimento em linha reta” (Descartes, 1967: H, 94-98). Derrubando as impostações de Copérnico (e de Galilei), Descartes afirma que “qualquer parte da matéria, no seu particular, jamais tende a se mover conforme linhas curvas, mas em linhas retas” e que “todo corpo que se move é determinado a se mover conforme uma linha reta e não conforme uma linha circular”. No movimento circular se revela uma tendência “a se afastar constantemente” do círculo que é descrito: este fenômeno” podemos inclusive senti-lo com a mão, no momento em que fazemos girar esta pedra nesta funda”. Esta “consideração” é de grande importância para Descartes. Na verdade, por meio dela ficava finalmente destruído o mito da perfeição da circularidade. A lei da queda dos corpos pesados tinha sido formulada por Descartes em 1629 (Descartes, 1897-1913 : I, 71) com base na fórmula, errada que vê na velocidade do móvel não uma função do tempo transcorrido, mas do espaço percorrido.

O movimento de que “falaram os filósofos” até agora é bem diferente do movimento concebido por Descartes: na sua concepção o movimento não é um *processo*, mas um *estado* dos corpos e fica no mesmo nível ontológico do repouso: o fato de estar em repouso ou em movimento não provoca nos corpos qualquer mudança. *Movimento e matéria* são os dois únicos ingredientes que constituem o mundo e a física de Descartes é rigidamente mecanicista: por isso, todas as formas dos corpos inanimados podem ser explicadas sem que para tal finalidade seja necessário atribuir a sua matéria nada mais do que o movimento, a grandeza, a forma e a organização das suas partes. *Res cogitans et res extensa* aparecem realidades rigidamente separadas. A natureza não tem nada de psíquico e não pode ser interpretada mediante as categorias do animismo: “Com o termo natureza não visio de modo algum a qualquer divindade ou a qualquer tipo de poder imaginário, mas me sirvo desta palavra para indicar a própria matéria, enquanto dotada de todas as Qualidades que lhe atribui, tomadas todas em seu conjunto, e sob condição de que Deus continue a conservá-la do mesmo modo em que a criou”. Pelo fato que Deus continua a conservá-la, as diversas mudanças que

nela acontecem não poderão ser atribuídas à ação de Deus, mas à própria natureza: por isso, “as regras segundo as quais tais mudanças acontecem quero chamá-las de leis da natureza”.

Como em qualquer perspectiva mecanicista, Descartes faz uso de modelos para a interpretação da natureza; por exemplo, o mundo das ideias de modo algum é o espelho do mundo real e não há qualquer razão para crer (mesmo quando normalmente todos estamos convictos disso) “que as ideias contidas no nosso pensamento sejam totalmente semelhantes aos objetos dos quais derivam”. Assim como as palavras, que nasceram da convenção humana, “bastam para nos fazer pensar coisas às quais não se assemelham de modo algum”, do mesmo modo a natureza estabeleceu “sinais” que provocam em nós sensações mesmo não tendo em si mesmos nada de semelhante com aquelas sensações.

Como é notório, a *matéria* conforme a concepção de Descartes se reduz à *extensão* e se identifica com ela. Entre a matéria e o espaço ocupado pela matéria há como única diferença a mobilidade: isso no sentido de que um corpo material é uma forma do espaço que pode ser transportada de um lugar para outro sem perder a própria identidade. Tal matéria de fato mantém “a própria extensão de comprimento, largura e profundidade, que constitui o espaço e constitui o corpo; e a diferença que há entre eles consiste a não ser no fato que nós atribuímos ao corpo uma extensão particular, que concebemos mudar de lugar junto com ele todas as vezes que ele é transportado” (Descartes, 1967: II, 77). Se o *espaço e o movimento* constituem o mundo, o universo de Descartes é a *geometria realizada*.

A identificação cartesiana de espaço e matéria implicava uma série de consequências: 1) a identidade da matéria que constitui o mundo; 2) a extensão ilimitada do mundo; 3) a divisibilidade ao infinito da matéria; 4) a impossibilidade do vazio. Como o espaço na concepção de Euclides, o mundo ou “a matéria extensa que compõe o universo não tem limites” (ibid: II, 84). Considerando que o atributo da *infinidade* cabe somente a Deus e a infinidade não pode ser compreendida e analisada pelo intelecto finito do homem “chamaremos estas coisas de *indefinidas* ao invés de *infinitas* a fim de reservar somente para Deus o nome de infinito” (ibid: I, 39-40). A negação de Descartes do vazio é mais radical do que aquela do próprio Aristóteles. Na concepção de Descartes o espaço vazio é impossível porque se existisse seria um nada existente, uma realidade

contraditória. O nada não tem propriedades nem dimensões. A distância entre dois corpos é uma dimensão e a dimensão coincide com a matéria que é extremamente “sutil” para ser percebida e que imaginamos como sendo “o vazio”. Para Descartes, a realidade é constituída por corpúsculos; ele porém se distancia fortemente da tradição do atomismo por duas razões: primeiro, pelo fato de conceber as partículas que constituem o mundo como divisíveis ao infinito; segundo, por não admitir a existência do vazio.

A água, a terra, o ar e todos os outros corpos semelhantes que estão ao redor de nós - ele escreve no tratado *Metéores* - na minha opinião são compostos “de numerosas partículas diferentes pela forma e grandeza; partículas que nunca estão tão bem ordenadas, nem tão perfeitamente unidas entre si, que não deixem ao seu redor “numerosos intervalos; tais intervalos não são vazios, mas cheios de uma matéria extremamente sutil por cuja interposição se comunica a ação da luz” (Descartes 1966-73: II, 361-62), Descartes não se coloca somente o problema da constituição atual do universo, mas também o problema da sua formação. O universo deriva da matéria extensa subdividida por Deus em cubos, nas formas mais simples da geometria. Deus colocou em movimento as partes do universo, umas em relação com as outras, colocando simultaneamente os cubos “em agitação”. Desse modo se formaram os *três elementos* constitutivos do mundo. Por causa da fricção entre os cubos se produz um arredondamento dos seus ângulos e arestas. Os cubos assumem uma forma diferente e se tomam pequenas esferas. As partículas infinitesimais produzidas pela “raspagem” constituem o *primeiro elemento* “luminoso” cuja agitação é a luz. Este primeiro elemento “é como um líquido, o mais sutil e penetrante que existe no mundo”; as suas partes não têm forma, e grandeza determinada mas “mudam de forma a cada instante para se adaptarem à forma dos lugares em que entram”. Por conseguinte não há passagem tão estreita, nem parte tão pequena que tais partículas não possam exatamente encher. O movimento desta matéria é comparado ao curso de um rio que se espalha diretamente sob o Sol causando a sensação da luz (Descartes, 1-897-1913: II, 364-65). Se o primeiro elemento (comparável ao Fogo) é a luz, o *segundo elemento* transmite a luz: é “lumífero” e é o *éter* que forma os céus. As suas partículas são todas “mais ou menos esféricas e unidas juntas, como grãos de areia ou de poeira”. Tais partículas não podem ser armazenadas nem comprimidas até fazer

desaparecer aqueles intervalos em que “o primeiro elemento consegue deslizar facilmente”. O *terceiro elemento* também deriva das “raspagens” que se juntam em partículas em forma de parafuso e são providas de sulcos. Tais partículas se soldam entre si dando origem a todos os coitos terrestres e opacos. As partes do terceiro elemento são “tão densas e unidas de tal forma que tem a força de resistir sempre ao movimento dos outros corpos”. As partículas da água, ao contrário, são “longas, polidas e lisas como pequenas enguias, que, apesar de se unir em e se entrelaçarem umas às outras, não se conectam nem jamais se juntam de tal forma que, em seguida, não é possível destacá-las facilmente uma da outra” (Descartes, 1966-83 : H, 362-63).

A *matéria sutil* que compõe os céus, na física cartesiana exerce funções decisivas: tal matéria constitui o fundamento não só da rarefação e condensação, mas também da transparência e opacidade, da elasticidade e da própria gravidade. O movimento dentro de um universo cheio se configura necessariamente como deslocamento ou nova arrumação e, nestas condições, cada movimento tende a criar um turbilhão ou vórtice. Todos os movimentos que acontecem no mundo são de algum modo circulares. Isto “quer dizer que quando um corpo deixa o seu lugar, vai para o lugar de um outro corpo que, por sua vez, vai para o lugar de um terceiro, e assim por diante até o último corpo, que vai ocupar no mesmo instante o lugar deixado pelo primeiro, de maneira que não resta mais vazio entre eles, enquanto se movem, do que há quando estão parados”. Considerando que no mundo não existe o vazio “não foi possível que todas as partes da matéria se movessem em linha reta, mas, sendo mais ou menos iguais e podendo ser todas desviadas quase com a mesma facilidade, elas tiveram que assumir todas juntas um determinado movimento circular”. Posto que desde o início Deus moveu tais partes de formas diferentes, elas se puseram a rodar “não ao redor de um único centro, mas sim ao *“redor de muitos centros diferentes”*. As partículas globulares do segundo elemento formaram amplos turbilhões rodando. Por causa da força centrífuga as partículas do primeiro elemento foram impelidas para o centro. O Sol e as estrelas fixas são amontoados de partículas (em forma de globo) do primeiro elemento. Tanto o primeiro elemento quanto o segundo giram, ao redor do Sol e das estrelas! guisa de turbilhões líquidos. Em tais turbilhões “bóiam” os planetas que são arrastados ao redor do Sol pelo movimento do turbilhão menor: do mesmo modo em que pedacinhos de madeira rodam em pequenos redemoinhos que por sua vez são arrastados como por uma corrente

maior de um rio. Os cometas não são fenômenos óticos, mas corpos celestes reais que viajam sem fim na periferia dos turbilhões passando de um vórtice para outro universo infinitamente grande a expansão dos turbilhões é impedida por vórtices limítrofes. Os vórtices, finalmente, geram as forças que seguram os planetas nas suas órbitas. Esta doutrina não dava explicação dos detalhes técnicos da astronomia planetária (Descartes não menciona as leis de Kepler) mas respeitava as leis fundamentais do mecanicismo: sem o recurso a algum tipo de “forças ocultas” ela parecia capaz de explicar a rotação dos planetas ao redor do Sol.

Em um mundo que está todo repleto de matéria e no qual o vazio não existe, cada movimento se configura necessariamente como um choque. Por isso o tema do *choque* ou da *batida* se encontra no centro da física de Descartes. Posta a imutabilidade de Deus, a quantidade de movimento do universo permanece constante. Com este termo Descartes indica o produto da “medida” de um corpo pela sua velocidade. Mas a sua “medida” não coincide com a nossa “massa” e a velocidade não é encarada por ele como uma quantidade veicular (Westfall, 1984: 150). Todavia não há necessidade que continue constante a quantidade de movimento de cada corpo. No choque o movimento pode ser transferido de um corpo para outro corpo. A terceira lei da natureza é formulada da seguinte forma: “Se um corpo que se move encontra outro corpo mais forte do que ele, não perde nada do seu movimento, e se encontra um outro corpo mais fraco que ele possa mover, a velocidade que perde é igual à velocidade dada ao outro corpo” (Descartes, 1967: II, 98). Com base nesta terceira lei um corpo em movimento não poderia colocar em movimento um outro corpo com que entrasse em colisão estando este em posição de repouso e tendo este uma massa, maior. Galilei tinha relevado com clareza que, seja qual fosse a massa de um corpo em repouso, um corpo que o atinge, por pequeno que seja, iria conferir-lhe sempre um movimento. Somente um corpo em repouso absoluto, isto é, de massa infinita, não seria passível de qualquer mudança em consequência de um choque. No tratado *De motu corporum ex percussione* (escrito em 1677, mas publicado somente em 1703) Christian Huygens rejeitaria as teses cartesianas sobre o choque que possuía da obra *Principia Philosophiæ* anotando erro! erro! até que - como escreve Voltaire - na décima quinta carta das *L e Z philosophiques*). “cansado de escrever em toda a parte a palavra *erro*, jogou fora o livro”.

## O MUNDO COMO GEOMETRIA REALIZADA

Escrevendo a Mersenne, certa vez Descartes escreveu o seguinte: “Na minha física não há nada que não se encontre também na minha geometria” De fato, estritamente conexa com a geometria, a física cartesiana está fundada, como a geometria, sobre uma série de axiomas e tem um caráter estritamente dedutivo.

Alexandre Koyré explicou de modo (Koyré, 1972) - a o contrário da física de Galilei e daquela de Newton, jamais é colocada a pergunta: “quais são as formas de agir efetivamente seguidas pela natureza?”. Mas se coloca a seguinte pergunta: “quais são as formas de agir que a natureza deve seguir?”. A concepção da física como geometria e do mundo como “geometria realizada” levaram Descartes para uma física “imaginária”, cujo caráter de “romance filosófico seria apontado não só pelo “cartesiano” Huygens e por Newton mas também por um grande número de críticos. Em numerosíssimos casos a conexão com a experiência e a busca de confirmações empíricas das teorias eram sonante quiméricas no sistema cartesiano. As leis cartesianas da natureza (escreve, ainda Koyré) são leis para a natureza às quais ela não pode deixar de se adequar porque são elas que a constituem.

A construção do pensamento de Descartes desperta um fascínio enorme. Um testemunho eloquente a esse respeito são as afirmações contidas em uma carta que Christian Huygens (1629-95) enviou a Bayle em 26 de fevereiro de 1693. Nesta carta Huygens afirma que Descartes achou a maneira de fazer aceitar como verdadeiras as suas conjeturas e as suas ficções. A todos os que liam os seus *Principia philosophiae*, acontecia algo parecido com o que ocorre aos leitores de belos romances que acabam tomando-os por histórias verdadeiras. “Quando pela primeira vez li este livro - ele escreve, tive a impressão de que tudo corresse às mil maravilhas, e quando encontrava alguma dificuldade, acreditava que isso dependesse do fato de eu não ter entendido corretamente o pensamento do autor. Na época tinha quinze ou dezesseis anos de idade ... Agora não acho quase mais nada a aprovar como verdadeiro em toda a sua física, nem na sua metafísica e nem nos seus meteoros” (Descartes, 1897-1913: X, 403).

Às lembranças autobiográficas escritas na idade tardia por filósofos e por cientistas tendem com frequência a simplificar peripécias intelectuais

complicadas e ricas de detalhes. Huygens estudara em Haia e em Leida com mestres cartesianos. Mais tarde, em Paris e em Londres entrara em contato com os ambientes de Mersenne e com os “virtuosos” da Royal Society. Na sua atividade se juntam refinadas pesquisas teóricas de matemática e de mecânica e interesses pela técnica e pelas máquinas que o relacionam com a tradição de Bacon e de Galilei. Com exceção da ótica exposta no *Traité de la lumière* (1690), fundamentalmente, Huygens ficou muito ligado ao mecanicismo no sentido cartesiano do termo. As tomadas de posição antinewtonianas contidas no tratado *Discours sur la cause de la pesanteur* (1690) nascem neste terreno.

Ao contrário de Huygens, Descartes escrevera toda a sua física sem usar fórmulas e sem se servir da matemática. A sua física continha leis expressas matematicamente (como várias vezes foi repetido): a sua era uma física matemática. O “matematismo” cartesiano se manifestava somente no caráter axiomático e dedutivo da sua construção do mundo, o próprio título do livro de *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (publicado em Londres em 1687) exprimia uma tomada de posição polêmica a respeito da física de Descartes e dos cartesianos. Newton apresentava em linguagem matemática os princípios da filosofia natural e, ao mesmo tempo, tornava própria a grande lição do experimentalismo de Bacon, de Hooke e de Boyle.

# CAPÍTULO 8 – MUNDOS INUMERÁVEIS

## UM VAZIO INFINITO

As obras de Giordano Bruno (1548-1600), defensor ardoroso da verdade do sistema de Copérnico, queimado na fogueira como herege no Campo del Fiori em Roma, foram procuradas e lidas avidamente em toda a Europa. O nome dele se tornou um símbolo. A teoria copernicana, na opinião de Bruno, não é uma mera hipótese matemática, como quer aquele “asno ignorante e presunçoso” que escreveu o Prefácio ao tratado *De revolutionibus* (como se sabe, esse tal é Osiander). Na perspectiva de Bruno, o copernicanismo não é apenas um novo sistema astronômico. Na verdade, é uma nova concepção do mundo. É a conquista de uma nova verdade e, ao mesmo tempo, é um instrumento de libertação: “Esta é uma filosofia que abre os sentidos, satisfaz o espírito, exalta a inteligência e conduz o homem à verdadeira felicidade, que pode alcançar como ser humano”.

Conforme a concepção de Copérnico o mundo era finito e fechado dentro do céu das estrelas fixas. O tratado de Giordano Bruno *Cena delle ceneri* (1584) não contém apenas uma confutação das objeções clássicas contra o movimento da Terra, mas contém também a afirmação definitiva da infinitude do universo: “o mundo é um ser infinito, e portanto não existe nele nenhum corpo, cuja realidade consista simplesmente no fato de estar no meio, no extremo, ou entre esses dois termos”. A infinitude do mundo, produzido por uma causa infinita, coincide com a infinitude espaço: “Nós afirmamos que tal espaço é infinito, porque não há nenhuma razão, conveniência, possibilidade, sentido ou natureza que o determine [...]. Por conseguinte a Terra não está de modo algum no meio do universo, apesar de tal conceito se relacionar com a nossa razão [...]. Desse modo se exalta a excelência de Deus, manifesta-se a grandeza do seu poder, sendo glorificado não somente em um Sol, mas em incontáveis universos solares; não em uma só terra, em um único mundo, mas em duzentos mil, digo em infinitos



mundos” (Bruno, 1907: 275, 309).

Na opinião de Giordano Bruno, movimento e mudança são realidades positivas. Descanso e parada são sinônimo de morte. Somente aquilo que muda está vivo e a perfeição coincide com o devir e a mudança: “Não existem limites, termos, margens, muralhas que possam frustrar ou diminuir a infinita abundância das coisas [...] porque do infinito sempre brota nova abundância de matéria” (ibid: 274). Na mesma página do tratado *De l’infinito, universo e mondi* (1584) Bruno se refere a Demócrito e a Epicuro. O mundo de Copérnico e os outros inumeráveis mundos análogos são colocados em um espaço infinito e homogêneo “que podemos chamar como toda liberdade de vazio”. O vazio infinito da tradição de Demócrito e de Lucrecio se torna uma espécie de “lugar natural” para o sistema solar de Copérnico e para uma pluralidade de tais sistemas (Kuhn, 1972: 303). Com relação ao universo vivo de Giordano Bruno, houve quem falasse, não sem razão, de *astrobiologia*. Na verdade, Bruno não se limita a interpretar as esferas e os epiciclos como “emplastos e receituários para curar a natureza [...] a serviço do Mestre Aristóteles”. Ele rejeita também a circularidade e a regularidade dos movimentos celestes bem como a ideia de qualquer movimento “contínuo e, regular ao redor do centro”. Por isso afirma no universo físico a impossibilidade de movimentos perfeitos e de formas perfeitas. Nas leis dos movimentos dos corpos celestes ele enxerga algo que é próprio de cada astro e de cada planeta em particular. Atribui à “alma própria” dos astros o percurso que eles cumprem nos céus: “Tais corredores tem o princípio de movimentos intrínseco na sua própria natureza, na própria alma e na própria inteligência”.

Bruno realiza uma clara distinção entre o *universo* e os *mundos*. Na sua cosmovisão, falar de um sistema do mundo não significa falar de um sistema do universo. A astronomia é legítima e possível como ciência do mundo que cai no âmbito da nossa percepção sensível. Mas além deste universo, estende-se um universo infinito que contém aqueles “grandes animais” que chamamos astros, e abrange uma pluralidade infinita de mundos. Aquele universo não tem dimensões nem tamanho, nem possui forma nem figura. Nesse universo, que é ao mesmo tempo uniforme e sem forma; que não é nem harmonioso e nem ordenado, não pode haver de modo algum um *sistema*.

*Na apaixonada Apologia pro Galileo* (1616), escrita no cárcere em que

estava sepultado desde 1599, Tommaso Campanella (1568-1639) insistiria com força na diferença muito profunda que há entre o fato de admitir a existência de outros mundos, coordenados para formar um *único sistema* e, por outro lado, admitir uma pluralidade de mundos dispersos de modo desordenado em um espaço infinito. Por isso, Campanella afirma que, graças aos seus instrumentos admiráveis, Galilei nos mostrou astros até então desconhecidos, ensinando-nos ao mesmo tempo que os planetas são parecidos com a Lua, recebem a sua luz do Sol e giram uns ao redor dos outros. Aprendemos de Galilei que no céu ocorrem transmutações de elementos, como também que existem nuvens e vapores entre as estrelas e que há um grande número de mundos. O nono dos onze *Argumenta contra Galilaeum* discutidos por Campanella afirma que a partir dessas opiniões se deduz que existem outros mundos. As afirmações de Galilei, esclarece Frei Tommaso, não devem ser confundidas com aquelas de Demócrito e de Epicuro: Galilei sustentou que todos os sistemas cósmicos, estão contidos em um único sistema, encerrados em um único espaço e coordenados em uma unidade mais ampla: “Admitir mais mundos não coordenados para constituir um único mundo, como fizeram Demócrito e Epicuro, é um erro contra à fé, porque disso resulta que os mundos se formam ao acaso sem a intervenção ordenadora de Deus. Entretanto, conceber muitos sistemas menores no seio de um grande sistema ordenado segundo a mente divina, de modo algum é contrário à Escritura, mas somente a Aristóteles” (Campanella, 1968: 50-51).

A existência de mundos não coordenados para constituir um único mundo está no centro da especulação de Giordano Bruno. Copérnico, Kepler, Tycho Brahe e Galilei (apesar das diferenças) sustentam porém bem firme a imagem de um universo ordenado como um sistema unitário; na sua perspectiva, tal enquanto tal ele seja necessariamente ordenadíssimo, isto é, constituído de partes dispostas entre si com suma e perfeitíssima ordem. Tais palavras de Galilei (Galilei, 1890-1909 : VH, 55-56) constituem uma alternativa radical no confronto com a imagem bruniana do universo. A estranha mistura que consta do pensamento de Bruno, de temas tirados do platonismo de Cusano e do materialismo de Lucrécio geraram a imagem de um universo “situado ao acaso” que seria rejeitada não só pelo fato de ser ímpia, mas porque em contraste com uma tradição milenária é realmente difícil de ser aceita pelos teóricos da nova astronomia.

## UM UNIVERSO INFINITO E INFINITAMENTE POVOADO

Arthur O. Lovejoy, teórico e fundador da “história das ideias, na sua célebre obra publicada em 1936 com o título *The Great Chain of Being*, enumerou as cinco “teses revolucionárias” que, na segunda metade do século XVII e no século XVIII, caracterizaram a nova concepção do universo: 1) a afirmação segundo a qual outros planetas do nosso sistema solar são habitados por criaturas vivas, sensíveis e racionais; 2) a demolição das muralhas externas do universo medieval, quer se identificassem com a esfera cristalina extrema ou com uma determinada região das estrelas fixas, e a dispersão dessas estrelas dentro de espaços vastos e irregulares; 3) a convicção de que as estrelas fixas são sóis semelhantes ao nosso, todos ou quase todos rodeados por sistemas planetários próprios; 4) a hipótese de que também os planetas desses outros possam ser habitados por seres racionais; 5) a afirmação da efetiva infinitude do espaço do universo físico e do número dos sistemas solares nele contidos (Lovejoy V, 1966: 114).

Nenhuma das cinco teses que acabamos de referir se encontra em Copérnico. Tanto a doutrina da infinitude do universo quanto a doutrina da pluralidade dos mundos foram rejeitadas de várias formas pelos três maiores astrônomos da época de Giordano Bruno e da geração sucessiva: Tycho Brahe, Kepler e Galilei.

Kepler se opõe decididamente à infinitização do universo prospectada por Giordano Bruno, rejeita também a comparação do Sol com as estrelas fixas e continua sustentando a unicidade e a “excepcionalidade” do sistema solar contrapondo-o ao aglomerado imóvel das estrelas fixas. Os centros das estrelas fixas estariam, então, todos situados sobre uma única superfície esférica, e ficariam portanto todos na mesma distância da Terra? Tal questão para Kepler parece incerta, mas na sua opinião é absolutamente verdade, que o universo “tem no centro um vazio imenso; uma grande cavidade, rodeada pela fileira das estrelas fixas, ou seja, delimitada e fechada como por uma parede ou por uma abóbada, e é dentro desta imensa cavidade que está fechada a nossa Terra com o Sol e as estrelas móveis” (Kepler, 1858-71: VI, 137).

Tanto *antes* como *depois* das descobertas, efetuadas por Galilei por meio do seu telescópio Kepler mantém bem firme a sua rejeição das teses

infinetistas de Giordano Bruno. O universo é construído por um Deus geômetra e tem um esquema geométrico: o vazio coincide com o *nada* e as estrelas fixas não estão espalhadas de modo irregular ou irracional no espaço: “Como é possível encontrar no infinito um centro, que está em todo o lugar no infinito? Com efeito, qualquer ponto do infinito fica igualmente distante, isto é, infinitamente, dos extremos infinitamente distantes. Daí resultaria que o mesmo ponto seria centro e ao mesmo tempo não seria centro, e muitas outras coisas contraditórias, que muito corretamente evitaria quem, achando o céu das estrelas fixas limitado no seu interior, limitá-lo-ia também no exterior” (Kepler, 1858-71 : H, 691; cf. Koyré, 1970: 59). O sistema solar permanece um *unicum* no universo. A respeito das descobertas efetuadas por Galilei mediante a luneta pode-se dar duas interpretações possíveis: as novas estrelas fixas que Galilei viu não eram visíveis antes a olho nu ou por ficarem demasiado distantes ou por serem demasiado pequenas. Entre estas duas interpretações, Kepler escolhe decididamente a segunda (Koyré, 1970: 63).

A *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* publicada por Kepler em 1610 é motivada por uma preocupação fundamental: mostrar que as descobertas astronômicas de Galilei não constituem de modo algum uma prova da validade da cosmologia infinitista de Giordano Bruno. Kepler não pode ficar desfavoravelmente impressionado pela descoberta de novas *luas* ou satélites que giram ao redor de um dos planetas do sistema solar. Todavia, a descoberta de novos planetas que giram ao redor de uma das estrelas fixas iriam causar uma crise à sua cosmologia, dando razão às teses de Giordano Bruno e do seu amigo Wackher von Wackhenfeltz, com o qual ele discute o problema, e é um adepto entusiasta das doutrinas brumanas. Se Bruno tem razão, isto é, se o sistema solar não for mais equidistante das estrelas fixas, e se o universo não tem mais um centro, nem tem mais limites, então deveria ser abandonada a imagem de um universo construído para o ser humano, bem como a imagem do homem Senhor da criação.

Kepler não está nem um pouco disposto a abandonar esse tipo de concepção. As páginas iniciais da *Dissertatio* são um documento extraordinário. Com a sinceridade que caracteriza todos os seus escritos, Kepler dá uma explicação da sua situação e das suas atitudes *após* receber a notícia de que Galilei viu no céu novas “estrelas”, mas *antes* de saber de quais estrelas se trate. A espera de ver o texto de *Sidereus Nuncius* Kepler e von Wackhenfeltz dão do mesmo texto duas diferentes interpretações: na

opinião de Kepler é possível que Galilei tenha visto quatro pequenas luas girar ao redor de um dos planetas, para Wackhenfeltz, ao contrário, parece certo que os novos planetas tivessem sido vistos girar ao redor de alguma estrela fixa. Esta era uma possibilidade que Wackhenfeltz já prospectara a Kepler “deduzindo-a das especulações do cardeal Cusano e de Giordano Bruno”. A leitura do texto de Galilei dá razão a Kepler e ele fica confortado por tal leitura: “Se você [Galilei] tivesse descoberto planetas girando ao redor de uma das estrelas fixas, já estavam preparadas para mim as correntes é o cárcere nos mundos inumeráveis de Giordano Bruno ou mesmo o exílio naquele infinito. De momento, portanto, você me libertou de um grande pavor que surgiu em mim logo que tive notícia do seu livro por causa do grito de triunfo do meu opositor” (Kepler, 1937- 1959: IV, 304).

Na perspectiva de Kepler a Terra continua sendo a sede mais alta do universo, a única adequada para o homem, senhor da criação. O sistema dos planetas em um dos quais nos encontramos é situado por Kepler “no lugar principal do universo, ao redor do coração, do universo que é o Sol”. Dentro daquele sistema de planetas, a Terra ocupa a posição central entre os globos principais (no exterior: Marte, Júpiter, Saturno; na interior: Vênus, Mercúrio e o Sol). A partir da Terra estamos ainda em condição de distinguir Mercúrio, que não seria visível a partir de Júpiter ou de Saturno. A Terra é “a sede da criatura capaz de contemplar a favor da qual foi criado o universo”, é o lugar “totalmente adequado para a criatura mais importante e mais nobre entre os seres corpóreos” (Kepler, 1937-59: VII, 279; IV, 308).

A infinitude do cosmo, que despertava os entusiasmos de Bruno, parecia para Kepler a fonte de “um não sei qual horror secreto e oculto: sentimo-nos perdidos naquela imensidão à qual são negados limites e centro, à qual é negado, por conseguinte, um lugar qualquer determinado” (Kepler, 1558-71: II, 688). Contra a tese da infinitude do cosmo, Kepler dispunha todavia de um argumento muito “forte”, cuja importância devia ser relevada dois séculos mais tarde. Além das estrelas fixas conhecidas desde a antiguidade, Galilei pensa que o céu é povoado por mais de dez mil estrelas. Kepler chegou a este número, com base em um cálculo aproximativo por falta de dados. Mas não importa: “quanto mais densas e numerosas elas são, tanto mais é válida a minha argumentação contra a infinitude do mundo” (Kepler, 1972: 55). Mesmo que entre mil estrelas fixas houvesse somente alguma maior do que a sexagésima parte de um

grau, ou de um minuto (e as estrelas medidas até agora resultam ainda maiores), reunidas juntas, igualariam e superariam o diâmetro do Sol. O que aconteceria com dez mil estrelas? Se aqueles Sóis são da mesma espécie do nosso Sol, “por qual razão também todos aqueles Sóis colocados juntos não superam em esplendor este nosso Sol?” (ibid: 55). Este argumento de Kepler é a raiz histórica do célebre “paradoxo do céu noturno” que seria discutido por Edmund Halley na década de Vinte do século XVIII e exatamente um século mais tarde pelo astrônomo alemão Heinrich Olbers.

## **GALILEI, DESCARTES E A INFINITUDE DO MUNDO**

Galilei nunca fez qualquer aceno ao nome de Giordano Bruno nem nas suas obras e nem nas suas cartas, sendo censurado por causa disso por Kepler. Aliás, como foi analiticamente documentado por Alexandre Koyré (Koyré, 1970: 71-78), Galilei não participa do debate sobre a finitude ou infinitude do universo, declarando nunca ter tomado uma decisão e respeito e, embora fosse propenso para a ideia da infinitude, considera tal questão sem solução. De fato, não é provado, nem o será eternamente, “que as estrelas do firmamento estejam situadas todas em um mesmo universo”. Pois ninguém sabe nem jamais poderá saber não só, qual seja a figura (do firmamento), ou se ele tem alguma figura” (Galilei, 1890-1909: VI, 523, 518). No *Dialogo* se encontra a afirmação de que “as estrelas fixas são outros tantos sóis” e que não sabemos onde encontrar ou se até mesmo existe o centro do universo”, mas se encontra além disso a decidida negação da infinitude do universo (ibid: VII, 306). Tanto para uma quanto para a outra destas duas soluções, escreve a Fortúnio Liceti em 1639, são apresentadas simultaneamente “razões inteligentes [...] mas para o meu cérebro nem estas razões e nem aquelas são necessariamente conclusivas, de tal modo que fico sempre indeciso qual das duas afirmações seja verdadeira”. Todavia, há uma única razão que o inclina para a tese da infinitude: é mais fácil referir a incompreensibilidade ao infinito incompreensível do que ao finito que não é incompreensível. Entretanto, conclui que se trata de uma daquelas questões, como a predestinação e o livre arbítrio, “por ventura inexplicáveis pelos discursos humanos” (ibid: XVIII, 106).

O raciocínio exposto por Galilei a Liceti não carece de sutileza: se estou

indeciso a respeito da questão finito-infinito, e nem sei decidir, então é provável que o universo seja infinito, porque, se fosse finito, não viveria esta indecisão e esta incerteza. No tratado *Principia* (1644), Descartes faz um raciocínio diferente: não devemos nos envolver nas disputas sobre o infinito - porque seria ridículo que nós, sendo finitos, procurássemos determinar alguma coisa e, por este recurso, supô-lo finito na tentativa de compreendê-lo. O exame do infinito, realizado por uma mente finita, pressupõe a sua redução ao finito. Sortiente, aqueles que imaginam o seu espírito ser infinito se envolvem em tais questões (por exemplo se a metade de uma linha é infinita ou se o número infinito é par ou ímpar). Por isso, é necessário recusar-se a responder a tais problemas: “não se deve procurar compreender o infinito, mas somente pensar que tudo aquilo em que não encontramos nenhum limite é indefinido” (Descartes, 1967: II, 39). Na série dos números, assim como na extensão do mundo pode-se sempre “proceder além: “chamaremos essas coisas indefinidas em lugar de infinitas, a fim de resguardar somente para Deus o nome de infinito” (*ibid.*).

Na correspondência com o filósofo neoplatônico inglês Henry More (1614-87) que se referia tanto a Giordano Bruno e a Lucrécio, como também à tradição Cabalística e à filosofia cartesiana, o próprio Descartes esclarece ulteriormente a sua distinção entre indefinido e infinito. A afirmação do caráter indefinido da extensão basta para fazer frente à objeção de More pela qual uma extensão limitada e um número limitado de turbilhões implicariam (por efeito da força centrífuga) uma dispersão de átomos e poeiras errantes de toda a máquina cartesiana do mundo. Não é possível imaginar um lugar fora da extensão (ou da matéria) em que tais partículas poderiam escapar.

Em um universo que não tem limites nem fronteiras a noção de centralidade do homem no universo tende a perder sentido. O antropocentrismo é uma manifestação de orgulho, é a manifestação da incapacidade de captar a grandeza do Criador e ao mesmo tempo a pretensão de impor à criação o nosso ponto de vista privilegiado. Ao pensarmos que Deus criou todas as coisas somente para o nosso uso, revelamos uma demasiada pretensão de nossa parte. “Não é provável de modo algum que todas as coisas tenham sido feitas para nós de forma que Deus ao criá-las não teve nenhuma outra finalidade [...]. De fato, há no mundo atualmente uma infinidade de coisas, ou existiram no passado e já deixaram de existir totalmente, sem que nenhum homem jamais as tenha visto ou conhecido e

sem que jamais lhe tenham prestado qualquer serviço” (ibid: II, 118). Considerando que não podemos conhecer as finalidades de Deus, ele já escrevera em uma carta de 1641, que seria absurdo sustentar que Deus, ao criar o universo, não tenha tido outra finalidade a não ser o louvor do homem e que o Sol tenha sido criado para a única finalidade de propiciar ao homem a luz (Descartes, 1936-63 : V, 54). A pequenez da Terra comparada com a grandeza do céu poderia parecer incrível somente para aqueles que não tem um suficiente conceito de Deus, e que consideram “a Terra como a parte principal do universo porque é a morada do homem, mantendo assim, sem qualquer razão, a convicção de que todas as coisas foram feitas em benefício do próprio homem” (Descartes, 1967: II, 138).

A respeito de habitantes de outros mundos e sobre a existência de outras criaturas inteligentes no universo, Descartes sustenta que a questão não pode ser decidida, mas afirma que o mistério da Encarnação e todos os outros favores que Deus concedeu aos homens não impedem “que ele possa ter concedido infinitos outros privilégios a uma infinidade de criaturas”. Ele declara deixar sempre em suspenso questões desse tipo, preferindo não negar é nem afirmar nada a respeito (ibid: II, 626-27). Entretanto, ao término da sua vida e justamente em função da polêmica contra o antropocentrismo, Descartes apresentava de novo a hipótese de uma pluralidade de mundos habitados. A atitude de considerar-se “caríssimos a Deus” é comum aos homens e, baseados nisso, eles pensam que tudo tenha sido feito para eles e que a sua própria Terra esteja “antes de tudo”. Mas será que sabemos se Deus produziu alguma coisa nas estrelas? se colocou nelas “criaturas de espécie diferente, ou outras vidas, e, por assim dizer, outros homens, ou pelo menos seres análogos aos homens?”. Para prodigar na criação o seu poder, Deus poderia ter produzido infinitas espécies de criaturas; por isso, “não devemos presumir demais, como se tudo estivesse em nosso poder e em nossa função, enquanto alhures existem talvez outras inumeráveis criaturas sem dúvida melhores do que nós” (ibid: II, 696).

## **NÃO ESTAMOS SOZINHOS NO UNIVERSO**

Kepler acredita na existência de uma parede ou de uma “abóbada” (usa também a expressão *cutis sive tunica, pele* ou túnica) que encerra a imensa cavidade em cujo centro está o sol. Tycho Brâhe acha que o universo é finito



e fechado pela esfera das estrelas fixas. Galilei teoriza uma posição de incerteza inevitável. As cinco teses cosmográficas revolucionárias das quais falamos no início do segundo capítulo não devem ser procuradas no âmbito dos discursos “rigorosos” dos maiores astrônomos do Século XVII. Aquelas teses se afirmam com força na cultura (e mais tarde se refletiriam nas perspectivas da cosmologia) em ambientes caracterizados por uma mistura peculiar de temas inspirados em Demócrito, Lucrecio e Copérnico, bem como em autores neoplatônicos e herméticos.

O platonismo e o hermetismo são componentes fundamentais do pensamento dos que sustentam a infinitude do mundo: desde Nicolau Cusano até Palingenio Stellato, de Thomas Digges a Giordano Bruno e Henry More. Também no tratado *De magnete* (1600) de William Gilbert, um autor profundamente ligado ao vitalismo hermético, constava a tese de que “as grandes e múltiplas luminárias das estrelas fixas estivessem situadas não em uma superfície esférica, nem em uma abóbada, mas em diversas e enormes altitudes. Entrelaçada com a discussão sobre a infinitude do universo, a disputa em torno à pluralidade e à habitabilidade dos mundos se refere a uma tradição muito antiga cujos elementos de fundo, nos primeiros anos do século XVI, foram resumidos cuidadosamente por Giorgio Valia na sua grande enciclopédia, ou tratado *De expetendis et fugiendis rebus*, publicada (póstuma) em 1501. Em 1567 Melanchton, contra a tese dos mundos habitados, formula uma série de objeções físicas e teológicas que seriam retomadas inúmeras vezes, com maior ou menor força polêmica, tanto nos ambientes protestantes como também naqueles católicos. Em 1634 veio à luz o livro *Somnium seu opus posthumum de astronomia lunari* de Kepler. Tal obra marca a passagem da literatura “de ficção” sobre a Lua (inspirada em Luciano e em Ariosto) para uma literatura “de ficção científica”. Tornando-se uma fonte de inspiração durante três séculos (até Jules Verne e Herbert George Wells) para inumeráveis livros de viagens lunares, a obra está repleta de veladas alusões autobiográficas e de referências às trágicas peripécias da vida aventureira do seu autor. O *Somnium* não é o fruto de um breve parêntese de descanso literário. Na verdade, tendo nascido de um projeto que remonta a uma perdida dissertação juvenil de 1593, foi redigido em 1609 e, em seguida, enriquecido com numerosíssimas notas (em torno de 1622 e 1630), por vezes demasiadamente longas (Éosen, em Kepler, 1967: XX). A viagem descrita por Kepler é uma mistura estranha

de fantasia e de realismo. Os habitantes da Lua tem dimensões enormes e uma “natureza serpentina”. Têm vida muito breve e se aquecem ao calor tremendo do sol para refugiar-se depois em cavernas frias e em fendas das rochas. Na descrição do mundo físico cessa a ficção e nos encontramos no interior daquele universo que foi revelado pelo telescópio (Nicolson, 1960: 45): “A vocês habitantes da Terra a nossa Lua, quando surge cheia e avança sobre as suas casas mais distantes, parece semelhante ao cerco de um tonel, e quando se levanta no meio do céu, parece a imagem de um rosto humano. Para os subvolvanos porém a sua Volva aparece sempre no meio do céu, de tamanho um pouco menor do quádruplo do diâmetro da nossa Lua, de modo que comparando os dois discos da sua Volva é quinze vezes maior do que a nossa Lua [...]. Para os habitantes da Lua é evidente que a nossa Terra, que é Volva deles, está rodando e que a sua Lua é imóvel. Se alguém afirmar que os sentidos selênicos da minha população lunar se enganam, com igual direito respondem que os sentidos terrestres dos habitantes da Terra são carentes de razão” (Kepler, 1972: 6-7, 34).

Quatro anos depois da publicação do livro *Somnium*, em 1638, John Wilkins (1614-72) publicava um dos livros mais importantes da “ciência popular” do século XVII: a obra *Discovery of a New World, or a Discourse Tending to Prove that it is Probable there May be Another Habitable World in the Moon*, que teve uma amplíssima difusão e que seria literalmente saqueado por Fontenelle. Defendendo a sua hipótese, Wilkins se referia tanto à descrença que acompanhara o projeto de Colombo, como também à atitude tradicional de ridicularizar as novas verdades, ao dogmatismo das opiniões populares e à cegueira daqueles acadêmicos que durante séculos negaram a existência dos antípodas. Wilkins toma consciência com clareza das dificuldades de natureza teológica presentes na hipótese dos mundos habitados. Tal afirmação é considerada herética desde as épocas mais antigas: se os mundos são da mesma espécie, Deus não é “providente” considerando que nenhum dos mundos tem uma perfeição maior do que um outro; se são de uma espécie diferente, nenhum deles pode ser chamado “mundo” ou “universo” porque carente de perfeição universal. É muito significativo que entre os argumentos usados mais amplamente *contra* o copernicanismo e contra a tese de uma pluralidade de mundos, Wilkins faça referência à tese tradicional “diabocêntrica”, isto é, à “natureza ínfima da nossa Terra, que

consta de uma matéria mais suja e mais vil do que aquela de qualquer outra parte do universo e que deve por conseguinte ser situada no centro; posto que este; é o lugar pior e mais afastado dos corpos puros e incorruptíveis que são os céus” (Wilkins, 1638: 68).

O copernicanismo foi hostilizado *também* porque atribuía ao ser humano uma morada demasiado elevada transportando-o para lugares não diferentes daqueles dos céus imutáveis e imortais. Com base na tese da pluralidade dos mundos habitados surgiam perguntas inquietantes, como por exemplo: qual é o sentido da história da, queda e da redenção, do pecado original e do sacrifício de Cristo, se a Terra, que é o cenário onde se desenvolve este grande drama, é apenas um entre os inumeráveis mundos? Se há mais mundos e muitos deles são habitados, o Salvador teria redimido também aqueles mundos? Se também os céus estão sujeitos à mudança como poderão ser a sede de Deus?”

Wilkins citava, como fonte abalizada, também as páginas referentes aos mundos habitados contidas na *Apologia pro Galileo* (1622) de Tommaso Campanella. Entre o fim da década de Trinta e a década de Sessenta aparece uma série de livros nos quais o tema (que hoje poderíamos chamar de “ficção científica”) das viagens à Lua e aos espaços celestes se entrelaçava com considerações filosóficas, morais e astronômicas: *The Man in the Moon* (1638) de Francis Godwin, a *Description of a New World* (1666) de Margaret Cavendish.

Com um intervalo de um ano entre um livro e outro saíram na França a *Histoire comique des états et empires de la Lune* (1656) de Cyrano de Bergerac (1619-1655) e o *Discours nouveau prouant que les astres sont des terres habitées* (1657) de Pierre Borei. Cyrano é um dos expoentes mais conhecidos do pensamento libertino: e adepto da doutrina de um universo orgânico e vivo; refere-se a Campanella, Gassendi e La Mothé le Vayer, misturando temas hauridos do platonismo hermético e da Cabala, do atomismo de Demócrito e de Epicuro, com a tradição do averroísmo, com a nova cosmologia de Copérnico, de Galilei e de Kepler. As *estrelas fixas são outros tantos sóis* e a partir disso se pode concluir que o mundo é infinito “porque é provável que os habitantes de uma estrela fixa descubram ainda, acima de si próprios, outras estrelas fixas que não temos possibilidade de enxergar daqui e que isso se repita ao infinito. Como alguém que se encontra em uma embarcação tem a impressão de que a margem se

mostra, assim os homens acreditaram que fosse o céu girar ao redor da Terra. A este erro dos sentidos é preciso acrescentar “o orgulho insuportável do homem que está convicto de que a natureza foi feita somente para ele, como se fosse possível que o Sol tivesse sido aceso apenas para fazer amadurecer as suas nêspas e crescer os seus repolhos”. Borel vê nas descobertas galileanas não só a prova da verdade do sistema copernicano, mas da validade das hipóteses sobre mundos habitados. O seu texto (tal como o texto literariamente muito mais fascinante de Cyrano) não contém doutrinas originais, mas apresenta, reunidos em conjunto, os termos de uma discussão que é constituída por um complexo entrelaçamento de elementos hauridos de diferentes tradições. O livro de Borel, dedicado a Kenelm Digby termina com uma longuíssima citação de Palingenio Stellato. Os nomes que ocorrem com mais frequência são aqueles de Copérnico, Kepler e Campanella. Giordano Bruno apesar de não ser mencionado sequer uma vez, está continuamente presente e a visão do mundo de Lucrécio (o texto é constelado de citações tiradas do tratado *De rerum natura*) serve como pano de fundo das suas reflexões. Mas o mais querido dos mestres é Montaigne, que nos ensinou, como Sócrates, a rejeitar as certezas e a duvidar.

Os célebres escritos de Fontenelle (Bernard le Bovyer de, 1657-1757) e de Christian Huygens (1629-95) constituem somente o sucesso de uma discussão que foi se desenvolvendo por quase dois séculos. Os *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686), nos cem anos de vida do seu autor, já tinham alcançado 31 edições. Junto com a teoria cartesiana dos turbilhões tornaram-se familiares a um número muito grande de leitores as teses da infinitude do universo e da pluralidade de mundos habitados. As descobertas microscópicas são utilizadas por Fontenelle como suporte da tese da vida difusa por todo o universo. Diante de um universo infinito e infinitamente povoado a Marquesa, a quem o texto é dirigido, exprime o seu espanto. Em face daquela perturbação e daquele espanto pelo infinito, o mestre exprime um oposto estado de espírito: ele concebe o infinito conforme o seu gosto, “se o céu fosse somente esta abóbada azul onde estivessem pregadas as estrelas, o universo me pareceria pequeno e me sentiria Como oprimido [...]. O universo tem agora uma outra magnificência, a natureza: ao construí-lo não tem poupado nada ...”.

## **AS CONJETURAS DE HUYGENS**

O grande Huygens faleceu em 1695 deixando inédito o manuscrito do tratado *Cosmotheoros sive de terris coelestibus earumque ornatu conjecturae* que seria publicado em 1698. Na opinião de Huygens tanto Cusano como também Giordano Bruno e Fontenelle não desenvolveram uma pesquisa séria em torno dos habitantes de outros mundos. Entretanto, os caminhos que levam ao conhecimento de coisas tão distantes não estão interrompidos e há matéria para uma série de conjecturas verossímeis. A tais conjecturas não se deve colocar obstáculos por duas razões: em primeiro lugar porque se tivéssemos aceito a imposição de limites à curiosidade humana, não conheceríamos ainda nem a forma da Terra e nem a existência do continente americano; em segundo lugar porque a investigação de teorias possíveis constitui a própria essência da física (Huygens, 1888-1950: XXI, 683, 687, 689).

Quem assistisse à anatomia de um cachorro não hesitaria em afirmar a existência de órgãos semelhantes em um boi ou em um porco. Do mesmo modo, conhecendo a Terra, é possível fazer conjecturas sobre os outros planetas. Com certeza a gravidade não existe somente na Terra. Porque a vida vegetal e animal deveria existir apenas sobre a Terra? É verdade que a natureza busca a variedade e que por meio da variedade se manifesta a existência do Criador, mas é também verdade que as plantas e os animais americanos tem uma semelhança de estrutura com as plantas e os animais europeus. As diferenças na vida presente nos planetas dependem da sua distância do Sol, “mas é possível que haja diferenças de matéria mais do que de forma” (ibid: XXI, 699, 701, 703). As formas admiráveis da reprodução das plantas “não podem ter sido inventadas somente para a nossa Terra”. E nem por isso se afirma que os habitantes dos outros planetas são semelhantes a nós, mas eles com certeza são estruturalmente análogos a nós: eles também poderiam ser dotados de uma razão e de valores parecidos com os nossos, e poderiam também ter olhos, mãos, escrita, sociedade, geometria, música (ibid: XXI, 707, 717, 719-5 l).

Antes da descoberta do telescópio a tese de que o Sol fosse uma das estrelas fixas podia parecer em desacordo com a doutrina de Copérnico. Hoje, “todos aqueles que aderem ao sistema copernicano” acham que as estrelas não estão situadas na superfície de uma mesma esfera e pensam “que elas estão espalhadas por vastos espaços do céu e que a mesma distância que há

entre a Terra e o Sol e as estrelas mais próximas - há também entre essas estrelas e outras sucessivas, e a partir destas para outras mais, em uma progressão contínua” (ibid: XXI, 809).

As críticas dirigidas por Huygens a Kepler a respeito deste problema apresentam elementos de grande interesse. Kepler, escreve Huygens, tinha uma outra opinião a esse respeito. Embora acreditando que as estrelas estivessem espalhadas na profundidade do céu, achava que o Sol estivesse situado no centro de um espaço maior, acima do qual começava um céu pontilhado de estrelas. Pensava que, se as coisas fossem de modo diferente, nós veríamos somente poucas estrelas e de tamanhos muito diferentes. De fato, raciocinava Kepler, considerando que as estrelas maiores nos aparecem tão pequenas que com dificuldade podemos medi-las, e considerando que aquelas estrelas estão duas ou três vezes mais distantes nos aparecem necessariamente duas ou três vezes menores (suposto que elas tenham a mesma grandeza), chegar-se-ia logo a estrelas invisíveis, resultando daí duas coisas: que nós só poderíamos ver umas poucas estrelas e que elas seriam de grandeza diferente. Mas, ao contrário, nós enxergamos muitas estrelas e de grandezas não muito diferentes. O raciocínio de Kepler, porém, afirma Huygens, está errado; ele não levou em consideração que é próprio da natureza do fogo e da chama serem visíveis a partir de distâncias das quais outros objetos não podem ser vistos. Nas ruas das nossas cidades é possível contar vinte ou mais lanternas mesmo quando elas estão situadas distantes a uma centena de pés, uma da outra e também quando a chama da vigésima lanterna é vista por um enfoque de apenas seis segundos. Portanto, não há nada de estranho se a olho nu enxergamos mil ou duas mil estrelas e se enxergam os vinte vezes mais estrelas mediante um telescópio.

Mas, do ponto de vista de Huygens, o erro de Kepler tem uma raiz mais profunda. Ele desejava (*cii-piebat*) “considerar o Sol como um objeto eminente sobre as outras estrelas, sendo único na natureza a ser dotado de um sistema de planetas e situado no centro do universo”. Ele precisava disso para ter confirmação do seu “mistério cosmográfico” pelo qual as distâncias entre os planetas e o Sol deviam corresponder aos diâmetros das esferas inscritas e circunscritas pelos poliedros de Euclides. Por isso, era necessário “que houvesse no universo somente um e único coro de planetas ao redor de um Sol considerado único representante da sua espécie” (ibid: XXI, 811) : Todo este mistério nasceu da filosofia de

Pitágoras e de Platão: as proporções não são conformes à realidade e os argumentos aduzidos a favor da esfericidade da superfície externa do universo são muito fracos. A conclusão de Kepler, segundo a qual a distância do Sol da superfície côncava da esfera das estrelas fixas é cem mil vezes o diâmetro da Terra, está baseada na razão extravagante de que o diâmetro da órbita de Saturno é igual à superfície inferior da esfera das estrelas fixas, assim como o diâmetro do Sol é igual a aquele da órbita de Saturno (ibid: XXI, 8 13).

Huygens, no entanto, contra a esquisitice das ideias do grande fundador da astronomia, aceita a tese “de Giordano Bruno” de uma identidade de natureza entre o Sol e as estrelas: “Não se deve hesitar em admitir, com os principais filósofos do nosso tempo, que o sol e as estrelas tem uma mesma natureza. Daí resulta uma imagem do universo mais grandiosa do que aquela que foi transmitida até aqui. Quem nos impede de pensar que cada uma de tais estrelas ou Sóis tenha planetas a seu redor, providos p or sua vez de luas? [...]. Se nos situam os com o pensamento nas regiões celestes, em uma posição não menos distante do Sol do que das estrelas fixas, não perceberíamos entre o Sol e tais estrelas diferença alguma” (*ibid.*).

Situa-se mentalmente (como fazia Huygens) em um ponto do universo equidistante do Sol e das estrelas fixas mais próximas e a partir daquele ponto considerar o Sol e a Terra (que se tornou invisível): tal tipo de “experiência mental” não pertence à mesma família das experiências em uso na filosofia natural de Galilei. De fato pressupõe o afastamento de um ponto de vista terrestre ou heliocêntrico na consideração do cosmos, uma espécie de relativismo cosmo lógico que se desenvolve na mesma época do nascimento do relativismo cultural. Isso transparece com clareza do próprio texto de Huygens: “Convém que nos consideremos como situados fora da Terra e capazes de olhá-la de longe. Podemos, então, nos perguntar se é verdade que a natureza tem atribuído somente a ela todos os seus ornamentos. Desse modo poderíamos entender melhor o que é a Terra e como devemos considerá-la. Do me sino modo, aqueles que realizam grandes viagens podem julgar melhor as coisas da sua pátria em comparação com aqueles que nunca a deixaram” (ibid: XXI, 689).

## **CRISE E FIM DO ANTROPOCENTRISMO**

Foi se formando lentamente uma imagem do universo inspirada na concepção filosófica de Lucrécio, que constituiria pelo menos ao longo de um século (até o Barão de Holbach e ainda mais além) a grande alternativa ao deísmo e à imagem do mundo construída por Newton e pelos newtonianos. Nesta nova cosmovisão não sobra mais muito espaço para a celebração de um universo ordenado e perfeito, construído para o homem - senhor do mundo - que deixa transparecer para edificação do mesmo ser humano, os desígnios de uma infinita sabedoria.

A esse respeito - escrevera Pierre Borel — é preciso que os homens aprendam a não se comportar como aqueles camponeses que, por nunca terem visto uma cidade, continuam achando durante a vida inteira que não pode existir nada maior ou mais belo do que o seu pequeno vilarejo (Borel, 1657: 14, 32). A terra inteira agora se configurava como apenas uma província ou uma aldeia do universo. De modo não diferente do que acontecera; para o Mediterrâneo e para o Ocidente, diante das descobertas geográficas e das viagens para países desconhecidos e junto a povos distantes.

As longas disputas a respeito da infinitude do universo e sobre a pluralidade e habitabilidade dos mundos contribuíram - dentro de um contexto cultural mais amplo, não só para colocar em crise toda concepção antropocêntrica e “terrestre” do universo, mas também para esvaziar o sentido do discurso tradicional dos humanistas sobre a nobreza e dignidade do ser humano. “Para adquirir um sentido não meramente retórico e literário, tal discurso agora devia ser formulado de maneira diferente, isto é, devia ser inscrito em um contexto mais complicado e assumir um novo significado. Nascera uma nova imagem da natureza e do lugar do homem na natureza: Por isso, tanto a natureza como também a noção de um universo infinito; podia ser utilizada de várias formas: podia servir de fundamento para a profunda religiosidade de Pascal, como também para o determinismo dos grandes materialistas do século XVIII.

Os grandes protagonistas da história complicada que levou a mudar a imagem de um mundo fechado para a imagem de um universo infinito - como consta, por exemplo, no pensamento de Giordano Bruno, Wilkins, Borel, Burnet, Cyrano e Fontenelle - serviram-se livremente dos resultados mais revolucionários alcançados pelos trabalhos dos grandes astrônomos do século XVII, para sustentar as suas cosmovisões. Ao fazer isso, eles fizeram (como



se poderia dizer hoje) extrapolações nem sempre legítimas e nem cautelosas, baseando-se em analogias. Mesmo assim as suas “ficções” e os seus procedimentos do tipo analógico contribuíram não pouco para mudar o curso da história das ideias e ao mesmo tempo o rumo da história da ciência. Em todo o caso, o *Somnium* de Kepler e o *Cosmotheoros* de Huygens estão aí para demonstrar que também os grandes cientistas daquela época não ficaram indiferentes diante daquelas “ficções”. Imaginação e cosmologia então não parecem termos anticéticos. Um dos maiores cosmólogos do nosso tempo que responde ao nome de Fred Hoyle, não escreveu acaso também *A nuvem preta?*

# CAPÍTULO 9 – FILOSOFIA MECÂNICA

## NECESSIDADE DA IMAGINAÇÃO

Na época que vai de Copérnico a Newton marcam presença tanto as *macro-ciências* como também as *micro-ciências*. As macro-ciências como, por exemplo, a astronomia planetária e a mecânica terrestre, tem a ver com propriedades e processos que podem ser, mais ou menos, observados e medidos diretamente. As micro-ciências, por sua vez, tais como a ótica, o magnetismo, as teorias sobre a capilaridade, sobre o calor e sobre as mutações químicas, postulam *micro-entidades* que *em princípio* são declaradas *não-observáveis* (Laudan, 1981 : 21-22). Galilei, Descartes, Boyle, Gassendi, Hooke, Huygens, Newton, todos concordam em falar em entidades que possuem propriedades radicalmente diferentes daquelas dos corpos macroscópicos que constituem o mundo da cotidianidade. Neste contexto, as metáforas e as analogias exercem uma função central. Na filosofia mecânica a realidade é referida a uma relação de corpos ou partículas materiais em movimento e tal relação pode ser interpretada mediante as leis do movimento descobertas pela estática e pela mecânica. A análise, portanto, é referida a condições mais simples e é realizada por meio de um processo de *abstração* de qualquer elemento sensível e qualitativo. Como *fatós* a ciência considera somente aqueles elementos do mundo real que são alcançados com base em critérios exatos de caráter teórico. A interpretação da experiência (como foi relevado inúmeras vezes) acontece a partir de teses estabelecidas previamente: a resistência do ar, o atrito, os diferentes comportamentos de cada corpo, os aspectos qualitativos do mundo real são interpretados como irrelevantes para o discurso da filosofia natural ou como *circunstâncias contrariantes* que não são levadas (ou não se devem levar) em consideração na explicação do mundo. Os fenômenos na sua particularidade e na sua realidade imediata, ou seja, o mundo das coisas que encontramos no dia-a-dia, bem como o mundo das coisas “curiosas e estranhas” a que se dirigiram com tanta curiosidade e surpreendente interesse os naturalistas e os cultores

da magia na Renascença, não exerce mais qualquer fascínio sobre os adeptos da filosofia mecânica.

Considerando que as palavras não tem qualquer semelhança com as coisas que significam - pergunta, , Descartes - por que a natureza não podia ter estabelecido um sinal que nos desse a sensação da luz mesmo não possuindo em si mesma nada de semelhante a tal sensação? O som, asseguram os filósofos, é uma vibração do ar, mas o sentido do ouvido nos faz, pensar no som e não no movimento do ar. Da mesma forma o tato nos faz conceber ideias que não se assemelham de modo algum aos objetos que produzem tais ideias. Por exemplo, a ideia da cócega não se parece de maneira nenhuma com uma pluma que é passada nos lábios. Justamente esta *não-semelhança* leva necessariamente a elaborar ou a imaginar um modelo. Aquilo que nos aparece como “luz” na realidade é um movimento rapidíssimo que se transmite aos nossos olhos mediante o ar e outros corpos transparentes. Tal modelo é construído e feito compreensível por meio de uma analogia, como por exemplo, um cego do qual se pode dizer que *enxerga* fazendo uso da sua bengala. Para explicar a transmissão instantânea da luz, além da analogia do cego que faz uso do seu bastão, na *Dioptrique* de Descartes são mencionadas outras analogias que sustentam a hipótese mecânica, como por exemplo, aquela do vinho que sai do tonel impelido por uma pressão que se propaga em todas as direções (explica a propagação); a analogia da bola que é desviada do seu curso pelo encontro com um outro corpo (explica os fenômenos da refração e da reflexão) (Descartes, 1897- 1913: XI, 3 -6; VI, 84, 86, 89).

Para a ciência, portanto, é necessário passar de uma realidade *observável para* outra *não-observável*. Daí, é tarefa da imaginação conceber este segundo dado como semelhante de alguma forma ao primeiro. A ciência *obriga os homens a imaginar* se observarmos com o olhar uma atração ou uma união, escreve Pierre Gassendi, vemos ganchos, cordas, algo que agarra e algo que é agarrado; ao contrário se observamos uma separação ou uma rejeição vemos pontas ou ferrões. Do mesmo modo “para explicar fatos que não são percebidos pelos nossos sentidos, somos obrigados a imaginar pequenos agulhões, pequenas pontas e outros instrumentos semelhantes que não podem ser percebidos e agarrados. Não por isso, todavia, deveríamos concluir que eles não existem” (Gassendi, 1649: n, l, 6, 14).

Robert Hooke é um dos cientistas que, no século XVII, participam

intensamente nos debates sobre a constituição da matéria. Sendo que não termos órgãos de sentido capazes de fazer perceber as atividades reais da natureza - achamos escrito na *Micrographia* - podemos esperar, que, no futuro, o microscópio nos ponha em condição de observar as estruturas verdadeiras e indivisíveis dos corpos. Nesse meio tempo somos obrigados a tatear no escuro e á supor fazendo uso de analogias e comparações (*by similitudes and comparison*) as verdadeiras razões das coisas (Hooke, 1665: 114). As ideias de Hooke são muito claras: a estrutura interna da matéria e dos organismos vivos são inacessíveis aos sentidos (Hooke, 1705: 165). O caminho a percorrer, - por conseguinte, é obrigatório: devemos instituir analogias entre os efeitos produzidos por entes hipotéticos e efeitos produzidos por causas que, ao contrário, são acessíveis aos sentidos. A partir de uma - *analogia dos efeitos*, podemos remontar a uma *analogia das causas*.

Robert Hook é um cientista “baconiano”. Aplicando tal método, baseado em semelhanças, comparações, analogias e passagem de analogias de efeitos para analogias de causas, ele explica a ação do ar nos processos de combustão, utiliza as experiências realizadas com a bomba pneumática no estudo dos fenômenos meteorológicos; aplica o modelo da capilaridade à subida dos fluidos nos filtros e à circulação linfática das plantas; utiliza a lei da elasticidade para a explicação de fenômenos geológicos (a formação das nascentes); pensa que os resultados que alcançou nas suas pesquisas sobre a luz podem ser estendidos aos fenômenos do magnetismo, da rarefação e da condensação.

## A MECÂNICA E AS MÁQUINAS

Também o termo *mecanicismo* (tal como ocorre com todos os termos que terminam em *ismo*) é uma palavra elástica, que não pode ser definida de forma unívoca e acaba sempre tomando significados muito vagos. O historiógrafo holandês E. J. Dijksterhuis (Dijksterhuis, 1971), que escreveu uma história do mecanicismo partindo dos pressocráticos até Newton, indagou o seguinte: o uso deste termo aplicado ao desenvolvimento milenar do saber científico se refere ao significado de *aparelho* ou *máquina* contido no termo grego *mechanel*, quer dizer, a uma visão do mundo que considera todo o universo semelhante a um grande relógio construído por um Grande

Relojoeiro? Ou, ao usar aquele termo, entendemos nos referir ao fato de que os eventos naturais que constituem o mundo podem ser descritos e interpretados por meio dos conceitos e dos métodos daquela parte, da física que é chamada *mecânica* e que é a ciência dos movimentos?

Como muitos outros historiadores da Ciência, Dijksterhuis tinha uma acentuada preferência pelas soluções claras. Ele sabia bem que a mecânica, como parte da física, foi se tornando profundamente emancipada, particularmente no decorrer do século XVII, de suas origens práticas e de suas ligações iniciais com as máquinas, bem como com a maneira de pensar dos artesãos, dos engenheiros, dos mestres de oficina, e dos mecânicos. Com Galilei e com Newton a mecânica se tornou efetivamente um ramo da física; desenvolveu-se como um setor da física matemática que estuda as leis do movimento (dinâmica) e as condições de equilíbrio dos corpos (estática), encontrando na assim chamada “teoria das máquinas” somente *uma* das suas múltiplas aplicações práticas. Muitos filósofos e muitos historiadores da ciência mostram sinceramente contrariados pelo fato de que a, história (inclusive aquela da ciência) esteja repleta de equívocos e de mal-entendidos. Se a mecânica (afirmava Dijksterhuis) tivesse perdido o seu vínculo antiquíssimo com as máquinas e se fosse chamada *cinética* ou estudo dos movimentos e se os estudiosos tivessem falado de matematização da natureza em lugar de mecanicização, poderiam ter sido evitados muitos equívocos e muitos mal-entendidos.

Mas não tem muito sentido procurar solucionar os problemas históricos no plano dos mal-entendidos ou dos equívocos linguísticos. Quando abordamos os textos do século XVII escritos por muitos defensores da filosofia corpuscular ou mecânica (ou pelos seus adversários igualmente numerosos), quase sempre temos a impressão de que *ambos os significados* aos quais Dijksterhuis fazia referência estão presentes, com frequência interligados ou misturados, na nova cosmovisão. A assim chamada “filosofia mecânica” (que antes da época de Newton não coincidia de modo algum com aquela parte da física que hoje chamamos *mecânica*) e baseada em alguns pressupostos: 1) a natureza não é a manifestação de um princípio vivo, mas é um sistema de matéria em movimento governado por leis; 2) tais leis podem ser determinadas com exatidão matemática; 3) um número muito reduzido dessas leis é suficiente para explicar o

universo; 4) a explicação dos comportamentos da natureza exclui em princípio qualquer referência às *forças vitais* ou às *causas finais*. Com base nestes pressupostos *explicar* um fenômeno significa construir um modelo mecânico que “substitui” o fenômeno real que se pretende analisar. Esta reconstrução é tanto mais verdadeira, isto é, tanto mais adequada ao mundo real, quanto mais o modelo for construído só mediante elementos quantitativos e aptos para serem reduzidos às formulações da geometria.

O mundo imediato da experiência cotidiana (como foi dito no parágrafo anterior) *não é real* e todavia o caso é totalmente irrelevante para a ciência. Reais são a matéria e os movimentos das partículas que constituem a matéria, “que acontecem segundo leis determinadas. O mundo real é tecido de dados quantitativos e mensuráveis, bem como de espaço e de movimentos e relações no espaço. Dimensão, forma, situação de movimento das partículas (para alguns também a impenetrabilidade da matéria) são as únicas propriedades reconhecidas ao mesmo tempo como reais e como princípios explicativos da realidade. A tese da distinção entre as qualidades *objetivas* e *subjetivas dos corpos* está presente de forma variada tanto em Bacon e Galilei, como também em Descartes, Pascal, Hobbes, - Gassendi e Mersenne. Essa tese constitui um dos pressupostos teóricos fundamentais do mecanicismo e na filosofia de John Locke (1632-1704), iria assumir a forma da célebre distinção entre qualidades *primárias* e qualidades *secundárias*. Aquela doutrina serve também para a interpretação e explicação das qualidades secundárias. Como escreve Thomas Hobbes (1588-1679) no *Leviathan, or, Matter, Form, and Power of a Commonwealth Ecclesiastical and Civil* (1651): “todas as qualidades chamadas sensíveis, no objeto que as determina, são os vários movimentos da matéria, mediante os quais ela influencia de formas diferentes os nossos órgãos. Em nós, que somos igualmente estimulados, elas não são nada mais do que movimentos diversos, sendo que o movimento não pode produzir a não ser movimento, mas a sua aparência é em nós imaginação [...]. Desse modo o sentido, em qualquer caso, nada mais é do que uma imaginação originária causada pelo estímulo, isto é, pelo movimento exercido pelas coisas externas sobre os nossos olhos, ouvidos e outros órgãos análogos” (Hobbes, 1955: 48-50). Inclusive as qualidades secundárias resultam mecanizadas *Ex parte objecti* e o mesmo fenômeno da sensação pode ser referido a um modelo mecânico.

Um astrônomo como Kepler, que estava fortemente ligado aos temas

do hermetismo, ele também faz referência exata à analogia entre uma máquina e o universo. No confronto com os que sustentavam a presença de “almas” que movem os corpos celestes, ele rejeita a analogia entre o universo e um ser animado divino, e afirma que o universo é semelhante a um relógio: todos os vários movimentos que estão presentes no cosmo dependem de uma simples força ativa material, assim como todos os movimentos do relógio são devidos simplesmente ao pêndulo. Também na opinião de Boyle o universo é semelhante a uma grande máquina que é capaz de movimento. Mesmo que quiséssemos concordar com os aristotélicos que os planetas são movidos por anjos ou por inteligências imateriais, para explicar as paradas, as progressões, os retrocessos e outros fenômenos deste tipo, precisamos em seguida fazer recurso a movimentos, quer dizer, precisamos fazer apelo a teorias nas quais se fala de movimentos, figuras, posições e outras características matemáticas e mecânicas dos corpos (Boyle, 1772: IV, 71).

Neste sentido, Hobbes indagava: por que não podemos dizer que todos os *Autômatos* ou as máquinas que se movem sozinhas por meio de rodas ou de molas, como acontece com os relógios, têm uma *vida artificial*? Afinal, o que é o coração senão uma mola, os nervos senão muitas cordas e as articulações senão muitas rodas? (Hobbes, 1955: 40). As máquinas do nosso corpo - afirma Marcelo Malpighi (1628-94) no tratado *De pujmpnibus* (1689) - são as bases da medicina: elas se identificam com “cordas, filamentos, vigas, fluidos que escorrem, cisternas, canais, filtros, peneiras e máquinas semelhantes” (Malpighi, 1944: 40), Na obra *L’homme* (1644, mas terminada em 1633).

Descartes escrevera o seguinte: “Nós vemos que relógios, chafarizes, moinhos e outras máquinas deste tipo, embora sendo construídas por homens, não lhes falta força suficiente para se mover em sozinhas de várias maneiras [...]. E na verdade os nervos podem ser muito bem comparados com os tubos das máquinas daqueles chafarizes, e os seus músculos e os Deus tendões aos outros mecanismos e molas que servem para movê-las” (Descartes, 1897-1913: XI, 120, 130-31).

As referências aos relógios, aos moinhos, aos chafarizes, à engenharia hidráulica são insistentes e contínuas. Na “filosofia mecânica” a referência à mecânica como setor da física e a referência às máquinas aparecem estritamente interligadas. Durante séculos foi aceita, e em muitos períodos históricos ficou dominante, a imagem de um universo não só criado *para*

o homem, mas estruturalmente semelhante ou *análogo* ao homem; A doutrina da analogia entre microcosmo e macrocosmo dera expressão a uma imagem antropomórfica da natureza. Entretanto, o mecanicismo elimina qualquer perspectiva do tipo antropomórfico na consideração da natureza. O método característico da filosofia mecânica na opinião dos seus defensores aparece tão poderoso a ponto de ser aplicáveis todos os aspectos da realidade: não só ao mundo da natureza, mas também ao mundo da vida, não apenas ao movimento dos astros e à queda dos corpos pesados, mas também à esfera das percepções e dos sentimentos dos seres humanos. O mecanicismo atingiu também o terreno de investigação da fisiologia e da psicologia. As teorias da percepção por exemplo aparecem fundadas na hipótese de partículas que, através de porosidades invisíveis, penetram nos órgãos dos sentidos produzindo movimentos que são transmitidos pelos nervos ao cérebro.

O mecanicismo não foi apenas um método. Afirmava a existência de regras para a ciência e negava que pudessem ser consideradas “científicas” afirmações que se referiam à existência de almas e de “forças vitais”. Configurou-se ficaram logo cientes disso - como uma verdadeira e própria filosofia. A filosofia mecânica por conseguinte propunha também uma “imagem da ciência”. Afirmava o que a ciência *era* e o que *deveria ser*, com exceção da teologia, nenhum domínio do saber, em princípio, podia se subtrair aos princípios da filosofia mecânica. Por isso, procedendo nesta direção, Thomas Hobbes colocaria também a política sob o signo da filosofia mecânica.

## **COISAS NATURAIS E COISAS ARTIFICIAIS: CONHECER E FAZER**

A máquina, que é o modelo explicativo privilegiado pela filosofia mecânica, pode ser um artefato que existe realmente, ou apenas um aparelho pensado como possível. Levando em conta que cada elemento (ou “peça”) de uma máquina cumpre a uma sua função específica e considerando que cada “peça” é necessária para o funcionamento da própria máquina, na grande máquina do mundo não há mais hierarquias, ou fenômenos mais *nobres* ou menos *nobres*. O mundo concebido como um grande relógio derruba a imagem tradicional do mundo como uma espécie de pirâmide que tem



embaixo as coisas menos nobres e no alto aquelas mais próximas de Deus.

Conhecer a realidade significa tomar conhecimento das formas pelas quais funcionam as máquinas que operam no interior daquela máquina maior que é o mundo. Pierre Gassendi (1592-1655), cônego em Digne, professor de astronomia e matemática, autor de objeções sutis às *Meditações*. Descartes, contrapõe ao universo concebido por Descartes como “cheio”, isto é, desprovido de vácuo, um universo composto de partículas indivisíveis que se movem no vácuo. No tratado *Syntagma philosophicum* (1658), enuncia com clareza notável o tema de uma analogia entre as coisas naturais e as máquinas ou coisas artificiais: “Nós indagamos a respeito das coisas da natureza, do mesmo modo com que indagamos a respeito das coisas cujos autores somos nós mesmos [...]. Fazemos uso da anatomia, da química e de subsídios semelhantes a fim de entender, solucionando na medida do possível os problemas relativos aos corpos e à maneira de decompô-los, analisando de que elementos e segundo quais critérios eles são compostos e para ver se, mediante outros critérios, outros corpos puderam ou possam ser compostos” (Gassendi, 1658 : 1, 122b-123 a).

Gassendi é um adversário convicto dos aristotélicos e dos ocultistas e é veemente crítico com relação aos cartesianos. Ele se aproximava da temática dos Libertinos e teorizava um ceticismo metafísico que constituía a premissa para a aceitação consciente do caráter limitado, provisório e “fenomênico” do saber científico. Somente Deus pode conhecer as essências das coisas. O homem pode conhecer apenas aqueles fenômenos cujos modelos ele pode construir ou somente aqueles produtos artificiais (as máquinas) que construiu com as próprias mãos.

Esta afirmação implica a tese de uma *não-diversidade* substancial entre os produtos da arte e aqueles da natureza implicando, por conseguinte, a rejeição da definição tradicional da arte como *imitatio naturae*. Se a arte é apenas imitação da natureza, ela não poderá jamais alcançar a perfeição da natureza; arte é somente uma tentativa de reproduzir a natureza nos seus movimentos por isso, em muitos textos da Idade Média, as artes mecânicas são definidas *adulterinae* ou falsificadoras.

A filosofia mecânica põe em crise também esta concepção da relação entre arte e natureza. Francis Bacon critica a teoria aristotélica da espécie, com base na qual um produto da natureza (por exemplo, uma árvore) é

qualificado como tendo uma *forma primária*, ao passo que ao produto da arte (por exemplo uma mesa extraída daquela árvore) caberia apenas uma *forma secundária*. Esta doutrina, escreve Bacon no tratado *De augmentis*, “introduziu nos empreendimentos humanos um desespero prematuro; os homens, ao contrário, deveriam se convencer de que “as coisas artificiais não diferem das coisas naturais pela forma ou pela essência, mas somente pela causa eficiente” (Bacon, 1887-92: I, 496). O raio, que os antigos negavam que pudesse ser imitado, na realidade foi imitado pelas artilharias da era moderna. A arte não é *símia naturae* (macaco da natureza) e nem fica, como queria uma antiga tradição da Idade Média, “de joelhos diante da “Natureza”. Neste ponto também Descartes está plenamente de acordo: “Não há qualquer diferença entre as máquinas que os artesãos constroem e os vários corpos que fazem parte da natureza”. A única diferença está no fato de que os aparelhos das máquinas construídas pelo homem são bem visíveis, ao passo que “os tubos e as molas que constituem os objetos naturais são geralmente muito pequenos para que Deus enquanto criador ou construtor da máquina do mundo. O critério para conhecer como fazer uma coisa ou da identidade entre conhecer e construir, (ou reconstruir) serve não só para o homem, mas também para Deus. Deus conhece aquele admirável relógio que é o mundo porque foi o seu construtor ou relojoeiro.

O que realmente o ser humano pode conhecer é somente o artificial. A esse respeito, por exemplo, Marin Mersenne escreve o seguinte: “É difícil encontrar verdades na física. Considerando que o objeto da física pertence às coisas criadas por Deus, não devemos nos surpreender por não encontrarmos as suas verdadeiras razões [...]. Na realidade, conhecemos as verdadeiras razões apenas daquelas coisas que podemos construir com as mãos ou com o intelecto” (Mersenne, 1636: 8). O materialista Hobbes se situa em posições certamente muito diferentes daquelas de Mersenne, mas neste ponto chega a conclusões totalmente semelhantes: “A geometria é demonstrável porque as linhas e as figuras a partir das quais raciocinamos são traçadas e descritas por nós mesmos. E a filosofia civil pode ser demonstrada porque nós próprios construímos o Estado. Entretanto, considerando que não conhecemos a construção dos corpos naturais, mas a procuramos pelos seus efeitos, não há nenhuma demonstração de que natureza sejam as causas procuradas por nós, mas somente como elas possam ser” (Hobbes, 1839-45: II, 92-94).

O trecho de Hobbes que acabamos de lembrar foi comparado várias vezes com as páginas de Giambattista Vico (1668-1744) nas quais é enunciado o famoso princípio *verum-factum*. “Demonstramos as proporções geométricas porque somos nós que as fazemos, se pudéssemos demonstrar as proporções da física poderíamos também fazê-las”, Rescreveria no tratado *De nostri temporis studiorum ratione* (1709). A aritmética e a geometria - achamos escrito no tratado *De antiquíssima* (1710) - bem como aquela sua filiação que é a mecânica, na verdade pertencem ao homem, considerando que nestes três domínios nós demonstramos somente uma verdade, na medida em que a fazemos”. Na *Scienza nuova* (1725 e 1744) o mundo da história seria interpretado como objeto de uma nova ciência justamente por que integralmente feito e construído pelos homens: “nessa longa e densa noite de trevas vislumbra somente esta luz: que o mundo das nações pagãs também foi feito com certeza pelos homens” (Vico, 1957: 781).

Então, como vimos, na tese da identidade entre conhecer e fazer produzia uma ciência consciente dos seus limites insuperáveis, mas aquela tese acabava também por envolver (com consequências que seria difícil subestimar) o mundo da moral, da política e da história.

## **ANIMAIS, HOMENS E MÁQUINAS**

Na fisiologia (ou psicofisiologia) de Descartes (exposta na parte quinta do tratado *Discours de la méthode* e no *De l’homme*) o que é vivo não é colocado mais como alternativo ou contraditório em relação àquilo que é mecânico. Os animais são máquinas. O reconhecimento da existência de uma alma racional serve para traçar uma linha de demarcação não entre as máquinas e os organismos vivos, mas entre as máquinas - viventes e algumas funções particulares daquelas máquinas peculiares (únicas no universo) que são os homens, as quais, e somente elas, são capazes de “pensar” e de “falar”. Uma vez que seja adotado o modelo da máquina, na percepção de Descartes, apenas estas duas funções parecem inexplicadas ou não explicadas de um modo totalmente satisfatório.

Uma máquina que tivesse os órgãos e o aspecto de um macaco ou de um outro animal teria necessidade de uma disposição especial dos seus órgãos, correspondendo a cada ação particular. Na opinião de Descartes, não é concebível uma máquina que tenha tantos órgãos e tão

diversificados a ponto de poder agir em cada circunstância da vida tal como a nossa razão nos permite agir. Em muitas coisas aquelas máquinas talvez poderiam agir até mesmo melhor do que nós, mas em outras coisas fracassariam inevitavelmente.

Por isso, para Descartes, a sabedoria ou a capacidade de se adaptar ao ambiente não são dotes que as máquinas possam adquirir. E o mesmo vale para a linguagem. Pois seria possível construir máquinas capazes de pronunciar palavras e de reagir com palavras a determinados estímulos externos, mas tais máquinas sempre seriam incapazes de coordenar as palavras para responder conforme o sentido das palavras que lhes são dirigidas.

A alma racional, portanto, não pode derivar do poder da matéria, mas foi apropriadamente criada por Deus. Tudo isso (e na verdade não é pouco) que está abaixo do limiar do pensamento e da linguagem é porém interpretado segundo os cânones do mais rígido mecanicismo. Os animais são somente máquinas e toda a vida fisiológica do ser humano é explicável com a metáfora da máquina e pode ser referida à máquina. Em primeiro lugar, no aspecto fisiológico da vida é possível distinguir entre aquilo que é voluntário e aquilo que é meramente mecânico. No ser humano a alma tem a sua localização na glândula pineal, próxima à base do cérebro, e ela controla aqueles movimentos musculares que transformam os pensamentos em ações e em palavras. A respiração, o espirro, o bocejo, o tossir, os movimentos peristálticos do intestino, as contrações da pupila e da laringe na deglutição são ações naturais e ordinárias que dependem do “curso dos espíritos”. Tais espíritos, “semelhantes a um vento ou, a uma chama sutilíssima”, escorrem rapidamente ao longo daqueles tubos sutilíssimos que são os nervos provocando mecanicamente a contração dos músculos. Somente a força dos espíritos animais que escorre do cérebro para os nervos é capaz de explicar este tipo de movimentos: por exemplo, quando uma chama queima um pé, acontece de imediato o retraimento do pé, um grito de dor e deslocamento do olhar, ou, como no caso dos condenados à morte as cabeças que, após serem decepadas continuam a se mover e mordem o chão.

Tais ações são totalmente semelhantes aos movimentos de um moinho ou de um relógio. Para a construção da sua metáfora das ações voluntárias, Descartes faz referência a uma máquina mais complicada. Trata-se de um dos complexos chafarizes dos jardins do Rei (uma espécie de Disneylândia do

século XVII) nos quais apenas a ação da água basta para acionar uma série de várias máquinas, produzir sons de instrumentos e até fazer pronunciar algumas palavras. Os nervos são os tubos do chafariz, os músculos e os tendões são as molas e os aparelhos que o movem. Os espíritos animais são a água que põe o chafariz em movimento, o coração é a fonte daquela água e as cavidades do cérebro são os seus reservatórios. Os objetos externos que estimulam os órgãos dos sentidos são aqueles que, rodando no interior daquele complicado chafariz, mesmo sem saber, provocam os movimentos das máquinas das quais fazem parte. Os visitantes, por exemplo, aproximando-se de uma estátua de Diana no banho - que fizeram aparecer caminhando sobre determinados ladrilhos -, de repente eles fazem aparecer também uma estátua de Netuno que os ameaça com um tridente. A alma racional, situada no cérebro, “tem uma função igual àquela do encarregado do chafariz que deve se encontrar perto dos tanques onde estão conectados todos os tubos de tais máquinas para provocar, impedir ou mudar de algum modo os seus movimentos”. Após a descoberta da cibernética houve quem notas se que o tal “encarregado do chafariz” se assemelha bastante a um mecanismo automatizado.

Descartes faz uma nítida distinção entre processos fisiológicos voluntários e involuntários; tem uma ideia exata daquele fenômeno que (e em um contexto explicativo muito diferente) foi sucessivamente denominado de “ato reflexo”; abre o caminho ao mecanismo biológico dos médicos-mecânicos e à progressiva substituição dos princípios vitais da tradição vitalista pelos métodos da química e da física. Mas a tese dos animais-máquinas estava cheia de implicações perigosas, como ficará bem evidente ao olho atento do jesuíta Gabriel Daniel que, em 1703, afirmou que todos os cartesianos deveriam sustentar, com a mesma seriedade com que o afirmam para os animais, que também os seres humanos são apenas máquinas.

Também o matemático e astrônomo napolitano Giovanni Alfonso Borelli (1608-79) fala de uma semelhança entre autômatos e animais semoventes e se refere à geometria e à mecânica como a duas escadas por onde é preciso subir para alcançar “a maravilhosa ciência do movimento dos seres vivos”. Um ano após o falecimento, em 1680-81, foi publicada em Roma a sua obra maior: o tratado *De motu animalium*. Nele se encontram referências a Harvey, bem como a temas desenvolvidos por Galilei nos *Discorsi* e às colocações cartesianas. No livro citado são estudados do ponto de vista geométrico-

mecânico, isto é, como sistemas de simples máquinas simples, tanto os movimentos dos animais quando caminham, correm, pulam, levantam pesos, como também o vôo dos pássaros e o nado dos peixes. As duas partes em que a obra é dividida estudam respectivamente os movimentos externos ou aparentes dos Corpos e os movimentos internos dos músculos e das entranhas, alguns dos quais não dependem da vontade do indivíduo. O corpo se configura como uma máquina hidráulica na qual os espíritos animais que passam através dos nervos exercem a função igual à da água. Na grande maioria dos casos, os músculos trabalham em condição de relevante desvantagem; por exemplo, se os ossos, constituem uma alavanca que tem o seu fulcro na articulação, a força exercida pelo músculo age muito próxima ao fulcro enquanto o peso (por exemplo em, um braço estendido que sustenta o peso) está próxima à extremidade de uma alavanca que é dez ou vinte vezes maior do que a pequena alavanca representada pelo músculo. O esforço excede muitas vezes o peso.

Borelli parte de pressupostos do tipo galileano-cartesiano: “a língua e os caracteres com que o Criador das coisas fala nas suas obras são configurações e demonstrações geométricas” (Borelli, 1680-81 : 1, 3r). Assim, no capítulo segundo do *De motu* escreve o seguinte: “As operações da natureza são fáceis, simples e seguem as leis da mecânica, que são leis necessárias”. Com base nestes pressupostos ele rejeita qualquer interpretação química dos fenômenos fisiológicos e interpreta a partir de bases meramente mecânicas os processos de todo o organismo, abrangendo inclusive a circulação do sangue, o batimento do coração, a respiração, a função exercida pelos rins. Apenas com relação ao intumescimento e a contração dos músculos admite a ideia de que processos do tipo químico ocorram no interior do corpo. A força de contração própria da estrutura material das fibras musculares é, de per si, fraquíssima e não pode efetuar o levantamento de grandes pesos mediante a contração: aquele levantamento “deve ocorrer por meio de unia força externa diferente da força material da máquina que a contrai violentamente”. Diante das causas misteriosas é forçoso admitir “uma confissão de ignorância”, todavia, nem por isso se deve renunciar a descobrir as “causas prováveis” dos fenômenos naturais. É preciso ir muito além e “conjeturar hipoteticamente” a respeito das coisas cujos mecanismos não são visíveis aos olhos. Entre aqueles que na filosofia consideram ser lícito ousar tudo e aqueles que confessam demasiado rápido a própria ignorância é preciso encontrar um

equilíbrio correto. Apesar de continuar sendo verdade (como cinco anos mais tarde afirmaria o grande Newton) que não devemos admitir hipóteses fictícias: “non enim hypotheses fictas admittere debemus”.

No tratado *De venarum ostiolis* (1603) Girolamo Fabrici d'Acquapendente (1537-1619) comparara as “membranas” presentes nas veias com os obstáculos que os construtores de moinhos colocam ao longo do curso da água a fim de represá-la e acumulá-la pára as máquinas de moer. “Comportas” ou “diques” semelhantes se encontram também nas veias. Gabriel Harvey substituiu o conceito de comporta pelo conceito de válvula com base em um diferente modelo de máquina: a bomba no lugar do moinho. A medicina - escreveria Denis Diderot na grande *Encyclopédie* do Iluminismo (no verbete *méchanicien*) - ao longo dos últimos cem anos assumira um aspecto totalmente novo e passou a adotar uma linguagem totalmente diferente daquela que fora usada durante muito tempo.

## **É POSSÍVEL SER MECANICISTA E CONTINUAR CRISTÃO?**

Os maiores filósofos naturalistas do século XVII que se tornaram defensores e propagandistas do mecanicismo tinham admiração por Demócrito, bem como pelos antigos atomistas e pelo poeta romano Lucrécio, os quais construíram uma imagem do mundo do tipo mecânico e corpuscular. Mas, devido às consequências ímpias ou ateístas que podiam ser deduzidas pela tradição do materialismo, na grandíssima maioria dos casos, eles tinham a intenção de se manter distantes. Tencionavam, portanto, recusar aquelas filosofias que negavam a obra inteligente de um Criador, atribuindo a origem do mundo ao *acaso* e a o concurso casual, dos átomos. Na opinião destes filósofos a imagem da máquina do mundo implicava a ideia de um seu Artífice e Construtor e a metáfora do relógio remetia ao divino Relojoeiro. O estudo cuidadoso e paciente da grande máquina do mundo era a leitura do Livro da Natureza, junto com a leitura do Livro da Escritura. Ambas as investigações redundavam na glória de Deus.

Os filósofos dos quais era preciso manter distância, por terem sido rejeitados e condenados inúmeras vezes, são Thomas Hobbes (1588-1679) e Baruch Spinoza (1632-77). O primeiro estendeu o mecanicismo a toda a vida psíquica, concebendo o pensamento como uma espécie de instinto um

pouco mais complicado do que o instinto dos animais e atribuindo ao movimento todas as determinações e transformações de uma realidade entendida exclusivamente como corpo. Fazendo da extensão uma “atributo” de Deus, Spinoza negou de modo ímpio a distinção milenária entre um mundo material, e um Deus imaterial, negando que Deus seja pessoa e que possa ter fins ou desígnios. Afirmou além disso que tais aspectos são apenas a projeção grosseira de exigências humanas para a ideia de Deus. Sustentou a inseparabilidade entre alma e corpo. E, finalmente, viu no universo uma máquina eterna, desprovida de sentido e de finalidades, sendo expressão de uma causalidade necessária e imanente.

Na cultura da segunda metade do século XVII, termos como hobbista, spinozista, ateu, libertino são frequentemente usados até mesmo como sinônimos. As teses mais radicais do movimento libertino encontram a sua maior expressão na obra *Theophrastus fedivivus* (redigida em torno de 1666) que alcançou uma amplíssima difusão. Por meio desse recurso subterrâneo, o naturalismo da Renascença, bem como os temas ímpios da tradição do magismo e do hermetismo, se conectam (mediante a insistente referência a Giordano Bruno) com a filosofia antinewtoniana e antideísta de John Toland (1670-1722) e, mais tarde, com a obra dos grandes materialistas franceses do século XVIII.

Como já vimos, Pierre Gassendi, apesar de admitir os átomos criados por Deus, foi considerado por muitos perigosamente próximo às posições dos libertinos. Contra os libertinos polemiza abertamente Marin Mersenne (1588-1648) no livro *Uimpiété des déiste* (1624). Ele abandona a tradição do pensamento escolástico e se alinha decididamente ao lado da nova ciência. De fato, ele considerou esta ciência como uma barragem frente aos enormes perigos que, para o pensamento cristão e para o seu patrimônio de valores, são constituídos pela retomada dos temas “mágicos”, pela difusão da tradição hermética, bem como pela presença de posições que se referem ao naturalismo da Renascença e as doutrinas presentes no pensamento de Pietro Pomponazzi (1462-1525), que negava a existência dos milagres e sustentava que as três grandes religiões mediterrâneas foram fundadas para fins políticos, pelos três “impostores”: Moisés, Cristo e Maomé.

Mersenne pensava que a magia natural, que permitia ao homem realizar “milagres” fosse muito mais perigosa para a tradição cristã do que a, nova filosofia mecânica. Esta filosofia, alias, podia ser conciliada com a tradição



cristã. A seu ver, a tese do caráter sempre hipotético e conjectural dos conhecimentos científicos deixava de fato todo o espaço necessário à dimensão religiosa e à verdade cristã. Também Robert Boyle (1 : 627-91) tem preocupações deste tipo. No momento em que exalta a excelência da filosofia corpuscular ou mecânica (*About the Excellency and Grounds of the Mechanical Hypothesis*, 1655), ele se preocupa em traçar duas linhas de demarcação. A primeira deve distingui-lo dos seguidores de Epicuro e de Lucrecio, bem como de todos aqueles que consideram que os átomos, encontrando-se juntos por acaso em um vazio infinito, sejam capazes por si próprios de produzirem o mundo e os seus fenômenos. A segunda serve para diferenciá-lo daqueles que ele chama de “mecanicistas modernos” (que afinal são os cartesianos). Para tais mecanicistas, suposto que Deus tenha introduzido na massa total da matéria uma quantidade invariável de movimento, as várias partes da matéria, em virtude dos seus próprios movimentos, seriam capazes de organizar-se sozinhas em um sistema. Portanto, a filosofia corpuscular ou mecânica da qual Boyle se torna defensor, não deve ser confundida com Filosofia mecânica o epicurismo e nem com o cartesianismo. No mecanicismo de Boyle o problema da “primeira origem das coisas” deve ser mantido cuidadosamente distinto do problema do “curso sucessivo da natureza”. Deus não se limita a conferir o movimento à natureza, mas guia os movimentos de todas as suas partes de forma a inseri-las no “projeto do mundo” que deveriam formar. Uma vez que o universo foi estruturado por Deus e que Deus estabeleceu “aquelas regras do movimento e aquela ordem entre as coisas físicas que costumamos chamar de Leis da Natureza”, pode-se afirmar que os fenômenos “são fisicamente produzidos pelas características mecânicas das partes da matéria e pelas suas recíprocas operações segundo as leis da mecânica” (Boyle, 1772: IV, 68-69, 76). A distinção entre *origem das coisas e curso sucessivo da natureza* é muito importante: aqueles que indagam a respeito da origem do universo têm a pretensão ímpia de explicar o mundo, e de construir hipóteses e sistemas. Por isso, na opinião de Boyle, tanto os seguidores de Demócrito e de Epicuro, como também os cartesianos, representam a versão atéia e materialista da filosofia mecânica.

Com efeito, o que fez Descartes no pequeno tratado intitulado *Le monde* ou *Traité de la lumière* senão descrever o nascimento do mundo? Assim não teria ele apresentado uma narração alternativa aquela do livro do Gênesis? É

verdade que Descartes apresentara a sua descrição do nascimento do mundo como uma “fábula” e afirmara falar de um universo imaginário: Mas, seguindo um procedimento estranho, ele invertera em vários pontos o sentido do seu discurso: conhecendo a formação do feto no ventre materno, conhecendo como as plantas nascem das sementes, conhecemos algo mais do que conhecer simplesmente um bebê ou uma planta assim como são. Na terceira parte do tratado *Principia*, Descartes afirmou que o mesmo se aplica ao universo. A ciência é capaz de dizer algo não apenas a respeito do que é o mundo, mas também a respeito do processo da Sua formação. Quanto a isso; a divergência com Boyle é radical. As leis da natureza, escreveu Descartes no capítulo sexto do tratado *Le monde*, “seriam suficientes para fazer que as partes do Caos consigam destrinçar-se sozinhas, dispondo-se e na ordem correta, de tal modo a assumir a forma de um mundo perfeitíssimo”. As estruturas do mundo presente, na perspectiva cartesiana, são o resultado da matéria, das leis da matéria e do tempo.

Diante destas doutrinas e destas soluções, a posição de Isaac Newton não ficaria longe daquela que assumira Robert Boyle. Desde os anos da juventude, Newton utiliza as objeções anticartesianas apresentadas por Henry More (1614-87) e por Pierre Gassendi: “Se afirmamos, com Descartes, que a extensão é corpo, não abrimos talvez o caminho para o ateísmo? Isso por duas razões; a primeira é, porque a extensão resulta não criada e eterna, e a segunda porque em certas circunstâncias poderíamos concebê-la como existente e ao mesmo tempo indagar a não existência de Deus”. Do ponto de vista de Newton, naquela filosofia parece incompreensível a distinção entre mente e corpo “a menos que não se diga que a alma não tem extensão, ou não está substancialmente presente em alguma extensão, isto é, não existe em algum lugar: isso seria o mesmo que negar, a sua existência” (Newton, 1962: 109).

A tomada de distância de eventuais conclusões ateístas e materialistas do cartesianismo assumiria em Newton várias formas, continuando porém sempre como um tema dominante. Tanto na *Questão 31* do *Opticks* (que foi acrescentada na edição de 1717) como também no *Scholium generale*, a posição de Newton é expressa com grande clareza: um “cego acaso” jamais poderia fazer mover todos os planetas ao mesmo tempo em órbitas concêntricas e a maravilhosa uniformidade do sistema solar é efeito de uma “plano intencional”. Os planetas continuam a mover-se nas suas

órbitas pelas leis da gravidade, mas “a posição primitiva e regular de tais órbitas não pode ser atribuída a tais leis: a disposição admirável do Sol, dos planetas e dos cometas somente pode ser obra de um Ser todo poderoso e inteligente”. A distinção apresentada por Boyle entre origem das coisas e curso regular da natureza era retomada neste contexto. Se é verdade que “as partículas sólidas foram associadas de modo variado na primeira criação pelo critério de um Agente inteligente”, se é verdade que tais partículas “foram colocadas em ordem por Aquele que as criou”, então “não há razão para buscar uma outra origem qualquer do mundo ou pretender que o mesmo possa ter saído de um Caos, por obra das meras leis da natureza” (Newton, 1721 : 377-8). As leis naturais começam a operar somente depois que o universo foi criado. A ciência de Newton é uma descrição rigorosa do universo tal como ele é: enquanto compreendido desde a criação do mundo narrada por Moisés até a aniquilação final revista pelas Apocalipses. Newton e os newtonianos aceitariam a ideia de que o mundo possa ter sido *produzido* por leis mecânicas.

## **LEIBNIZ: A CRITICA AO MECANICISMO**

Também na opinião de Leibniz a filosofia de Descartes, que é o pressuposto de toda forma de mecanicismo, é sobremaneira perigosa. De fato, no tratado *Principia* Descartes escreveu que por obra das leis da natureza “a matéria assume sucessivamente todas as formas de que é capaz: se considerarmos tais formas por ordem poderíamos chegar àquela que é própria deste mundo” (Descartes 1967: II, 143-44). A esse respeito Leibniz comenta o seguinte: se a matéria pode assumir todas as formas possíveis, decorre por conseguinte que nada daquilo que se pode imaginar de absurdo, bizarro e contrário à justiça não ocorreu ou não possa ocorrer no futuro. Então, como quer Spinoza, justiça, bondade e ordem se tornam apenas conceitos relativos ao homem. Se tudo é possível, e se tudo aquilo que é possível está no passado, no presente e no futuro (como quer também Hobbes), então não existe nenhuma Providência. Portanto Sustentar, como faz Descartes, que a matéria passa sucessivamente por todas as formas possíveis, implica destruir a sabedoria e a justiça de Deus. Por isso, conclui Leibniz, o Deus de Descartes faz tudo aquilo que é realizável e passa, seguindo uma ordem necessária e fatal, por todas as combinações possíveis: para isso bastava a

necessidade da matéria, e o Deus de Descartes nada mais é do que tal necessidade (Leibniz, 1875-90: IV, 283, 341, 344, 399).

Na perspectiva de Leibniz o cartesianismo se configura como materialismo após terminar as escolas primárias - escreveria Leibniz, em uma carta autobiográfica de 1714 - encontrei-me com os filósofos modernistas “Lembro que, com a idade de quinze anos, fui passear sozinho em um pequeno bosque não distante de Lipcia discutindo comigo mesmo se teria que adotar a teoria das formas substanciais. No fim, a disputa foi vencida pelo mecanicismo e isso me levou em direção das matemáticas. [...] Todavia, na busca das bases mais profundas do mecanicismo e das leis do movimento, voltei para a metafísica e para a doutrina das enteléquias” (Leibniz, 1875-90: III, 606), Esse retorno à metafísica era fadado a ter uma extraordinária importância nos desenvolvimentos da matemática, da física e da biologia. A partir daí, junto com o cartesianismo e o newtonianismo no leibnizianismo seria uma das grandes metafísicas que influíram a ciência durante todo o século XVII além disso.

Do ponto de vista de Leibniz, o mecanicismo é uma posição parcial que precisa ser integrada em uma perspectiva mais ampla: como instrumento útil na investigação física, é totalmente inadequado no nível metafísico. A investigação sobre a estrutura do universo não é separável da pesquisa referente às “intenções” de Deus: de fato, raciocinar a respeito de uma construção significa ao mesmo tempo penetrar nos objetivos do arquiteto; para explicar uma máquina é necessário indagar a respeito da sua finalidade e mostrar como todas as suas peças servem para isso. Os filósofos modernos são “demasiado materialistas” porque se limitam a tratar das figuras e dos movimentos da matéria. Todavia, não é verdade que a física deve limitar-se a indagar como as coisas são na realidade, excluindo a pergunta relativa ao porque elas são como elas são efetivamente. As causas finais não servem apenas para admirar a sabedoria divina, mas “para conhecer as coisas e para usá-las” (Leibniz, 1875-90: IV, 3 39).

Leibniz critica as premissas fundamentais do mecanicismo: a redução da matéria à extensão; a constituição corpuscular da matéria e a sua divisibilidade em átomos indivisíveis; a passividade da matéria; a distinção entre o mundo da matéria e o mundo do pensamento.

A extensão, que é geométrica, homogênea e Uniforme não explica o movimento e nem explica a resistência dos corpos ao movimento. Não é

possível de modo algum deduzir tal resistência da extensão. Em 1686 Leibniz publica um artigo, que despertou grande alvoroço, intitulado - *Brevis demonstratio errorismemorabilis Cartesii*. Descartes cometeu um “erro memorável” achando que na natureza a quantidade de movimento (o produto da massa pela velocidade de um corpo) se mantém constante. Mas o que ocorre é o contrário: o que se mantém efetivamente constante é a *via viva* ou força viva (aquilo que mais tarde seria denominado de energia cinética) que é equivalente ao produto da massa pelo quadrado da velocidade. Na perspectiva cartesiana quantidade de movimento e força eram consideradas idênticas. Na base do erro de Descartes e dos cartesianos está o fato de terem tomado como modelo as simples máquinas. Leibniz traça urna linha clara de demarcação entre a estática e a dinâmica (Westfall, 1982: 359).

Do ponto de vista de Leibniz, a força viva não é um número ou uma pura quantidade matemática. Em tal força se manifesta uma realidade metafísica cujas manifestações não só não combinam com as premissas do mecanicismo, mas exigem a sua derrubada. Para Leibniz, matéria e movimento são as manifestações fenoménicas de uma realidade metafísica. O pólo ativo de tal realidade é o *conatus* (que é um termo tirado de Hobbes), e a energia Ou *via viva* que aparecem fenomenicamente como movimento. O pólo passivo é a matéria-prima que aparece fenomenicamente como inércia, isto é, a impenetrabilidade ou resistência ao impacto da matéria. Os corpos físicos ou substâncias compostas são resultados fenoménicos de pontos metafísicos ou centros de forças ou substâncias simples e indivisíveis criadas diretamente por Deus, que, usando de um termo derivado de Pitágoras e de Giordano Bruno, Leibniz chama de *mônadas*. A tais mônadas não se chega simplesmente subdividindo a matéria, pois por serem desprovidas de espacialidade e de figura, elas são entes completos em si e reciprocamente independentes (“não tem janelas”). Cada mônada é dotada de atividade representativa com relação ao resto do universo e de disposição ou tendência a passar de um estado para outro. As mônadas são pensadas em analogia com a alma humana. A teoria dos pontos metafísicos ou centros de força reconstitui a unidade entre a realidade material e a espiritual, e remete em discussão a heterogeneidade qualitativa entre *res extensa* e *res cogitans* que parecia adquirida firmemente pelos cartesianos e pelos atomistas.

Leibniz rejeita o vácuo e a ação à distância (a esse respeito ele concorda

com Descartes, e discorda radicalmente de Newton). Polemizando com o newtoniano Samuel Clarke rejeitaria o espaço absoluto (a polêmica ocorre em 1715-1716): tempo e espaço não são substâncias e nem seres absolutos, mas são apenas, a ordem das coexistências e a ordem das sucessões, isto é, são “realidades relativas”. Em uma carta que escreveu ao jesuíta Honoré Fabri (1607-1688), Leibniz esclarece a sua colocação diante das diferentes escolas e tradições: “Os cartesianos relacionam a essência do corpo somente com a extensão”. Embora eu não admita o vácuo (de acordo com Aristóteles e Descartes e discordando de Demócrito e Gassendi), todavia acho que existe algo de passivo nos corpos, ou seja, que os corpos resistem à penetração. Nisso concordo com Demócrito e Aristóteles e discordo de Gassendi e Descartes (Leibniz, 1849-1863: VI, 98-100).

Na perspectiva de Leibniz a física não pode ser reduzida à mecânica e a mecânica não coincide com a cinemática (como ocorre em Descartes e em Huygens). O modelo da física não é a situação de uma balança em equilíbrio, onde as forças aparecem iguais. A força é igual à quantidade de movimento somente nas situações estáticas (Westfall, 1984: 168). Para uma mecânica que tem no seu centro o conceito de força, Leibniz forja o nome de dinâmica, passando a usar este termo no *Essayde dynamique* (1692) e no *Specimen dynamicum* (1695). A ideia de *virtus* ou energia, que os alemães chamam de *Kraft* e os franceses *force*, cuja explicação eu atribui à ciência da dinâmica, aumenta muito a nossa compreensão da essência da substância (Leibniz, 1875-90: IV, 469).

Os termos substância e atividade podem ser sobrepostos um ao outro: a substância é atividade e onde há atividade há substância. Nem tudo o que existe, é vivo, mas a vida está presente em toda a parte. Na biologia da sua época Leibniz encontra, ao mesmo tempo, estímulos e confirmações para o seu sistema. Por exemplo, a sua ideia da matéria como agregado infinito de mônadas parece ligada às descobertas efetuadas por meio do microscópio, onde cada fragmento de matéria é semelhante a um lago cheio de peixes, cada parte do qual, por sua vez, continua ainda igual a um lago. Nos *Nouveaux essais sur l'entendement humain* (1703) que contém a célebre polêmica contra o empirismo de John Locke e a defesa do inatismo virtual, Leibniz auspicia um uso cada vez mais intenso do microscópio visando a determinar analogias cada vez mais amplas entre os seres vivos. A geração concebida como desenvolvimento e crescimento coloca Leibniz no âmbito do assim

chamado preformismo. É verdade porém que, conforme a perspectiva de Leibniz, o universo inteiro é o desenvolvimento de possibilidades implícitas já contidas no seu início e já “programadas” como em um embrião.

A harmonia presente no mundo real, que é escolhido por Deus como “o melhor” entre todos os mundos possíveis (isto é, mundos que são o conjunto de todas as eventualidades que podem coexistir sem contradição), exclui da natureza os pulos, as descontinuidades e as contraposições. A natureza obedece aos princípios da continuidade e da plenitude: todas as substâncias criadas formam uma série em que está presente qualquer possível variação quantitativa. Não há espaço no universo para dois entes exatamente iguais em que não seja possível encontrar uma diferença interna (princípio dos entes imperceptíveis), Deus não estabelece, como consta em Descartes, as verdades eternas. A sua ação não é arbitrária e Ele obedece ao princípio de não contradição e a uma lógica não-criada. /

Nada existe ou acontece sem que haja uma razão para que ela exista ou aconteça exatamente desta e não de outra forma. As verdades de fato são regidas pelo princípio da razão suficiente em virtude do qual nada acontece no universo por acaso ou sem uma causa. As verdades da razão são regidas pelo princípio de contradição e em cada enunciado verdadeiro o predicado deve ligar-se ao sujeito. A verdade não é baseada na intuição de evidências, como pensa Descartes, mas depende da forma do discurso. As essências ou os entes possíveis são governados pela necessidade lógica, as existências ou os entes reais que constituem o mundo remetem à escolha de Deus e ao princípio do melhor que governa tal escolha.

Verdades de razão e verdades de fato coincidem do ponto de vista de Deus. Do ponto de vista do homem, visando a uma compreensão do mundo real, as deduções formais devem conviver e entrelaçar-se com a busca da razão pela qual um determinado fenômeno se desenvolve de fato em um determinado modo. A investigação sobre o mundo natural não consta apenas de deduções, nem é somente matemática, mas é também experimentalismo. A relação entre cada fenômeno particular é do tipo mecânico, mas aquela relação é baseada em uma ordem teleológica. Por isso, aos olhos de Leibniz, o materialismo e o spinozismo se configuram como os filhos ilegítimos da nova ciência da natureza.

# CAPÍTULO 10 – FILOSOFIA QUÍMICA

## A QUÍMICA E A GALERIA DOS SEUS ANCESTRAIS

Quando fazemos referência à revolução científica não faz muito sentido colocarmos no mesmo nível, em um único discurso geral, a astronomia e a química do mesmo período. De fato, no século XVI, a astronomia já possui uma estrutura altamente organizada, fazendo uso de técnicas matemáticas refinadas, ao passo que a química não tem de modo algum uma estrutura de ciência organizada, nem possui uma teoria das mutações e das reações e nem tem um passado com uma tradição claramente definida. Tal como a geologia e como o magnetismo, a química se *torna* uma ciência entre os séculos XVII e XVIII sendo ela própria - ao contrário da matemática, da mecânica e da astronomia - um *produto* da revolução científica. Na galeria dos seus ancestrais os químicos de hoje não tem os nobres retratos de grandes cientistas da Antiguidade e da Renascença. Ninguém que se compare a Euclides, Arquimedes, Ptolomeu etc. Se eles visitarem aquela galeria, embora isso possa despertar neles um certo mal-estar, estarão na companhia de alquimistas, farmacologistas, médicos-químicos, magos, astrólogos e outros personagens multicoloridos.

Um personagem que pode ser classificado como “um químico” (isto é, um pouco mais parecido com um químico moderno do que com um alquimista ou com o adepto entusiasta da tradição hermética) nasce aproximadamente em meados do século XVII, mas esse tipo de profissional não é reconhecido (exceto em pouquíssimos casos) como um químico e não tem nada a ver com as universidades. Trabalha como farmacêutico, ou como médico, ou nas Academias de mineralogia e metalurgia ou em jardins botânicos. O químico-médico e o químico-farmacêutico, mediante a sua arte, conseguem produzir substâncias idênticas àquelas que existem na natureza. Muitas vezes tal personagem não renuncia de modo algum a inserir as suas práticas em um contexto herético ou paracelciano.



Sem dúvida, a assim chamada *filosofia química* tem origens herméticas e encontra a sua matriz teórica na obra grandiosa (que fascinou muitos contemporâneos e muitos estudiosos modernos) de Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, nascido na Suíça e conhecido com o nome latino de Paracelsus (1493 ca. 1541). Entretanto, a *filosofia química* ocupa um lugar importante na cultura científica do século XVII. Muitos entre os contemporâneos de Descartes ou de Campanella consideraram que tal filosofia também revolucionou e inovou a nova filosofia mecânica. De fato, a filosofia química destruiu a medicina fundada nos ensinamentos de Galeno, transformou radicalmente a praxe médica e teve efeitos revolucionários sobre a estrutura do ensino nas universidades. No decorrer do século XVII, tanto a filosofia hermética como também o paracelsismo não foram fenômenos limitados a pequenos grupos de intelectuais nem a fenômenos periféricos da cultura. A discussão que se desenvolveu em toda a Europa sobre a filosofia química e sobre as doutrinas de Paracelso teve uma extensão e uma intensidade não menores do que a discussão que se desenvolveu sobre Copérnico e sobre a nova astronomia. Durante a revolução puritana, entre 1650 e 1670, no período da formação intelectual de Newton, a influência de Paracelso estava no seu auge. (Webster, 1984).

A tradição hermético-paracelsiana teve uma influência muito escassa sobre a física e sobre a astronomia, mas propiciou as observações divulgadas dos empiristas e dos manipuladores de substâncias uma teoria unitária que se tornou uma base de desenvolvimento para as investigações sobre as substâncias e para as práticas de laboratório.

## **PARACELSO**

Paracelso teve uma vida muito movimentada. Peregrinou durante muito tempo por toda a Europa levantando debates, polêmicas e violentas discussões. Na noite de São João de 1527, em uma fogueira preparada pelos estudantes de Basiléia, queimou os livros de Galeno e de Avicena. Sendo levado por natureza a polêmicas violentas, teve muitos admiradores e muitos inimigos. Enxergou na magia “Uma grande sabedoria secreta” e na razão “Uma grande loucura pública”. Atacou com violência os teólogos que injustamente classificam a magia como feitiçaria sem compreender a sua natureza e, com violência ainda maior, os expoentes da medicina tradicional e

os métodos usados para a formação universitária dos médicos. Apresentou-se a si próprio como um ser excepcional: o adjetivo inglês bombastic (que significa “fanfarrão” ou “gongórico” é derivado do seu nome. Na concepção de Paracelso, a nova medicina está fundada sobre quatro “colunas”: a filosofia como conhecimento da natureza invisível das coisas; a astrologia ou determinação do influxo dos astros sobre a saúde do corpo; a alquimia que prepara fármacos capazes de restaurar o equilíbrio perturbado pela doença; a ética ou virtude e honestidade do médico. A química está em estreita correlação com a medicina e tal correlação dá lugar a uma nova disciplina, a *iatroquímica* ou química médica. A alquimia serve sobretudo para a destilação e análise dos minérios para a preparação de remédios eficazes.

A medicina não pode se interessar apenas pelo corpo do homem: “É preciso tomar consciência de que a medicina deve ter nos astros a sua preparação e que os astros se tornam os meios para a cura [...]. A preparação do médico terá que ser exercida de tal forma que o remédio seja preparado como por tramitação celeste, do mesmo modo com que são tramitadas as profecias e os outros eventos celestes” (Paracelso, 1973: 136). A teoria da correlação macrocosmo-microcosmo está no centro de um conjunto de temas que derivam da tradição mágico-alquimista bem como da tradição astrológica, que se entrelaçam com ideias típicas do misticismo neoplatônico. Os espíritos invisíveis ou forças da natureza constituem a substância vital dos objetos. Tais espíritos ou *arcana* ou *semína* primitivos derivam de Deus que criou as coisas na sua matéria *prima* e não na matéria *ultima*. O mundo é um processo “químico” contínuo de aperfeiçoamento da matéria prima para a matéria última. Os “elementos” paracelsianos são *arquétipos* ocultos nos objetos naturais que lhes conferem características e qualidades. As substâncias que podem ser tratadas e analisadas concretamente não são outra coisa senão aproximações ou invólucros dos verdadeiros elementos espirituais. A matéria prima ou *Mysterium Magnum* ou *Iliastrum* e a mãe ou matriz de todas as coisas. Essa matéria prima tem uma natureza aquosa. Também os outros três elementos da tradição (fogo, terra e ar) são *matrizes*. As plantas, os minérios, os metais e os animais são os *frutos* dos quatro elementos. Na obra *Archidoxis* (publicação póstuma em 1569 e escrita em torno de 1525) e no *liber de miueralibus*, além da teoria dos elementos como matrizes dos corpos, é possível detectar também uma teoria dos princípios, que são o *Sal*, o *Enxofre* e o *Mercúrio*. Os três primeiros (*tria, prima*)

também são substâncias espirituais e se identificam com o Corpo, a Alma e o Espírito. O Sal é o elemento que torna os corpos coesos; enquanto o Mercúrio os torna fluidos e o Enxofre os torna combustíveis. Os três princípios resultam qualitativamente diversos nos vários corpos e existem diferentes enxofres, mercúrios e sais conforme as várias espécies que existem na natureza: “Uma espécie de Enxofre se encontra no ouro, outra na prata, uma terceira no chumbo e outra ainda no estanho e assim por diante. Existe também uma outra espécie de Enxofre nas pedras, no cal, nas nascentes, nos sais. Não só existem muitos Enxofres, mas também muitos Sais. Existe um Sal nas pedras preciosas; um outro nos metais, um terceiro nas pedras, e outros mais nos sais, no ácido sulfúrico e no alume. As mesmas afirmações valem também para o Mercúrio (Paracelsus, 1922-33: m, 43-44).

A química é a chave da estrutura do mundo e a criação é uma divina “separação” química; num primeiro momento são separados um do outro os quatro elementos; sucessivamente, do Fogo é separado o Firmamento; do Ar os espíritos; da Água as plantas marinhas; da Terra a madeira, as pedras, as plantas terrestres, os animais até chegar aos objetos singulares e a cada criatura em particular. Na obra *Philosophia ad Athenienses* (publicada em 1564) todo o processo da criação é discutido em termos alquimistas.

## PARACELSIANOS

Na obra *Idea medicinae philosophicae* de Petrus Severinus (Sorensen) publicada em 1571, bem como no *Compendium* (1567) de Jacques Gohory (Leo Suavius, 1520-1576) advogado do Parlamento de Paris e tradutor de Maquiavel para o francês, e no tratado *Clavistotius philosophiae chymicae* (1567) de Gérard Dorn (?-1584) encontraram expressão os grandes debates sobre o paracelsismo no final do século XVI. A obra *Basilica chymica* de Oswald Croll (1560 ca. 1609) foi publicada no ano do falecimento do seu autor e sendo editada dezoito vezes tanto no original em latim como também nas principais línguas européias antes do meado do século. Entretanto, a síntese destinada a notável sucesso é representada pelas numerosas obras escritas por Robert Fludd (1574-1637) entre 1617 e 1621 que foram discutidas por Kepler, Mersenne e Gassendi. No tratado *Utriusque cosmii historia* (1617-1618) a tarefa de um relato místico-alquimista da criação foi posta como fundamento de uma *philosophia mosaica* em que a

Escuridão, a Luz e a Água do livro do Gênesis eram colocadas como fundamento da antiga doutrina dos quatro elementos. Sobre Fludd exerceram um impacto decisivo tanto os manifestos programáticos do movimento dos Rosacruz, como também o misticismo-numerológico da tradição pitagórica.

Uma das novidades introduzidas por Paracelso na praxe médica era o uso das substâncias minerais para fins terapêuticos. A química ou arte espagírica se torna um dos esteios da medicina. Nos textos de Joseph Duchesne (*Quer cetanus*, 1544 ca. 1609) a química “Ensina as composições, as separações, as preparações, as alterações e finalmente as exalações de todos os corpos mistos [...], mostra a maneira de destilar servindo-se para isso de sete operações [...] para dar perfeição a todas as transmutações, entendendo nós por transmutação quando a coisa perde a sua forma extrínseca, e é alterada de tal modo a não ser mais parecida com a primeira forma, mas muda em nova forma e toma uma outra essência, uma outra cor é, finalmente, convertendo-se em uma outra natureza, adquirindo propriedades diferentes das primeiras [...]. Os graus de tais operações espagíricas são sete: Calcinação, Digestão, Fermentação, Destilação, Circulação, Sublimação, Fixação” (Quercelanus, 1684: 7).

O médico belga Jean-Baptiste van Helmont (1579-1644) também construiu uma complicada cosmologia química baseada em uma leitura “química” do livro do Gênesis. Depois que Mersenne publicou a sua obra *Questiones celeberrimae in Genesim*, em 1623, (contendo um duro ataque contra a magia como sendo anticristã) as doutrinas alquimistas e paracelsianas se tornaram ainda mais perigosas do que no passado. Van Helmond foi interrogado pelo tribunal de Malinas-Bruxelas sobre 24 proposições contidas nos seus escritos. Ele confessou os seus erros e se submeteu ao juízo da Igreja em 1627 e, outra vez em 1630, depois que a faculdade de Teologia da universidade de Lovaina e o Colégio dos Medici de Lion apresentaram novas censuras contra ele. Em seguida foi novamente acusado de estar beirando à superstição e à magia satânica. Em março de 1634 foi preso, os seus livros e manuscritos foram sequestrados e ele foi transferido para um convento dos Minoritas de Bruxelas. Repudiou novamente os seus erros, mas ficou detido durante dois anos em prisão domiciliar. Somente em 1642 teve a permissão de publicar uma sua obra. O livro com mais de mil páginas que coleta os seus escritos e que foi publicado

em 1648, quatro anos após a sua morte, é intitulado *medicinae* e é uma das mais divulgadas publicações científicas do século XVII. Antes de 1707 teve sete edições latinas, foi traduzida para o inglês, francês, alemão e resumidamente em flamengo.

Na concepção de van Helmond a natureza é uma realidade viva e animada, governada por um princípio de movimento. A imagem do paralelismo entre macrocosmo e microcosmo é “poética e metafórica, mas não natural ou verdadeira”. Na natureza operam somente dois princípios: a água e o ar. O fogo não é um princípio, mas apenas um instrumento aplicável aos corpos, podendo modificar a sua composição. Derretendo os corpos por meio do fogo se obtém os *tria prima* de Paracelso. Tal concepção do fogo como não sendo um princípio, não serve somente para decompor substâncias já combinadas anteriormente, mas cria classes de substâncias tendo uma influência relevante sobre a concepção dos elementos químicos própria de Robert Boyle (Abbri, 1980: 77). O interesse de van Helmont pelo peso e pela quantificação, bem como a sua adesão à tese da existência do vácuo e a sua polêmica contra o *horror vacui* e a sua definição do *gás* como algo que não está no corpo; mas é o próprio corpo em forma diferente daquela originária e que todavia é o sinal de uma transmutação iminente e, por fim, a sua explicação da digestão baseada na ação do ácido como agente da transformação dos alimentos, foram ressaltados como importantes aquisições (Debus, 1977: 329-42).

## IATROQUÍMICOS

Não há dúvida de que a química como arte operacional e analítica, já no decorrer do século XVII, “aos poucos foi se libertando do fundo cosmológico, bíblico e metafísico em cujo âmbito estava colocado todo discurso sobre os princípios, elementos, substâncias e suas transformações. Trata-se, no entanto, de um processo não linear frente ao qual há sempre o perigo de tomar afirmações isoladas que de repente nos parecem “familiares”. Um amplo receituário médico, que tem escassas conexões com a parte teórica inicial, encontra-se no tratado *Tyrocinium chemicum* (1610) de Jean Beguin que, na tradução francesa, tornou-se um texto muito divulgado. Existem artes, como a arquitetura, que dão vida ao seu

objeto mediante composições de parte se, por outro lado, há artes, como a química, que “explicam o próprio objeto abrindo-o a fim de ver o seu interior e o fundo da sua natureza [...] para obter as virtudes ocultas ou apenas encobertas, ou pouco eficazes por causa das impurezas, e para conferir-lhes uma força sem obstáculos” (Beguin, 1665 : 27).

A capacidade de alcançar as virtudes ocultas tinha evidentes implicações práticas. Tal fato aparece evidente na obra do maior químico analítico do século XVII, Rudolph Gláuber (1604-1668), um autodidata, nascido em Karlstadt, mas que desenvolveu a sua atividade sobretudo na Holanda. O livro *Furtti novi philosophicinder Beschreibung einer neve erfunden Distillirkunst*, publicado entre 1646 e 1650, foi traduzido para o latim, francês e inglês. A descrição da nova arte de destilar (de que falava o título) dizia respeito à produção dos ácidos hidrocloreto, nítrico e sulfúrico e de alguns sais derivados de tais ácidos. Quando Gláuber (mediante a ação do ácido sulfúrico sobre o cloreto de sódio) produziu o sulfato de sódio (que junto com o sulfato de magnésio se tornou um remédio da moda), chamou-o *Sal de Gláuber* e manteve em segredo o seu procedimento realizando com isso lucros relevantes. Mantendo viva uma perspectiva metafísica de derivação paracelsiana, que o induzia a acreditar na existência de um único sal originário, identificou o salitre (que despertava grande interesse enquanto componente da pólvora) como sal universal. Entre 1656 e 1661 Gláuber publicou uma obra imponente sobre a prosperidade da Alemanha, dividida em seis partes: *Des Teuschlandts Wohlfahrt*. Quem sabe, a filosofia química talvez pudesse atenuar os desastres provocados pela Guerra dos Trinta anos e pudesse assegurar à Alemanha o seu lugar de “monarca do mundo” : “Quem conhece bem o fogo e os seus usos não ficará angustiado pela pobreza. Mas aquele que não possui este conhecimento jamais poderá investigar interiormente os tesouros da natureza. É evidente que nós alemães possuímos tesouros dos quais não temos consciência e não os utilizamos para nosso proveito [...]. De fato, dedicamos mais tempo a comer e a beber do que às Artes e às Ciências” (cf. Debus, 1977:435).

## QUÍMICA E FILOSOFIA MECÂNICA

Tanto as ideias quanto os métodos e as perspectivas da filosofia mecânica estão expostos em um outro capítulo ao qual o leitor deveria prestar atenção.

Naquele capítulo, de fato, aparece também o nome de Robert Boyle (1627-91) que na discussão sobre o significado do mecanicismo ocupa uma posição de destaque. Com efeito, Boyle enxergou na química a ciência que tinha capacidade de *fundamentar* o mecanicismo e, ao mesmo tempo, confirmar a sua validade. *The Sceptical Chymist* (1661) não contém de modo algum uma *teoria dos elementos químicos*: uma afirmação que ainda hoje podemos ler em alguns manuais. Na perspectiva de Boyle não pode haver elementos qualitativamente distintos, pois na realidade, a matéria não é constituída, como quer a tradição inteira da química, pelos quatro elementos aristotélicos, ou pelos *tria prima* dos paracelsianos, ou mesmo pelos *cinco, princípios* da química- francesa mais recente, mas é uma realidade material unitária constituída por partículas uniformes que podem se unir entre elas produzindo aqueles corpos que são tratados pela química. Os textos a esse respeito são muito evidentes: “ Não vejo por que seja preciso supor necessariamente que haja corpos primigênios e simples, com os quais, como elementos preexistentes, a natureza seria obrigada a compor todos os outros. Nem vejo porque não possamos imaginar que a mesma natureza possa produzir um do outro os corpos considerados mistos mediante várias transformações das suas partículas minúsculas, sem de compor a matéria em nenhuma daquelas substâncias simples e homogêneas em que se supõe que ela se decomponha” (Boyle, 1962 : 296-97). Com igual clareza ele afirma também: “O Sal, o Enxofre e o Mercúrio não são princípios primeiros e simples dos corpos, mas antes concreções primárias de corpúsculos e de partículas mais simples que constam dotadas de propriedades primárias ou mais radicais e mais universais dos corpos mais simples, isto é, tamanho , forma e movimento ou repouso [...]. As nossas explicações são mecânicas e mais simples e por isso devem ser consideradas mais gerais e mais satisfatórias” (Boyle, 1772 : IV, 281).

Do ponto de vista de Boyle, a tese de uma transmutação dos corpos é um corolário da sua concepção corpuscular da matéria. Os *tria prima* são concreções de partículas produzidas pela ação do fogo. Boyle retomava de van Helmont a concepção do fogo como criador de substâncias. Por isso ele se ocupou também da combustão, da calcificação e da respiração. Rejeitou a ideia do ar como corpo simples e elementar e definiu a atmosfera como “um grande receptáculo ou *rendez-vous* de eflúvios celestes

e terrestres” (ibid: IV, 85-86), distinguindo nela três tipos ou classes de partículas: a primeira produzida por vapores ou exalações secas que são emanadas pelos minerais, vegetais e animais, a segunda, mais sutil, é constituída pelos vapores magnéticos do globo terrestre e pelas inumeráveis partículas emitidas pelo Sol e pelas outras estrelas, produzindo o fenômeno que chamamos luz; as partículas da terceira espécie “não se tornam elásticas por obra de agentes externos, mas são elásticas de forma permanente e podem ser designadas com a expressão *ar permanente*” (ibid: V, 6 14-15). No contexto deste cenário devem ser colocadas as célebres experiências de Boyle sobre a elasticidade do ar e a formação da assim chamada *lei de Boyle* pela qual existe uma relação numérica entre a pressão a que é submetida uma massa de ar e o seu volume.

## **MECANICISMO E VITALISMO**

A teoria química moderna implica o reconhecimento da existência dos *elementos*, isto é, de um número exato de substâncias identificadas por meio de uma série precisa de provas. A química, tal como é concebida por Boyle, na realidade pode transformar todo objeto em um outro qualquer e, a partir deste ponto de vista, a sua praxe química resultou dificultada até mesmo pela sua filosofia mecânica (Westfall, 1984: 100). Entretanto, continua sendo absolutamente verdade que a adesão dos químicos aos princípios da filosofia mecânica, apesar de todas as incertezas e, dos equívocos que vez por vez podem ser detectados, marcou um ponto de virada irreversível. Além disso, entre o início e o fim do século, mudam não só os métodos, os princípios e as filosofias que servem de fundo às pesquisas dos químicos. Altera-se o seu *status* social. Isto é, muda o tipo de consideração que a sociedade tem a respeito do seu trabalho.

No começo do século XVIII o médico Georg Stahl (1660-1734), um dos grandes expoentes da química alemã, estava claramente consciente da radicalidade daquela virada. “A química - escreveu em 1723 ao longo de mais de duzentos anos foi domínio exclusivo dos charlatães que produziram uma infinidade de vítimas [...]. Hoje algumas pessoas começaram a se ocupar seriamente nesta ciência. Não deve surpreender o seu número pequeno. Era óbvio que os impostores, as falsas promessas dos fabricantes de



ouro, os supostos arcanos, os remédios universais, ou os preparados farmacêuticos muitas vezes nocivos dos alquimistas tornassem a química odiosa às pessoas honestas e sensíveis, despertando nelas uma sensação de desgosto por um saber caracterizado pela fraude e pela impostura” (Stahl, 1783: 2-3).

Na época em que Stahl escrevia tais palavras já havia sido publicada uma série de livros escritos em uma linguagem clara e acessível, capazes de explicar com transparência as experiências realizadas. No *Cours de chymie* (1675) do farmacêutico francês Nicolas Lemery (1645-1715), que teve mais de trinta edições, tanto a tradição iatroquímica como também aquela da filosofia mecânica procuravam um ponto de encontro e era formulada uma definição de *princípio* que teria um relevante sucesso: “Estamos perfeitamente conscientes de que tais Princípios são ainda divisíveis em uma infinidade de partes que poderiam justamente ser chamadas Princípios. Portanto, com o termo Princípios da química entendemos somente substâncias separadas e divididas até onde puderem os nossos débeis esforços” (Leméry, 1682: 8).

O problema se prendi a ainda à relação entre o corpuscularismo da filosofia mecânica e uma doutrina dos elementos. Como distinguir realmente uma substância de outra? Era necessário que se inserisse algo dotado de persistência e de estabilidade entre as partículas invisíveis, que se podiam imaginar de modo variado como dotadas de ganchos e de formas para encaixe (ou se podiam até mesmo representar graficamente como fez em 1706 o físico holandês Nicolaus Hartsoeker) e o mundo acessível aos sentidos. O trecho de Stahl a que acabamos de nos referir separava nitidamente a patifaria dos Paracelsianos da nova química finalmente “científica” e digna de apoio por parte dos Soberanos. Entretanto, o próprio Stahl alertava sobre a necessidade de se *retornar* a química dos Princípios e aos Elementos da tradição essencialista contra o programa mecanicista e newtoniano baseado na absoluta homogeneidade da matéria, que arriscava conduzir a pesquisa para um beco sem saída. E como se não bastasse: Stahl admirava sobremaneira o trabalho de Joaquim Becher (1635-82). *Physica subterrânea*. Com este título, ele mandou reimprimir uma obra de Becher que remontava a 1669. Logo após a passagem citada há pouco, Stahl se referia a Becher como a um grande mestre insubstituível (Stahl, 1783: 5-7). Se alguém abrir o texto da *Physica*

*subterrânea* terá um certo motivo para ficar surpreso. Pois naquele livro - junto a uma tríplice divisão do elemento Terra que teria efeitos importantes tanto sobre a mineralogia como também na química - se encontram *todos* os temas característicos do paracelsismo: a ideia de que seja preciso iniciar o estudo da natureza com uma explicação da narração mosaica da criação; a analogia microcosmo-macrocosmo; o paralelismo entre vegetais e animais; a crença na geração espontânea; a tese de que os metais “crescem” nas entranhas da Terra; e, finalmente, - o paralelismo entre a circulação perpétua e eterna que acontece no cosmos e a destilação química.

À fim de explicar os fenômenos da combustão, da calcificação e da respiração Stahl se referia mais uma vez a Becher e introduzia na química um princípio da combustão chamado *flogisto*. O termo *flogistos*, como adjetivo que significa *inflamável*, aparece já em Sófocles e Aristóteles (Partington, 1961-62: II, 667-i, 68). O flogisto ou princípio inflamável era a *segunda terra* de Becher, ou, se quisermos, o Enxofre ou Princípio de combustão de Paracelso. A partir da combustão e da calcificação dos metais (oxidação) o flogisto parecia dar uma explicação satisfatória: uma substância queima se contém flogisto que, sendo emitido pelos corpos durante a combustão e a calcificação, acaba se espalhando no ar.

Ferdinando Abbri, porém, demonstrou que essa *teoria do flogisto* jamais existiu. No decorrer do século XVIII, até a grande revolução conceitual operada por Antoine Laurent Lavoisier (1734-94), a palavra *flogisto* significava várias coisas no âmbito de cada teoria, funcionando como um conceito redundante e como uma verdadeira e própria “sanfona conceitual” (Abbri, 1978, 1984).

Flogisto é uma daquelas palavras que pode ser colocada em uma ampla listagem de conceitos abrangendo as esferas celestes, as almas motrizes dos planetas, o *ímpetus como* uma espécie de motor interno, os turbilhões cartesianos; o calórico, o sêmen feminino, a aura espermática, o magnetismo-animal, a força vital em fisiologia, o éter fumífero e o elétron nuclear. Na verdade, também a história da ciência é rica deste tipo de entidades, que foram consideradas verdadeiras, confirmadas pela experiência e defendidas com unhas e dentes. Trata-se de termos que designam entidades que desapareceram do mundo físico e dos manuais científicos usados atualmente, que não interessam mais aos cientistas e que conservam um significado apenas para Os historiadores da ciência.



# CAPÍTULO 11 – FILOSOFIA MAGNÉTICA

## FENÔMENOS ESTRANHOS

Diante dos fenômenos de *atração* e de *rejeição* não podia talvez parecer de alguma maneira óbvio aplicar aquelas noções do tipo “antropomórfico” como *simpatia* e, *antipatia* que ao longo de milênios caracterizaram a observação e o estudo da natureza? A respeito dos efeitos admiráveis e prodigiosos do magnetismo existe uma literatura quase incalculável em que se narra casos de peixes elétricos que se grudam aos navios, chegando até mesmo a diminuir a sua velocidade; fala-se de ilhas magnéticas que arrancam os pregos dos cascos dos navios, ou de virtudes medicinais do magneto contra o poder das bruxas. Nicolau Cabeu (que escreve em 1629) nos deixou uma lista” de crenças deste tipo divulgadas em sua época, tais como: o cheiro do alho pode enfraquecer ou isolar totalmente as forças do imã; um diamante pode impedir que o ferro seja atraído pelo imã; o sangue de uma cabra pode suspender o efeito de tal impedimento; o imã pode reconciliar um casal de esposos ou revelar um adultério; pode agir como um filtro de amor, como também pode tornar uma pessoa eloquente e atrair o favor dos soberanos (Cabeu, 1629: 338).

Há um minério de ferro, a magnetita que possuía propriedade estranha de atrair poderosamente o ferro. Uma agulha de aço, posta em contato com um pedaço de magnetita, adquire a propriedade de atrair partículas de ferro. Se aquela agulha for colocada em um plano horizontal pode girar ao redor do seu baricentro, orientando sempre a mesma das suas extremidades em direção do Norte terrestre.

Se elementos como âmbar, vidro, ebonite e lacre forem friccionados com um pano de seda ou lã, atraem pedacinhos de papel, cabelos e pedacinhos de palha. Atualmente com o termo *triboeletricidade* indicamos todos aqueles fenômenos envolvidos na eletrização por fricção e distinguimos entre *isolantes* em que a eletrização é limitada às áreas de *contato* e *condutores* nos quais aquele estado se propaga por toda a superfície dos corpos eletrizados.

Não foi fácil introduzir ordem e regras em um terreno como este que acabamos de descrever. Neste campo podem acontecer coisas realmente estranhas. Em um dia abafado e úmido de verão ou na presença de um multidão de espectadores bastante suados, experiências, que foram executadas repetidas vezes com pleno sucesso, podem inexplicavelmente fracassar. Os primeiros estudiosos dos fenômenos elétricos não levaram em conta nem os efeitos da umidade e nem aqueles da secura. As jóias e as pedras preciosas, que atraíram a atenção de muitos entre os primeiros estudiosos da eletricidade, tinham um comportamento não menos caprichoso do que o comportamento do vidro. O próprio Newton, em uma mensagem enviada à Royal Society em dezembro de 1675 salientava a irregularidade e a imprevisibilidade dos fenômenos triboelétricos (Heilbron, 1979:3 -5).

Os modelos construídos pela filosofia mecânica pareciam insuficientes para interpretar fenômenos em que emergiam em primeiro plano *atrações, simpatias e antipatias*. Era realmente uma tarefa difícil submeter à medição grandezas não facilmente determináveis, ligadas a uma persistente e aparentemente incorrigível irregularidade de comportamentos. A materialização que realizara sucessos indiscutíveis no mundo da mecânica e da astronomia não parecia de modo algum aplicável a todo o vasto reino da natureza. Kepler cita e utiliza o livro de William Gilbert sobre o magnetismo, mas procede, como o próprio Gilbert, no nível das analogias qualitativas afirmando a existência de uma força motora e magnética ou até mesmo uma *alma* presente no Sol. Galilei pensa que Gilbert alcançara conclusões verdadeiras, mas procurara em vão as verdadeiras causas daquelas conclusões trocando as suas “razões” por “demonstrações” conclusivas: “o-que eu” teria desejado em Gilbert e que tivesse sido um pouco mais matemático, e em particular bem fundamentado na geometria” (Galilei, 1890-1909: VII, 432).

Aquele desejo de Galilei era justo mas, na realidade, um pio desejo. De fato, a nível de método e de teorias, a ruptura entre a mecânica e o estudo do magnetismo, da eletricidade e do calor era destinada a durar ainda por muito tempo. Somente no decorrer do século XVIII seriam estabelecidos, tanto no plano das medidas como também naquele das teorias, alguns pontos estáveis. Mas a determinação de *conceitos de quantificação* (como aqueles de *carga, tensão, capacitância, potencial, campo elétrico* etc.) e, portanto, a constituição da eletrologia como ciência aconteceria somente no fim do século XVIII. Com efeito, três entre os maiores teóricos que atuavam neste campo - o

engenheiro francês Charles Coulomb, o Lord inglês Henry Cavendish e o físico italiano Alessandro Volta, realizariam as suas experiências e descobertas nas últimas décadas do século XVIII, falecendo respectivamente em 1806, em 1810 e em 1827. Com certeza não é por um mero acaso que John L. Heilbron, que escreveu a melhor história da eletricidade disponível até hoje, tenha dedicado pouco mais de 50 páginas ao século XVII e pouco menos de 300 páginas ao século seguinte.

## **GILBERT**

Diante de um livro como *De magnete magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure physiologia nova* publicado em Londres em 1660 pelo médico inglês William Gilbert (1544-1603) (mesmo querendo supor que a indagação tivesse sentido) seria realmente difícil responder à pergunta se a obra citada representa uma última obra da magia natural da Renascença ou se trata de uma das primeiras obras da ciência experimental moderna! Na realidade, as duas classificações foram usadas com referência aquele livro cujo primeiro capítulo é uma resenha arrazoada de livros de magia natural. A ciência de Gilbert não tem nada a ver com a matemática e nem os seus métodos tem algo a ver com a mecânica no sentido galileano. O seu livro não contém medições e as experiências que ele realiza são tipicamente qualitativas. Na essência, ele não usa um método muito diferente daquele usado por Giambattista Della Porta muito embora a criatividade das experiências, a riqueza dos seus detalhes e o cuidado com que os executa sejam sem dúvida maiores. Também as finalidades que ele se propõe não são diferentes daquelas dos ensaístas do seu tempo: indagar a respeito das “causas ocultas” e dos “segredos das coisas”, como também sobre a “nobre substância do Grande Magneto” e das propriedades medicinais da magnetita. Em lugar das “opiniões e eventuais superstições expostas pelos professores de filosofia”, Gilbert prefere as “experiências dignas de credibilidade e os argumentos comprovados”. Nesta base ele esboça uma exposição experimental das propriedades magnéticas fundamentais, a qual “não difere essencialmente da discussão que se encontra nos modernos manuais básicos de física (prescindindo porém dos conceitos de força de um campo magnético e de linhas de força, bem com o da formulação matemática), (Dijksterhuis, 1971 : 52-6). Devido à

sua desconfiança com relação aos “professores”, Gilbert utiliza o livro sobre a declinação da agulha magnética que fora publicado em Londres em 1581, por um marinheiro inglês que se dedicara à construção de bússolas. O livro de Robert Norman (ca. 1560-1596) nascera no terreno da praxe e era um daqueles trabalhos que ficavam totalmente estranhos ao mundo dos homens de cultura. O título do livro era *The New Attractive, Containing a Short Discourse of the Magnet or Lodestone (A nova atração, que contém um breve arrazoado sobre o Imã ou Magneto)*.

O encontro com a praxe dos “mecânicos” não deixava de ter sentido. Gilbert tentou se servir da medição da inclinação da agulha magnética (com a ajuda de um mapa complicado e de um mostrador) a fim de estabelecer a latitude no mar, a seu ver tal aplicação era uma grande descoberta que poderia permitir “com pouco esforço e mediante um pequeno instrumento, estabelecer a latitude mesmo com o tempo nublado. Nas suas experiências Gilbert faz uso de *terrinhas* ou *microterras* ou imãs globulares. A primeira conclusão a que chegou é que a própria Terra é um imã com polaridades magnéticas que coincidem com os pólos geográficos. Os pólos terrestres não são *pontos geométricos* (como todos acreditaram até então), mas *pontos físicos*. Como a agulha de uma bússola tem uma direção constante, do mesmo modo o eixo da Terra é invariável. Gilbert aceita o movimento diurno da Terra porque acha que todo imã de forma esférica possui naturalmente a capacidade de rodar, mas não chega de maneira nenhuma a seguir Copérnico na sua tese de uma rotação anual da Terra ao redor do Sol.

Uma segunda conclusão importante de Gilbert é a clara distinção que ele faz entre ação magnética e ação elétrica (introduz o termo *Vis electrka* destinado a alcançar um sucesso especial). O magnetismo (a atração que a magnetita exerce sobre o ferro) lhe parece como uma aproximação recíproca que modifica a substância dos corpos; a eletricidade (este termo porém nunca ocorre nos seus escritos) como uma *atração* que todos os corpos pequenos e leves sofrem por parte de objetos (como o âmbar, o cristal, o vidro, a resina e o enxofre) quando friccionados. O *versorium* construído por ele era um verdadeiro e próprio eletroscópio.

Na realidade, uma concepção mágico-vitalista serve de mundo às experiências cuidadosas e criativas de Gilbert. A matéria não é desprovida de vida nem de percepção. A atração elétrica é exercida mediante *effluvia materialia*; ao contrário, a atração magnética (que não é impedida pela

interposição de corpos materiais) é uma força espiritual, a ação de uma *forma*, (não no sentido aristotélico) que é “única e peculiar”, que é “primitiva, radical, astral”, que se encontra “em cada globo, o Sol, a Lua, as Estrelas” e também na Terra, é “aquela verdadeira potência magnética que chamamos energia primária”. O imã possui uma alma que é até mesmo superior à alma do ser humano. A Terra é a *mater communis* em cujo útero se formam os metais. O mundo inteiro é animado e “todos os globos, todas as estrelas bem confio esta Terra gloriosa foram governados desde o início pelas suas próprias almas, das quais derivou o impulso para a preservação”. Aristóteles cometeu o erro de ter atribuído uma alma aos corpos celestes e, em seguida, de tê-la atribuído à Terra: “A situação das estrelas em comparação com a Terra seria penosa se a excelência da alma fosse negada às estrelas e atribuída, ao contrário, aos vermes, às formigas, aos escaravelhos e às ervas” (Gilbert, 1958 : 105, 309, 3 10).

## OS JESUÍTAS E A MAGIA

Em sua obra *Magia naturalis*, publicada em duas edições diferentes em 1558 e em 1589, Giambattista Della Porta (1535-1615) dedicou todo o livro sétimo (da segunda edição em 20 livros) às maravilhosas aplicações do imã. Quando preparou uma edição italiana (que apareceu em 1611) Della Porta acusou explicitamente Gilbert de ter saqueado o seu texto e ter ocultado o plágio atrás de um amontoado de insolências. Na realidade, Gilbert se servira efetivamente do livro de Della Porta (que, após Aristóteles, é o autor mais citado no tratado *De magnete*) porém como uma pista mais do que uma verdadeira e autêntica fonte (Muraro, 1979: 145).

Quando Nicolau Cabeu (1596-1650) publicou em Ferrara a obra *Philosophia magnetica* (1629) enfrentou o mesmo tipo de problemas que William Gilbert enfrentara menos de trinta anos antes, dando a eles uma ampla difusão: ele nega que a Terra seja um imã, mas tenta introduzir uma distinção exata entre fenômenos elétricos e fenômenos magnéticos; constata, além disso, a presença de efeitos repelentes junto com efeitos atrativos; considera também que a fricção abre o caminho para eflúvios sutis que tornam rarefeito o ar circunstante e que o ar, tendendo a restabelecer a densidade originária, transporta consigo os corpos mais leves. Todavia, ele é cético quanto aos poderes extraordinários atribuídos ao imã e que,



como foi visto anteriormente, ele registrou cuidadosamente. Cabeu era um Jesuíta, mas o título de *Oedipus huius saeculi* foi atribuído a Athanasius Kircher (1601-80), um outro Jesuíta, professor de matemática-física e línguas orientais no Colégio Gregoriano de Roma (desde 1634), polígrafo incansável, divulgador ativíssimo dos grandes temas do saber da sua época, construtor e organizador de um grande museu-laboratório de magia natural, onde eram combatidas as pretensões dos alquimistas e dos inventores de máquinas para o movimento perpétuo, mas também eram exibidas “máquinas mágicas” para produzir ilusões óticas ou para a comunicação à distância, para mover pesos sem meios evidentes, e onde se controlava, também, por interesse da Royal Society, se as centopéias podiam fugir de Um anel de pó extraído do chifre de um unicórnio.

Na opinião de Kircher, Gilbert foi um grande estudioso do magnetismo. Porém, cometeu um único erro o de ter aderido à doutrina monstruosa do movimento da Terra. Se realmente a Terra fosse um imã, considerando que uma *terrinha* com um diâmetro de dois palmos atrai uma libra de ferro, a ferradura de cavalos ou de mulos, assim como as armaduras, as painéis e os talheres, adeririam com tanta tenacidade ao chão que nenhuma força poderia desprendê-los. Na realidade, o uso humano do ferro seria impossível. Kepler, por sua vez, é um príncipe da astronomia, mas construiu uma cosmologia imaginária que atribui ao Sol uma força magnética capaz de produzir o movimento dos planetas. Se a tese de Kepler é verdadeira, por que as agulhas de todas as bússolas não se voltam para o Sol? (Kircher, 1654: 3-5, 383-86).

No livro terceiro da sua obra intitulada *Magnes sive, De arte magnetica opus tripartitum* (publicado em Roma em 1641, em Colônia em 1643 e novamente em Roma em uma edição mais ampla em 1654), Kircher trata do magnetismo da Terra, dos planetas e das estrelas, bem como da produção natural e artificial da chuva, do termômetro, da influência do magnetismo do Sol e da Lua sobre as marés, da força magnética das plantas, do magnetismo na medicina, da força de atração da imaginação, da música e do amor (ibid: 409).

O magnetismo estudado por mero de experiências é somente um caso particular de uma *vis tractiva* mais geral presente em todas as coisas e distribuída em toda a natureza. Existe portanto uma faculdade magnética não só no imã, mas em todas as coisas naturais. Kircher repete várias vezes a frase que desde sempre está presente em todos os livros de magia: o

semelhante atrai semelhante e o dissemelhante foge do dissemelhante. O nexo entre todas as coisas corpóreas é a chave de acesso para aquele conhecimento das coisas ocultas que no jargão do povo é chamado de *magia* e que na opinião dos filósofos é considerado como a verdadeira e a única grande sabedoria (Nocenti, 1991: 180-89).

Na época dos triunfos da mecânica, em pleno século XVII, com a obra de Kircher renasce uma curiosa e irrepetível combinação da tradição mágico-alquimista com o experimentalismo moderno. A figura do mago e aquela do técnico mais uma vez parecem se fundir em uma só imagem. A construção das máquinas serve mais para exhibir prodígios, para mostrar o aspecto maravilhoso da natureza do que para fortalecer o controle humano sobre a mesma. Não se trata somente de um caso isolado. Também na obra do jesuíta Francisco Lana Terzi, aluno de Kircher e sócio correspondente da Royal Society, autor do *Prodromo ovvero saggio di' alcune invenzioni nuove premesso all'Arte Maestra* (1670), bem como na obra *Technica curiosa, sive mirabilia artis: libris XII* (1664) de um outro aluno, o jesuíta Kaspar Schott, voltam as mesmas colocações e Schott, um autor lido e admirado por Leibniz se ocupa não somente das línguas e das atrações, mas também do poder dos demônios, de monstros policéfalos e de possessões diabólicas.

Não resta dúvida de que, em textos desse tipo, torna-se totalmente evidente uma utilização do platonismo hermético para fins apologéticos. A partir deste ponto de vista, o programa cultural de Kircher parece concluir o projeto de Francisco Patrizi que, no final do século XVI, convidara o Pontífice a substituir o ensino de Aristóteles pagão com a piedosa filosofia hermética e platonizante de Marsilio Fícano. Daí, perguntamos: existe nisso uma postura, que hoje poderíamos chamar de “política cultural” da Ordem dos Jesuítas, atrás deste tipo de produção que mistura coisas novas com antigas superstições, que tende parar o sensacional e para o incrível, a fim de atingir a imaginação? Ou se trata apenas de uma manifestação da mentalidade característica do maneirismo e da cultura barroca?

## **PRUDÊNCIA EXPERIMENTAL E OUSADIA MODELISTA**

Na mesma época em que Kircher fazia incansavelmente falar de si mesmo e publicava os seus livros de sucesso, Lorenzo Magalotti (1637-1712), secretário da Academia do Cimento, viajante incansável por toda a Europa,

embaixador especial de Cósimo III em Londres, na Suécia, na Dinamarca, publicava o seu livro *Saggi di naturali espérienze*. (*Ensaaios de experiências naturais*) (1667). Nesta obra, o gosto pela observação exata e objetiva prevalece com nitidez sobre a paixão pelo estranho e o maravilhoso. Passando do texto de Kircher para o texto de Mangalotti temos realmente a impressão de entrar em um outro mundo em que a prudência e a cautela se tornam virtudes necessárias para o pesquisador e no qual *experimental* é sinônimo de superação de dificuldades e obstáculos e o saber é parecido com um mar onde a navegação é difícil: “Aqueles que na ação de experimentar são treinados desde longo tempo, sabem por experiência as dificuldades que se encontram na execução de uma experiência devido aos obstáculos que traz por vezes o simples uso de instrumentos materiais [...]. Por conseguinte, as maravilhosas operações do imã devem ser encaradas como um vasto mar onde, apesar de já terem sido descobertas muitas coisas, com toda a probabilidade resta ainda muito mais a descobrir e é por isso que nós não fomos até agora tão ousados em nos adentrarmos por esse mar, percebendo muito bem que, o propósito de tentarmos fazer nele novas descobertas implica um completo e longuíssimo estudo e sem interrompê-lo por outras especulações” (Mangalotti, 1806: 163; 1976: 228).

Durante o século XVII, nem todos os discursos sobre a eletricidade foram situados no cenário de uma cultura inspirada no hermetismo. De fato, não somente a atitude prudente de um Mangalotti opunha-se à tradição “mágica”, mas havia também a força da filosofia mecânica cartesiana na qual a construção de modelos explicativos e o gosto pelos sistemas fazia passar decididamente para um segundo plano (até anulá-la) toda atenção para as experiências. Seria oportuno lembrar pelo menos as páginas dedicadas por Descartes ao magnetismo no tratado *Principia philosophiae* de 1644 nas quais está ausente qualquer pesquisa detalhada (do tipo daquela desenvolvida por Gilbert) sobre cada fenômeno magnético particular. Naquele texto uma perspectiva rigidamente mecanicista celebrava os seus triunfos ilusórios rejeitando como mágica e “oculta” toda noção de força (*virtus*) de *atração*. O magnetismo não exerce nenhuma função sobre o movimento da Terra e nem sobre o movimento dos planetas que são mantidos em movimento pelos turbilhões da matéria sutil. Todos os fenômenos que despertaram tanta maravilha infundada podem ser explicados com base nos princípios de grandeza, figura, situação e

movimento. Para explicar a atração da limalha de ferro em direção do pólo norte e sul de um imã, Descartes faz recurso às partículas do primeiro elemento as quais, sendo sulcadas ou estriadas quando são espremidas entre as partículas esféricas do segundo elemento, adquirem a capacidade de se movimentar ao longo de condutores ou canais encurvados. As partículas estriadas, semelhantes a pequenas conchas de caracol, movimentam-se facilmente através do corpo da Terra e penetram nele pelo pólo Norte ou pelo pólo Sul. Posto que o inteiro turbilhão gira ao redor do próprio eixo no mesmo sentido, as partículas que vem do pólo Sul giram em sentido contrário daquelas que vem do pólo Norte. As partículas estriadas passam facilmente através da Terra porque ela está frisada no seu interior de forma adequada para deixar passar as partículas que rodam da esquerda para a direita ou aquelas que rodam da direita para a esquerda. As partículas de um imã podem penetrar no corpo de um outro imã. Os imãs se aproximam porque as partículas arrastam o ar que há entre eles e, considerando que é impossível se produzir o vazio, forçam a aproximação dos imãs. Quando se afastam é para deixar espaço aos fluxos de partículas que, se os pólos contra-postos são semelhantes entre si, não podem penetrar nos canais. Descartes achava que as partículas estriadas podiam ser ativadas toda vez que se verificavam atração ou rejeição, incluindo nisso os fenômenos elétricos (Shea, 1994: 311-14). A tais perspectivas cartesianas, que na França teriam sucesso até a década de Quarenta do século XVIII (Heilbron, 1979: 31) iriam se referir entre outros, Jacques Rohault (1620-75) e François Bayle (1622-1709).

## **A ESFERA DE ENXOFRE**

Oto von Guericke, que em 1672 publicou a obra *Experimenta nova*, era um copernicano fascinado pela ideia de um Cosmo sem limites e do vazio imenso dentro do qual estão situados os corpos celestes. Ele pensava que o vácuo, que realizara artificialmente mediante a sua célebre e dispendiosa experiência (assunto à que teremos oportunidade de voltar no capítulo 16) tivesse as mesmas características do vazio interplanetário. Pensou além disso que fosse possível reconstruir os *poderes* ou as forças dos planetas de forma experimental. Por isso construiu uma bola de vidro do tamanho da cabeça de uma criança e, após enchê-la com pó de enxofre, esquentou a esfera,

deixando-a esfriar em seguida e, finalmente, quebrou o vidro. A esfera de enxofre foi fixada a um eixo ao redor do qual podia rodar; sendo friccionada ao mesmo tempo, a bola começa emitir luz e estalidos sonoros, revelando imediatamente a presença das mesmas forças que são próprias da Terra: atrai os corpos leves e os retém sobre ela durante a rotação. Aquela esfera é um globo terrestre posto debaixo dos nossos olhos. O globo é dotado também de uma *vix repulsiva* que repele àquilo que foi atraído, por causa de um conflito entre naturezas diferentes. O mesmo e idêntico fenômeno acontece com a Terra que expelle de si o fogo e os “materiais incandescentes e mantém à distância o corpo esférico da Lua.

A sua única descoberta, que Guericke teria classificado como *elétrica*, era aquela relativa à capacidade da ação elétrica de se propagar ao longo de um fio quando uma das suas extremidades era colocada em contato com a esfera eletrificada. As forças (ou os eflúvios) de que ele falava eram ao mesmo tempo corpóreas e incorpóreas. As incorpóreas abrangiam as forças impulsiva, conservativa, repulsiva, diretiva ou magnética, rotatória, bem como o som, o calor e a luz. A classificação das forças era complicada e carente de clareza. Somente a manipulação da esfera de enxofre impressionou a fantasia dos contemporâneos. O discurso sobre a transmissibilidade ao longo de um fio ficou totalmente isolado e precisou ser redescoberto antes de entrar a fazer parte dos conhecimentos adquiridos sobre a eletricidade (Heilbron, 1979: 218).

## MÚSICA E TARANTISMO

No meio de unia quantidade quase infinita de reflexões curiosas e de experiências efetuadas sem o auxílio de teorias suficientemente válidas, tanto as experiências de Guericke como também as próprias reflexões de Huygens não teriam consequências imediatas. Elas passariam a exercer o seu efeito somente quando foram retomadas, em um contexto teórico diferente, em meados do século seguinte (Heilbron, 1979: 219, 226). O fato de que a situação, como já vimos, fosse bastante confusa, não impediria que as linhas de demarcação entre a magia e a ciência - que foram claramente formuladas já desde o começo do século - tivessem sido esquecidas. Descartes pensava que Kircher fosse mais um charlatão do que um *savant (culto)* (Descartes, 1936-63: 111, 803) e Evangelista Torricelli

escreveu ao seu velho mestre o seguinte: “A obra impressa é um volume muito grande sobre o imã; um volume enriquecido com uma grande decoração de belos ramos. Poder-se-ao obter informações sobre astrolábios, relógios, anemoscópio e além disso com uma quantidade de vocábulos muito extravagantes. Entre outras coisas há também numerosos jarros e jarros grandes, epigramas, dísticos, epitáfios, inscrições, uma parte em latim, outra parte em grego ou em árabe, e outra parte em hebraico e em outras línguas. Entre as coisas lindas há uma partitura daquela música que diz ser antídoto do veneno da tarântula. Mas, agora chega: o sr. Nardi, Mangiotti e eu rimos muito” (Galilei, 1890-1909: XVIII, 332).

Os três amigos, mesmo não dispondo de teorias satisfatórias sobre a magnetismo e sobre a eletricidade, tinham ótimos motivos para rir. Parecia impossível, mas a coisa que talvez os fazia rir mais - a música como antídoto para o tarantismo – era a única que, no meio de todos aqueles jarros, à distância de três séculos, despertava ainda o nosso interesse. A leitura do livro *La terra dél rimorso* de Ernesto De Martino (que estudou o efeito da música sobre os “tarantulões” do Sul da Itália e que a partir deste ponto de vista ressaltou a importância de muitas páginas do jesuíta cheio de imaginação pode nos fazer refletir utilmente também a respeito das risadas dos referidos amigos.

Justamente De Martino soube formular, com relação ao sucesso dos livros de Kircher e da grande sedução exercida por eles e pela tradição hermética que vigorava ainda em pleno século XVII, um juízo muito agudo: “Em Kircher a ponte que mediara a passagem da baixa magia ritual para a sabedoria baconiana como poder, agora servia para realizar a ligação inversa com o maravilhoso mundo popular e plebeu e para justificar as crenças mágicas tradicionais mediante categorias mentais da magia natural. Por meio de Kircher se realiza em certo sentido o exorcismo contra-reformista da magia natural, isto é, a tentativa de oferecer uma grande sinopse da magia natural depurada de todo fermento perigoso” (De Martino, 1961 : 244).

# CAPÍTULO 12 – O CORAÇÃO E A GERAÇÃO

## O SOL DO ORGANISMO

Os estudantes de medicina no século XVI (e durante um boa parte do século XVII) formavam as suas competências em fisiologia com base em uma visão coerente e sólida do organismo humano que remontava ao médico Cláudio Galeno de Pérgamo (ca. 129- 200). O sistema de Galeno não fora colocado em crise pela obra dos grandes anatomistas do século XVI (Andrea Vesálio, Real do Colombo, Gabriele Fallopid, Gerolamo Fabrici d'Acquapendente e Bartolomeu Eustachi). O fígado, o coração e o cérebro eram considerados por Galeno uma tríade, fonte e reguladora da vida. Se for examinado um animal sangrado as artérias e o ventrículo esquerdo do coração aparecem vazios. Com base nesta experiência as artérias foram interpretadas como condutoras de “ar” ( como indica a etimologia grega da palavra artéria). Galeno no entanto rejeita esta tese. Ele não acha que o sangue circule em um sistema fechado, distinguindo assim *dois sistemas circulatórios*. O primeiro, que desempenha no organismo uma função de nutrição, é formado pelas veias e pela parte direita do coração. Neste sistema o sangue é produzido pelo fígado que transforma em sangue venoso os alimentos que provém do estômago e dos intestinos. O segundo sistema circulatório é constituído pelas artérias e pela parte esquerda do coração, desempenhando a função de transmitir a todas as partes do organismo o “espírito vital” ou a “alma” que opera no coração. Através de supostas porosidades do secto intraventricular (a densa parede divisória que separa o ventrículo direito do esquerdo) uma parte do sangue arterial passa para o ventrículo esquerdo misturando-se com o ar que provém dos pulmões que exercem uma ação refrigeradora sobre o coração e expelem pela, respiração as impurezas do sangue. Por meio dos pulmões o ar chega ao ventrículo esquerdo; o sangue então se enriquece com espíritos vitais e se transforma em sangue arterial. Nesta doutrina a função central do coração é a diástole ou dilatação: na verdade, o processo de maior importância parece ser a *atração*

dó sangue para o interior do coração, não a sua expulsão do coração.

O esmero das descrições dos grandes anatomistas do século XVI propiciara uma série enorme de dados novos. Tais fatos se configuraram como realmente neves quando foram inseridos na sistematização teórica orgânica e coerente apresentada na obra *De motu coráis* (1628) do médico inglês William Harvey (1578-1657) que fez o doutorado em medicina em Pádua em 1602, tornando-se em seguida (em 1651) professor de anatomia e cirurgia no Colégio Real dos Médicos de Londres. Gozou da amizade e da estima do Rei Carlos I que com frequência assistia às suas experiências. Durante a guerra civil, a sua residência foi saqueada e muitas das suas anotações foram destruídas. Ele jamais teve qualquer interesse pela política. Certa vez disse a um amigo que “as férias nas atividades públicas, que para muitos causam tanto desconforto, tornaram-se para mim um supremo remédio” (Pagel, 1979: 17).

A doutrina de Harvey sobre a circulação do sangue, que foi acolhida por Descartes e por Hobbes - ou seja, pelos maiores teóricos do mecanicismo - como uma virada de importância central, tornando-se o ponto de partida da nova biologia mecanicista, pois constituiu de fato uma verdadeira e própria derrubada da fisiologia de Galeno. A crítica de Harvey à doutrina galênica se dirige a uma série de pontos fundamentais: a quantidade de sangue expelida pelo coração em uma hora supera o peso de um homem: como pode esta enorme quantidade de sangue ser produzida pela nutrição? Onde é originado e para onde vai todo este sangue se não se aceita a hipótese de uma *circulação continua*. Como se justifica a ideia de uma passagem do sangue pelo ventrículo direito para o ventrículo esquerdo, considerando que aquelas porosidades são invisíveis e, por conseguinte, não é possível observá-las de modo algum? Considerando que o septo ventricular tem uma estrutura mais dura e compacta do que a de muitos outros tecidos, por qual razão procurou-se justamente ali (e não por exemplo no tecido esponjoso dos pulmões) um caminho para a passagem do sangue? Considerando que os dois ventrículos se dilatam e se contraem ao mesmo tempo, como pode o ventrículo esquerdo aspirar sangue do ventrículo direito? Considerando que os animais desprovidos de pulmões são desprovidos do ventrículo direito, não é mais razoável pensar que este ventrículo tenha a função de transmitir sangue aos pulmões? Considerando que se for aberta uma pequena artéria todo o corpo ficaria totalmente sangrado no prazo de mais ou menos meia hora, como se



pode afirmar que nem todo o sangue circula através das artérias?

Os dados experimentais bem como os problemas são reformulados por Harvey a partir de um novo modelo: o sangue circula continua e ininterruptamente no corpo; a função fundamental do coração é a sístole, isto é, a sua ação de contrair-se e endurecer-se quando o sangue é impelido para fora do coração (que funciona como uma bomba de pressão); as artérias não pulsam em virtude de uma dilatação das suas paredes, mas por causa da pressão do líquido impelido nelas pelo coração; as válvulas das veias servem para impedir que o sangue venoso reflua do centro para as extremidades; o sangue enriquecido e quente que provém do coração se esgota e se resfria na periferia do corpo; passando pelas últimas ramificações das artérias para os últimos pontos terminais das veias ele retorna perenemente ao coração como fonte de vida. As artérias de um braço (e das articulações em geral) estão situadas em profundidade, ao passo que as veias estão mais próximas da superfície. Harvey constatou que uma amarração muito apertada acima do cotovelo impede ao sangue arterial de chegar até a mão: a artéria acima da atadura se incha, a mão esfria e cessam as pulsações. Ao contrário, uma atadura apertada moderadamente impede ao sangue venoso de refluir para o coração: as veias se incham abaixo da atadura, a mão fica inchada de sangue, a pulsação do pulso se torna fraca, mas ainda perceptível.

A *descoberta* de Harvey deve ser situada dentro de um contexto exato. O problema que dominava, ocupando quase de modo obsessivo a sua mente, era o de conhecer a finalidade ou o sentido da circulação. Harvey era um aristotélico e na filosofia aristotélica o movimento circular ocupa uma posição dominante. A coesão do cosmo era assegurada pelo movimento circular dos corpos celestes. Este mesmo princípio orientava Harvey na sua consideração do movimento circular do sangue: tal movimento devia garantir a conservação daquele microcosmo que é o corpo humano por meio de um movimento regenerativo contínuo do sangue e, portanto, circular. Além disso, o sangue, enquanto difuso por todo o corpo, na ideia de Harvey, era o receptáculo fundamental da alma (Pagel, 1979: 26, 329). Todavia, na sua insistência sobre a centralidade do coração, que para Harvey aparece como “o Sol do microcosmo”, assemelhando-se a um soberano exercendo as suas funções sobre o organismo, nesta atitude de Harvey estavam presentes também os ecos daquela “literatura Solar” da Renascença que teve em Marsílio Ficino um dos seus maiores representantes

Um aristotélico, -portanto, ainda influenciado por temas ligados à tradição hermética: A partir do nosso ponto de vista moderno, já este aspecto pode parecer um retrato um tanto desconcertante. Mas não é só isso. Há também o fato de que Harvey se aproxima dos dados que lhe são oferecidos pela tradição como também aos dados que resultam de suas experiências inspiradas em um modelo mecanicista. Galeno comparara o coração a um pavio, o sangue ao óleo que o penetra e os pulmões a um aparelho para ventilá-lo. Além disso ele pensou que o sangue, consumando-se pela combustão, deixasse um resíduo fumoso (ibid: 148-49). Neste modelo as artérias se dilatam não por efeito de uma pressão, mas em virtude de uma faculdade vital. Harvey faz uso de um modelo do tipo hidráulico-mecânico: o coração é parecido com uma bomba, as veias e as artérias funcionam como tubos nos quais escorre um líquido, o sangue como um líquido sob pressão e em movimento e as válvulas das veias como válvulas mecânicas.

Com base nesta impostação Harvey pode tomar posição contra a doutrina dos espíritos na forma em que tal doutrina fora elaborada pelo médico francês Jean Fernel (1497- 1559) no seu tratado de *Universa medicina* (1542), uma das obras de fisiologia mais divulgadas. Na análise de um cadáver, as artérias, o ventrículo esquerdo do coração e as cavidades do cérebro aparecem vazios: aquelas cavidades, porém, enquanto havia vida, estavam repletas por um “espírito etéreo”. O termo *espírito* tal como é usado por Fernel e no âmbito da medicina galênica (que distingue entre espírito natural, vital e animal) na concepção de Harley é considerado como vago e indeterminado, não utilizável na pesquisa empírica e ligado a noções místicas. Seguindo o testemunho dos sentidos “nós jamais conseguimos achar aquele espírito em algum lugar”. Para que a noção de espírito resulte aceitável deve ser colocada em um nível diferente: os espíritos não são forças ocultas, nem poderes que podem ser multiplicados ao infinito a fim de explicar os fenômenos vitais; tais espíritos não são nada mais do que aspectos, qualidades, ou características empíricas do sangue.

O processo de oxigenação do sangue nos pulmões foi apenas percebido por Harvey; a existência dos capilares através dos quais o sangue passa das artérias para as veias é admitida por ele somente como hipótese teórica. Com relação ao primeiro ponto, o médico inglês Richard Lower (1631-91) iria completar as teorias de Harvey. Na realidade, para *enxergar* os vasos capilares seria preciso o microscópio e seria Marcelo Malpighi (1628-94) a

observar no microscópio, em 1691, o fluir do sangue nos capilares dos pulmões de uma rã.

Ao lado de Robert Hooke, Jan Swammerdam (1637-1680) e Antony van Leeuwenhoek, Marcelo Malpighi, nomeado membro da Royal Society em 1669, é um dos grandes *microscopistas* do século XVII. Entre 1661 e 1679 redigiu uma série de breves tratados sobre os pulmões, a língua, o cérebro, a estrutura dos intestinos, a formação do embrião no ovo de galinha e sobre a anatomia das plantas. Naquelas breves monografias, escritas de forma extremamente clara, encontrava expressão a assim chamada pesquisa estrutural que se serve, por um lado, do microscópio e, por outro lado, de uma série de procedimentos artificiais como a dissecação e o cozimento (Adelmann, 1966).

Já falamos a respeito de Alfonso Borelli no capítulo dedicado à filosofia mecânica. Quando Borelli enfrentava o tema da faculdade motora dos músculos, interpretou tal faculdade como uma espécie de reação química entre o sangue alcalino e a acidez dos sucos nervosos, referindo-se às teses expressas pelo dinamarquês Niels Stensen baseadas na observação das fibras musculares no microscópio. Todavia, a tentativa que consta em Borelli (e em Descartes) de uma resolução integral da fisiologia no nível da mecânica iria se revelar parcial. Na verdade, além da mecânica do esqueleto e dos movimentos musculares apareciam os problemas complexos da respiração e da alimentação aos quais não era possível aplicar os conceitos ainda rudimentares da química inorgânica do século XVII.

## **GERAÇÃO “EX OVO” OU GERAÇÃO BACTERIANA**

No século XVI, a geração dos seres vivos foi o tema central de uma vastíssima discussão (Roger, 1963; Solipas, 1967; Bernardi, 1980). Em tal discussão um lugar de destaque, cabe mais uma vez a Harvey. Na capa do seu tratado *De Generatione Animalium* (1651) há o lema *ex ovo omnia* (todas as coisas nascem do ovo). No que diz respeito à noção harveyana de ovo não é o caso de projetar as nossas noções e definições, mas naquela época se tornou igualmente célebre a sua expressão: *omne vivum ex ovo* (todo o ser vivo vem do ovo)! No conceito de Harvey são ovos tanto aqueles das galinhas e dos animais ovíparos, como também o casulo de onde sai a borboleta e o saco

amniótico dos grandes mamíferos.

As experiências realizadas por Francisco Redi (1626-98) sobre a geração dos insetos deram uma contribuição definitiva para a eliminação da antiga teoria da geração espontânea segundo a qual alguns insetos e pequenos animais (moscas, escaravelhos, caramujos, sanguessugas e até mesmo alguns vertebrados de classes inferiores) nasciam da putrefação de substâncias orgânicas: os cadáveres geram vermes e as imundices insetos, o vinho ficando azedo gera os corpúsculos do vinagre, da carne apodrecida de cavalo nascem vespas e zangões, ao passo que da carne podre de jumento nascem os escaravelhos, e daquela de um boi ou de um bezerro as abelhas. Na obra *Experiências sobre a geração dos insetos* (1668), Redi aplicava um método comparativo utilizando, como diríamos hoje, amostragens de controle. Utilizou oito recipientes contendo várias espécies de carnes, mantendo quatro deles tampados e deixando quatro expostos ao ar livre. Somente nestes últimos em que posaram moscas apareceram larvas que em seguida se desenvolveram em moscas. Logo se concluiu que a falta de contato com o ar era a causa da ausência de formas de vida. Redi então repetiu a sua experiência fechando os quatro recipientes com ataduras que tornavam a carne inacessível às moscas: “não apareceu então qualquer animal que não fosse morto” (Redi 1668: 95).

A história da ciência, como em qualquer história, é cheia de imprevistos. A experiência de Redi é justamente considerada como uma conquista perene. Mas justamente a rejeição da antiga tese da geração espontânea pareceu contestada por algo que consideramos (com razão) uma outra grande conquista da ciência moderna. Antonie van Leeuwenhoek (1632-73) viveu a sua vida inteira em Delft: era porteiro, não conhecia o latim e não estava em condição de escrever um tratado científico. Mas, em compensação, era um construtor inigualável de lentes e um homem dotado de uma insaciável curiosidade pela natureza. Mesmo desconhecendo totalmente aquilo que hoje nós chamaríamos de “método científico”, com as suas lentes ele queria realmente ver tudo. Durante mais de cinquenta anos enviou à Royal Society longas cartas escritas: em holandês e providas de desenhos precisos e minuciosos. Tornou-se então muito famoso e entre os muitos personagens que foram visitá-lo em Delft houve também o Czar Pedro o Grande. No verão de 1674 Leeuwenhoek descobriu que uma gota de água de um dos lagos nos arredores de Delft, olhada no microscópio, estava toda cheia de animais

extremamente minúsculos de várias cores, que tinham o corpo parecido a um globo, uma longa cauda e se moviam com grande velocidade e agilidade. Aqueles pequenos seres vivos (eram protozoários) estavam presentes em vários tipos de água. Depois que uma longa carta de Leeuwenhoek, relatando as suas experiências, foi publicada (em 1676) no órgão da Royal Society “Philosophical Transactions”, o que se devia pensar a respeito das afirmações de Redi sobre, a impossibilidade da geração espontânea? No máximo, a validade de tais afirmações podia se referir aquela parte do mundo vivo que pode ser vista a olho nu. Mas o microscópio não demonstrava talvez a existência de uma difusão ilimitada da vida? E o próprio Descartes não distinguira a geração dos animais superiores (que a seu ver acontece mediante a mistura dos líquidos seminais do macho e da fêmea) da formação das formas elementares da vida para gerar as quais é suficiente que o calor aja na matéria? A facção dos defensores da geração espontânea se serviu da nova descoberta para reafirmar as teses mais tradicionais (Dobell, 1932).

## **PRÉ-FORMISMO**

Com exceção dos monotremados (como a equidna e o ornitorrinco) em todos os mamíferos o embrião se desenvolve dentro do corpo materno e é alimentado por meio da placenta: tais mamíferos são vivíparos. As aves, as cobras, os peixes que põem ovos, são ovíparos. Inclusive com base do princípio da uniformidade da natureza, a ideia de que também os animais vivíparos se reproduzissem por meio de ovos invisíveis veio avançando desde meado do século XVII. Redi mostrara que também os insetos nascem de ovos. As conclusões expostas no tratado *De mulierum organis generationi inservientibus* (1672) de Reinier de Graaf (1641-73) confirmavam a hipótese de Harvey. Desde o início da década de setenta do século XVII a assim denominada tese *ovista* foi geralmente aceita apesar de o “ovo” dos mamíferos continuar permanecendo invisível até as primeiras décadas do século XIX. O ovo - como diria Antonio Vallisnieri em ,1721 - *deve* existir.

A descoberta dos “animais espermáticos” (os espermatozóides) foi comunicada por Leeuwenhoek em uma carta endereçada (em 1679) à Royal Society. Os “minúsculos animais”, desta vez, estavam presentes no esperma humano . Um corpo redondo, uma longa cauda sutil, uma notável capacidade de movimento e um bem definido ciclo fisiológico. Como não pensar que se

tratasse, também desta vez, precisamente de pequenos animais semelhantes àqueles descobertos na água? Eles tinham a sua origem nos testículos e a eles era atribuída a geração. Aliás, há mais minúsculos animais presentes no líquido seminal de um indivíduo macho - observava Leeuwenhoek - do que o número de homens existentes sobre a terra.

A teoria da geração por *micro-organismos*, à qual não poucos cientistas deram a sua adesão, era contraposta portanto à teoria do *ovismo*. Portanto, animais microscópicos e não o, ovo, contém o embrião, pré-formado, do indivíduo adulto. Em virtude desta tese, entre aqueles que distinguiram novamente entre o mecanismo de fecundação dos ovíparos e o mecanismo dos vivíparos estava também Leeuwenhoek. A geração micro-orgânica não era de fácil aceitação: como pode uma espécie de pequeno verme ser o portador do embrião humano? Além disso, por que as dimensões dos ovos dos ovíparos são em certa medida proporcionais ao tamanho dos animais, enquanto os *animais microscópicos* tem tamanho quase igual nas diversas espécies? Se em cada um daqueles animais extremamente minúsculos está já presente em potencial um adulto perfeito, como se concilia com a imagem de uma natureza governada pela sabedoria infinita de Deus a enorme quantidade destes animais microscópicos que não chegam à maturação?

No começo do século XVIII a *geração micro-orgânica* parece uma teoria derrotada. Todavia, tanto os defensores do ovo como também os que defendiam a tese dos animais microscópicos, ou vermes espermáticos, pensavam que tanto o ovo quanto o “verme” contivessem em miniatura um indivíduo (macho ou fêmea) da mesma espécie. Para entender o que foi o *Pré-formismo* ou a teoria da inserção dos vermes (os franceses a denominaram *emboîtement des germes* e os italianos *sistema degli inviluppi*) é necessário levar em consideração que o Pré-formismo elimina - como inexistente - o problema da formação no tempo dos organismos vivos, e transforma o problema da *geração em um problema de crescimento*. O organismo individual não está presente *em potencial* no ovo ou no sêmen, mas está *atualmente* presente no ovo ou no sêmen. Não existem princípios organizativos ou “programas” nem no ovo, nem no sêmen. Tanto na opinião dos ovistas quanto na dos micro-organicistas, em cada um dos dois elementos está contido um modelo em escala reduzida, mas completo e organizado em todas as suas partes; do indivíduo que deve nascer. A fecundação se limita a ativar o crescimento de uma entidade já plenamente organizada e provocar o

seu desenvolvimento visível. Aquela entidade é muito pequena e está como que oculta, no ovo ou no sêmen. Muitos a procuram com o microscópio e Nicolaus Hartsoeker (1656-1725) chegou até mesmo a publicar um desenho em que, no interior dos “vermezinhas”, via-se um homenzinho minúsculo com as pernas dobradas e a cabeça presa entre os braços (Bernardi, 1986).

A fim de explicar a origem da vida, o Pré-formismo combinava muito bem com o mecanicismo, eliminando qualquer recurso a princípios vitais e a qualquer capacidade de organização presente na matéria. Todavia, algumas conclusões estavam já contidas nas premissas. Se na natureza ocorrem somente processos de crescimento, isto é, se não existem “forças” que organizam as partes de um organismo, então no pintinho que é pré-formado dentro do ovo há ovos pré-formados e dentro deles há pintinhos pré-formados com os próprios ovos pré-formados. Na obra *ficcherche de la vérité* (1647) Nicolau Malebranche (1638-1715) apresentava com clareza as teses do Pré-formismo. Desde a criação existem os germes de todos os indivíduos. Mas são como que miniaturizados e encaixados uns dentro dos outros. O indivíduo que irá nascer dali a mil anos depois já está perfeitamente formado exatamente igual aquele que nascerá depois de nove meses. A diferença está só no fato de ser muito pequeno. Nas costas de Eva estavam presentes os embriões de todos os indivíduos que existiram e existirão, até o dia do Apocalipse.

Com certeza, o Pré-formismo é uma teoria “estranha”, mas a ideia de uma divisibilidade ao infinito não se conciliava, naquela época, com as ideias expressas por aqueles que discutiam em torno do infinito e pelos assim denominados teóricos do cálculo infinitesimal? Entre um determinado ponto e um outro sucessivo - afirmavam estes teóricos - existem sempre pontos infinitos que formam um segmento contínuo infinitamente divisível em partes, elas próprias contínuas, por sua vez infinitamente divisíveis e assim ao infinito. Se ideias deste tipo chegam a ir adiante, embora com muita dificuldade, o que há de inaceitável e de escandaloso do ponto de vista de um cientista da segunda metade de século XVII, em uma teoria para nós tão estranha?

# CAPÍTULO 13 – TEMPOS DA NATUREZA

## A DESCOBERTA DO TEMPO

Hoje pensamos a geologia como a ciência que estuda a origem, constituição, estrutura e a história da Terra e dos organismos que vivem nela. Pensamos a cosmologia como a ciência que procura as leis gerais do universo e que se ocupa também das suas origens e do seu destino. Tanto a geologia quanto a cosmologia, consideradas como conhecimentos Sistemáticos das *vicissitudes* por que passaram a Terra e o universo, são ciências recentes. De fato, estão ligadas àquela profunda revolução conceitual que foi não impropriamente denominada *a descoberta do tempo*.

Os homens da época de Robert Hooke (aí pela década de trinta do século XVII) achavam de ter atrás de si um passado de seis mil anos; os da época de Kant (nas últimas décadas do século XVIII) estavam cientes de terem um passado de muitos milhões de anos. Talvez há alguma diferença entre viver em um presente relativamente próximo das origens (dispondo além disso de um Texto Sagrado que traça a escala cronológica de *toda* a história do mundo) ou, ao contrário, viver em um presente atrás do qual se estende - como escreveu o conde de Buffon - “o abismo escuro” de um tempo quase infinito.

Os cem anos que separam o livro *Discourse on Earthquakes* (*Discurso sobre os terremotos*, 1668) de Robert Hooke da obra *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (*Historia universal da natureza e teoria do céu*, 1755) de Emmanuel Kant, os discursos que dizem respeito à história da Terra e a história do cosmo se articulam conforme alternativas radicais. As discussões não se prendem somente aos modelos diferentes de história da Terra ou de história do universo, mas à própria possibilidade de fazer daquela história o objeto de uma investigação científica. Se a física e a filosofia natural se ocupam do mundo que existe (tal como foi posto em movimento por Deus), então não tem nenhum sentido ocupar-se do problema da “formação do mundo. Aquele problema fica fora da ciência, sendo



relegado à esfera das hipóteses gratuitas, ou dos “romances de física” (como se falava então) ou, como diríamos hoje, da ficção científica. Todavia, uma vez estabelecida a legitimidade de uma consideração “histórica” da natureza, só então de abririam alternativas entre modelos teóricos fortemente divergentes: entre uma história feita de processos lentos, de mutações uniformes e imperceptíveis (o assim chamado *uniformismo*) e uma história intercalada por violentas catástrofes, feita de saltos qualitativos e de revoluções (*o catastrofismo*).

A linha de demarcação entre ciência e pseudo-ciência pareceu com frequência muito difícil de ser determinada. Pressupostos metafísicos agem em profundidade nas discussões que acompanham a constituição da cosmologia e da geologia como ciências. Hooke, Descartes, Newton e Leibniz não elaboraram apenas teorias: propõem para a investigação objetivos diferentes, orientando-a e limitando-a de várias maneiras. Nas páginas dos pesquisadores dos fósseis, e dos construtores de histórias da Terra e do cosmo se reapresentam constantemente grandes questões: as relações com o texto bíblico e com a teologia, os temas da criação e do Apocalipse, a postura a ser adotada com relação à tradição lucreciana e materialista, a alternativa entre uma concepção antropomórfica e tuna concepção naturalista do mundo. Imagens diferentes da ciência, diferentes tradições de pesquisa agem em profundidade não só sobre a elaboração das teorias, mas sobre a própria “observação” da realidade, isto é, sobre a forma de *enxergar* alguns objetos naturais (Rossi, 1979).

## **PEDRAS ESTRANHAS**

Aquelas *pedras* estranhas que é fácil encontrar e que tem forma de concha são *lapides sui generis* (pedras especiais) produzidas naturalmente por alguma força presente na Terra, ou a sua forma deve ser atribuída às conchas originárias que foram transportadas por um dilúvio, terremoto ou por outras causas quaisquer para os lugares onde agora são encontradas? As pedras em forma de peixe (*lapides ichtyomorphi*) são apenas pedras que tem uma forma estranha ou são as marcas de peixes petrificados? No primeiro caso aqueles objetos que nós chamamos de fósseis são vistos como pedras e objetos naturais mais “estranhos” do que as outras pedras e objetos que existem na natureza. No segundo caso podem ser encarados como

*documentos e rastros* do passado, como as marcas de peripécias e de processos que se desenvolveram no passado. No primeiro caso são apenas observados, no segundo, são observados e lidos, do mesmo modo que se lê um documento. Deixando de lado a identificação de *fóssil* (do latim *jodie*, escavar) com tudo o que é situado debaixo da superfície da Terra e que tem o caráter comum da “petrificação”, para chegar à definição moderna dos fósseis como restos ou rastros de organismos que viveram sobre a Terra no passado foi preciso não só “distinguir o orgânico do inorgânico, dentro de um espectro contínuo de objetos fósseis” (Rudwick, 1976: 44), mas também chegar a aceitar a premissa de que aqueles curiosos objetos pudessem ser explicados fazendo recurso à sua *origem*, interpretando-os como vestígios ou rastros. Mediante a nova avaliação dos fósseis como documentos, a natureza deixa de se contrapor à história, como o reino do imutável, que é o reino do devir e da mutação: a própria natureza possui uma história e as conchas são alguns dos documentos desta história.

Com exceção de Leonardo da Vinci, que trata da origem dos fósseis marinhos em várias folhas do *Códice Atlântico* e do *Códice Leicester*, e de Bernard Palissy (1510-90), até o século XVII são dominantes as interpretações aristotélicas e platônicas. No tratado *De Mineralibus* (que é uma obra espúria) os fósseis (*fossilia*) são formados pela ação de um *sitccua lapidescens* (suco petrificante) ou de uma *aura betuminosa* que circula no interior da superfície terrestre. Na opinião do Pseudo-Aristóteles, pela ação do calor solar os metais e os outros fósseis são formados por uma exalação que sobe do interior da Terra. A esse tipo de ação desenvolvida por forças ou virtudes (*virtus plastica, lapidifica, vegetabilis*) se referem também as correntes ligadas à tradição do platonismo. Tais tendências acham que um “sêmen” originário dá vida aos fósseis que nascem e crescem, no interior da Terra, como organismos vivos. Para dar uma explicação da origem dos terremotos, Aristóteles na sua obra *Meteorologica* apresentará o corpo da Terra como sulcado por feridas, rachaduras e vastas cavidades internas. No interior da Terra circulavam “ventos” movidos pela ação solar, que originavam os abalos terrestres.

## **COMO SÃO PRODUZIDOS OS OBJETOS NATURAIS?**

Robert Hooke (1635-1703) tem um conceito da *história natural* muito

mais amplo do que o do seu mestre Bacon. A história natural preocupava-se apenas em descrever e classificar os objetos naturais. Não estudou portanto às alterações e as modificações que a natureza sofre no decorrer do tempo. Com relação às “conchas”, Hooke acha que a ciência deve indagar a respeito da forma, do tempo e das circunstâncias em que tais corpos foram colocados nos lugares em que se encontram”. É muito difícil “ler naqueles corpos e deduzir deles uma cronologia” apesar de a cronologia da natureza constituir um problema. Ampliando algumas considerações já presentes no tratado *Micrographia* (1665), na obra *Discourse on Earthquakes* (escrita em 1668, mas publicada em 1705), Hooke aborda também o problema dos fósseis “que até agora atormentou todos os cultores da história natural e da filosofia”. Ele mantém profunda distância tanto das teses aristotélicas como também daquelas neo-platônicas. Rejeita também, como improvável, a tese que faz remontar os fósseis à ação do Dilúvio. Do ponto de vista de Hooke a Terra e as formas de vida sobre a Terra tem uma história. Uma série de *natural powers e de causas físicas* (terremotos, inundações, dilúvios, erupções etc.) alteraram tanto a terra como também a vida sobre a terra. A partir da época da criação “uma grande, parte da superfície terrestre foi transformada e alterou a sua natureza [...] de maneira que muitas partes que agora são mares, no passado foram terra firme, montanhas foram transformadas em planícies e planícies em montanhas”. No início a terra consistia de substâncias fluidas que aos poucos se cristalizaram e solidificaram, formando camadas sobrepostas. Para explicar a existência de fósseis que não pertencem a nenhuma espécie conhecida, Hooke abandona também a ideia de espécies imutáveis e eternas e formulava a hipótese da destruição e do desaparecimento de espécies vivas: “Verificamos que alterações do clima, do ambiente e do alimento produzem com frequência grandes alterações e não há dúvida de que alterações desta natureza podem produzir enormes mudanças na forma e nas características dos animais” (Hooke, 1705: 334, 411, 290, 298, 327-28). Mas a “história” de Hooke continuada sendo inserida dentro das breves épocas da História Sagrada. Ele não pretende rejeitar a cronologia tradicional dos seis mil anos, nem tampouco colocar em dúvida a “concordia” entre natureza e Escritura.

Em meados do século XVII o problema da *interpretado naturae* tende a situar-se não mais no contexto de dimensões exclusivamente espaciais ou estruturais. Revela-se conexo com a dimensão temporal. O fato de analisar e

interpretar uma substância não significa apenas decompô-la, reduzindo-a ao movimento de partículas, e estudá-la nos seus aspectos geométricos. Começam a adquirir sentido também outras perguntas, como por exemplo; de que maneira a natureza produziu no tempo, um determinado objeto? Com clareza cartesiana os termos de um novo “teorema” relativo aos fósseis são enunciados pelo dinamarquês Niels Steensen (Nicolau Stenone, 1638-86) no começo do seu tratado “*De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*” (1669): “Considerando um objeto produzido por meios naturais que possui uma determinada forma, trata-se de descobrir, no próprio objeto, as evidências que revelem os modos da sua produção” (Steensen, 1669). No seu livro *Prodromus ...* estão presentes fortes influxos galileanos e cartesianos. A teoria corpuscular da matéria era usada para introduzir uma clara distinção entre os “cristais” e as “conchas” ou fósseis. A hipótese da estrutura em camadas sobrepostas da crosta terrestre e da sua formação por sedimentação de matéria inorgânica e de restos fósseis na água do mar fora construída com base em um exame do território da Toscana, mas era assumida como válida em geral. Tal hipótese explicava a presença dos fósseis incluídos na sequência das camadas e constituía uma tentativa coerente de reconstruir a sequência dos eventos geológicos. A posição originária das camadas, paralela ao horizonte, no decorrer dos séculos foi modificada por erupções e terremotos. A paisagem terrestre atual deriva das rachaduras, colapsos e elevações de tais camadas.

Em 1670, um ano depois da publicação da obra *Prodromus* de Stenone, Agostinho Scilla (1639-1700), pintor e acadêmico da Fucina, publica *La varia speculazione disingannata dal senso. Lettera responsiva circa i corpi marini che petrificati si truovano ih vari luoghi terrestri (A vã especulação desmentida pelos sentidos. Carta-resposta relativa aos Corpos marinhos que se encontram petrificados em vários lugares da terra)*. Scilla (que não conhece a obra de Stenone) em lugar da “vã especulação” que interpreta os fósseis como “crescidos” no interior das rochas contrapõe a tese de uma origem orgânica dos mesmos. Ele é muito firme em sustentar a tese de que os fósseis “fossem animais verdadeiros e não caprichos naturais gerados simplesmente por alguma substância pedrosa”. Não acredita que os metais “cresçam” nas minas e ironiza a tese da “vegetabilidade” das pedras. Toda vez que seguramos em mãos uma gloss pedra (ou dente petrificado) podemos estabelecer o lugar exato

daquele dente singular na mandíbula de um esqualídeo (Scilla, 1670: 21, 26, 33, 86-87). Scilla faz constantemente referência à sua qualidade de pintor, insistindo na observação e polemizando contra as especulações. Faz referência a Lucrecio e a Descartes. Sem nunca mencionar Galilei, aceita, porém a sua lição básica. Além do seus sensismo e do seu ceticismo, somente uma filosofia lhe parece aceitável: aquela “que conhece a grande diferença que existe entre aquilo que pensam os homens e aquilo que soube operar a Natureza” (ibid: 105). Em 1696 William Wotton apresentou à Royal Society um resumo (*abstract*) da obra de Scilla. No ano seguinte publicou *A Vindication of an Abstract of an Italian Book Concerning Marine Bodies*. Contestando as fantasias de Kircher que acredita ver Cristo e Moisés nas paredes da gruta de Baumann e identifica Apolo e as Musas nos filetes de uma ágata, Leibniz, por sua vez, iria contrapor na sua obra *Protogaea*, os testemunhos, precisos do “culto pintor” de Messína.

O texto de Athanasius Kircher (1602-80) intitulado *Mundus subterraneus* (1664) teve ampla difusão. A sua hipótese geológica estava de acordo com o Texto Sagrado e distinguia, no que diz respeito a orogênese, dois tipos de montanhas : umas, ortogonais na superfície terrestre, diretamente criadas por Deus, as outras, pós-diluvianas, apareceram por causas naturais. Os fósseis que se encontram nos dois tipos de montanhas na opinião de Kircher não são restos de organismos, mas são frutos da *vis lapidífica* e do *spiritus plasticus*. Referindo-se aos temas mais característicos da tradição hermética, Kircher evocava a analogia entre as águas que circulam no interior da Terra e o sangue. Nas rochas é possível descobrir figuras geométricas, figuras de corpos celestes, letras do alfabeto, símbolos que remetem aos significados divinos presentes no mundo. Misturando-se com os temas da “filosofia química”, a volumosa tentativa de Kircher se apresentava como urna alternativa para o mecanicismo das hipóteses cosmológicas e geológicas de Descartes.

Cientistas como Colomba, Scilla e Stenio - cujo texto foi traduzido para o inglês em 1671) tomaram em consideração os fósseis do Holoceno e do Quaternário (os assim Chamados *subfósseis* da geologia de hoje). Considerando que não havia, neste caso, diferenças significativas entre os fósseis e as espécies vivas de algum modo se tornava mais fácil, tendo à disposição aquele material, sustentar a tese da origem orgânica dos fósseis. Os achados de que dispunham nas suas coleções Martin Lister (1638-C.

1702), John Ray (162 -1705), e Edward Lhwyd (1660) remontavam ao período Jurássico e ao Carbonífero e em muitos casos eram morfologicamente diferentes das espécies afins vivas ou (como no caso das amonites) não correspondiam a nenhuma espécie existente. Lister interpretava esses fósseis como rochas e, constatando que os fósseis não são difusos de modo uniforme, mas característicos de determinadas camadas, rejeita a hipótese geopaleontológica de Stenone. Os quarenta dias do dilúvio não parecem suficientes para formar as camadas de que é constituída a crosta terrestre. A tese da origem orgânica dos fósseis fazia emergir diferenças notáveis entre as espécies vivas e os animais fósseis. A relevância de tais diferenças (para quem aceitava aquela origem) levavam necessariamente à constatação de que algumas espécies animais se extinguíram. O fato de admitir a extinção de espécies vivas não implicava numa ruptura inaceitável na “plenitude” da realidade e na grande corrente do ser? Não era o mesmo que reconhecer elementos implicando a falta de complementação e a imperfeição na obra do Criador? A rejeição da tese da origem orgânica por parte dos três naturalistas ingleses decorria certamente de dificuldades técnicas e de provas consideradas insuficientes. Mas também tinha às suas costas inveteradas convicções de caráter metafísico.

## **UMA TEORIA SAGRADA DA TERRA**

A obra *Telluris theoria sacra* de Thomas Burnet (1635 ca. 1715) foi publicada em 1680 e, em uma edição mais ampla, em 1684. Aquela teoria da Terra se configurava como “sagrada” enquanto, como se diz no Prefácio, não se limitava a considerar (como na perspectiva cartesiana) a “fisiologia comum” da Terra, mas pretendia levar em consideração aquelas *maiores vicissitudines* de que fala a Bíblia e que constituem como que os “gonzos” da divina Providência. Estes grandes eventos ou vicissitudes são: a origem do caos, o dilúvio, a conflagração e a consumação de todas as coisas. A fim de preservar ao dilúvio o seu caráter de universalidade, ou seja, para não reduzi-lo (como querem os libertinos) ao episódio de uma história local, é preciso aceitar a perspectiva cartesiana: admitir que a Terra no passado tinha sido diferente da Terra atual. Nas origens existe “uma massa fluida onde se encontram os materiais e os ingredientes de todos os corpos misturado de mo

do confuso”. Aquele caos é transformado pela palavra divina em um mundo: as partes mais pesadas precipitam-se em direção ao centro conforme uma ordem decrescente de gravidade específica. O resto se subdivide, em virtude do mesmo princípio de gravidade, em um corpo líquido e outro em uma forma aérea ou volátil. De processos de sedimentação depende a formação da crosta terrestre que, no início, é totalmente lisa, desprovida de enrugamentos e de montanhas e contendo no seu interior as águas do “grande abismo”. Tal superfície perfeita, onde não sopram os ventos e não ocorrem variações de clima, coincide, na sua totalidade, com o Paraíso Terrestre. Em seguida, uma catástrofe grandiosa e universal transforma aquele paraíso esférico no mundo “atual que é irregular, enrugado e contorcido, feito de grandes superfícies líquidas e de continentes de costas recortadas. Sob a ação do Sol, a crosta terrestre se quebra e um terremoto gigantesco racha a superfície do mundo. A saída das águas internas provoca o dilúvio, os vapores internos se condensam nos pólos e se precipitam, como torrentes gigantescas, em direção ao equador. O eixo terrestre se inclina com relação ao plano da elíptica e disso dependem as variações das estações e do clima. Quando as águas do dilúvio retornam para dentro do grande abismo (e se trata de um processo lento ainda hoje em curso) deixam uma Terra revirada. Ela não se assemelha à obra da natureza “conforme à sua primeira intenção e de acordo com o primeiro modelo, mas é o resultado de materiais quebrados, dispersos e despedaçados”. A Lua e a Terra são ambas “as imagens e as pinturas de uma grande ruína, tendo o aspecto de um mundo, que jaz nos seus escombros” (Burnet, 1684: 109). Tal fato, referente aos escombros e à Grande Ruína, nas páginas de Burnet, torna-se uma espécie de *Leitmotiv* metafísico. O tema das ruínas, que se associa à ideia de uma lenta corrupção do mundo e de um decaimento progressivo da natureza, teria na cultura barroca e neogótica uma importância central. - Burnet tentava conciliar o relato cartesiano da origem do mundo com o Texto Sagrado. Pensava que Deus tivesse “sincronizado” os eventos da História Sagrada com a corrente das causas mecânicas e naturais. Com certeza não teria pensado que a sua obra viesse a ocupar um lugar não secundário na história da ideia de “sublime” e no nascimento de uma emoção relativa às montanhas. As teses sustentadas por Burnet iriam provocar uma polêmica acirrada. O seu livro seria várias vezes juntado ao livro de Fontenelle sobre a pluralidade dos

mundos e duramente combatido pelos newtonianos. Na obra *Geology or a Discourse Concerning the Earth Before the Deluge* (1690), William Temple (1628-99) contrapõe insistentemente, a cada afirmação de Burnet, passagens da Escritura.

A imagem de um universo como processo de decadência não se adequava à ideia, muito forte na tradição newtoniana, de um universo admirável em que transparece continuamente a ação benevolente de Deus. Na obra *An Essay Towards a Natural History of the Earth* (1695) John Woodward 1665-1728), colecionador de fósseis e professor de física no Gresham College, expulso pela sua arrogância da Royal Society, rejeita grande parte das hipóteses de Burnet e qualifica como “imaginária e romanceada” a sua história da Terra. Entre os fósseis descobertos na Inglaterra muitos são de animais que povoam outras parte do globo. O dilúvio universal, como quer a Escritura, foi uma verdadeira e própria destruição do mundo: uma dissolução da matéria nos seus princípios constitutivos, uma nova remexida e uma nova separação. Os fósseis são os testemunhos daquele evento. O novo ambiente que nasce do dilúvio é funcional para a vida do homem. As mutações e as variações que se produziram e se produzem sobre a superfície terrestre servem para uma finalidade positiva.

Também John Ray (1627-1705) na obra *The Wisdom of God* (1691) insistira com veemência sobre a sabedoria de Deus que se manifesta nas obras da natureza. O recolhimento das águas nos seus grandes receptáculos e a emersão da terra firme são manifestações da sabedoria divina “porque nessas condições a água alimenta e conserva inumeráveis quantidades de várias espécies de peixes e a terra firme uma grande variedade de plantas e animais”. Muito mais ambígua e matizada, com relação à ortodoxia, é a posição adotada por William Whiston (1667-1752) em seu livro *New Theory of the Earth* (1696). A obra, dedicada a Newton, apresentava três teses cosmológicas: 1) a Terra se formara em consequência do esfriamento de um, cometa nebuloso, constituído com uma massa igual àquela da Terra, mas com um volume enormemente maior; 2) o dilúvio foi causado pela emersão das águas internas provocada pela passagem da Terra através da cauda de um cometa de tamanho seis vezes maior do tamanho da Terra e 24 vezes mais próximo da Terra do que a Lua; 3) a conflagração final será provocada pela aproximação do mesmo cometa ou de um novo, que provocará o desaparecimento das águas e a



reconsolidação da terra em uma situação semelhante a quella inicial. A hipótese do cometa como causa do dilúvio já tinha sido apresentada, em 1694, por Edmund Halley (1656-1742), um dos melhores astrônomos da sua geração, que (por medo de uma acusação de ateísmo) deixou inédito o seu escrito que seria publicado nas “Philosophical Transactions” somente em 1742.

## **A PROTOGAEA DE LEIBNIZ**

A obra *Protogaea* de Leibniz teve um destino curioso: foi escrita entre 1691 e 1692, um pouco mais de dez anos após o livro *Theoria sacra* de Burnet e antes que fossem publicadas (em 1695 e 1696) as obras bem sucedidas de Woodward e de Whiston. Isto é, foi publicada somente cinquenta e seis anos mais tarde: em 1749, no mesmo ano da edição do primeiro volume da grande *Histoire naturelle* de Buffon. Daquela obra Buffon conhecia apenas um brevíssimo extrato de duas páginas que fora publicado (em janeiro de 1693) nos *Acta eruditorum* de Lipcia.

Leibniz parte de premissas precisas de caráter metafísico à luz das quais a historia do universo assume três características fundamentais: 1) tal historia é o desenvolvimento de possibilidades implícitas já contidas no seu início e já “programadas” como em um embrião; 2) a escolha do “programa” remonta a Deus e nas raízes da historia do universo não existe o caos, mas há Os decretos livres de Deus, isto é, as leis da ordem geral daquele universo possível (o melhor) que foi escolhido por Deus para se tornar real; 3) a história do universo se realiza através de mutações e desordens - mas só na aparência - configurando-se como tais apenas para os nossos olhos humanos limitados. Na grande perspectiva de Leibniz todos os termos tradicionais do problema eram transformados: assim, mecanicismo e finalismo não são incompatíveis; é possível falar em história do mundo, em formação do sistema solar, em história do universo e da Terra evitando as blasfêmias da tradição libertina, atéia e materialista. Relativizando o caos e a desordem, as posições dos cartesianos e de Burnet ficam neutralizadas, abrindo-se um amplo espaço, para a pesquisa empírica das mutações que ocorreram e estão ocorrendo na história do universo e da Terra. Inclusive os resultados da teoria de Burnet que pareceram mais perturbadores e perigosos podem ser acolhidos. É

verdade que nós “habitamos sobre ruínas”, mas tais ruínas não são testemunho de uma decadência nem documentam um processo de corrupção progressiva: aquelas desordens “se desenvolveram na ordem” e inclusive as espantosas perturbações iniciais deram lugar a um equilíbrio. Na verdade, tudo o que saiu das mãos da natureza começou de forma regular. Assim aconteceu com a Terra. Os enrugamentos e as asperidades ocorreram em época posterior. Se o globo no começo foi líquido tinha por necessidade uma superfície igual e é conforme às leis gerais dos corpos que as coisas sólidas foram originadas pelo endurecimento de coisas líquidas. Isso é confirmado pela presença (e aqui a linguagem é a mesma usada por Stenone) de corpos sólidos encerrados em um corpo sólido: como por exemplo “os restos de coisas antigas, plantas, animais, objetos manufaturados, revestidos por um invólucro de pedra”. Tal invólucro que agora aparece sólido se formou necessariamente em uma época posterior ao objeto encerrado nele “e é portanto necessário que no passado fosse fluido”.

Desde as primeiras páginas Leibniz aceita portanto as colocações “cartesianas” e acolhe os resultados alcançados por Stenone. Os globos na origem incandescentes e luminosos, semelhantes às estrelas e ao Sol, tornaram-se corpos opacos por causa das escórias produzidas pela matéria incandescente. O calor se concentrou no interior e a crosta se esfriou e consolidou. O processo que se desenvolveu na Terra não é diferente daquele que se realiza nas fornalhas. Se a terra e as pedras submetidas ao fogo dão lugar ao vidro, então é explicável que “os grandes ossos da Terra, as rochas nuas, os silícios imortais estejam quase totalmente vitrificados derivando daquela primeira fusão dos corpos”. O vidro, que constitui a base da Terra, está presente, como escondido, nos outros corpos e nas suas partículas. Tais partículas, corroídas e divididas pelas águas, foram submetidas a numerosas destilações e sublimações até gerar um lodo capaz de alimentar plantas e animais. No decorrer do processo de esfriamento, a consolidação da crosta gerou enormes bolhas contendo ar e água. Por causa da diversidade da matéria e do calor, as massas se esfriaram em tempos diferentes dando lugar a desmoronamentos e ao conseguinte formar-se de montanhas e vales. As águas provenientes dos abismos se juntaram com aquelas que desciam das montanhas, derivando daí inundações que deram lugar a sedimentos sobre os quais outros vieram se sobrepor devido à

repetição dos mesmos fenômenos. Nem todas as pedras derivam do esfriamento que seguiu a primeira fusão, mas somente aquelas primitivas ou *base* da Terra. Outras pedras, como é documentado pela existência de camadas, derivam da reconsolidação de sedimentos que seguiram às dissoluções que foram provocadas, em épocas diferentes, pelas chuvas.

Leibniz está ciente de que o discurso sobre os “incunábulo do mundo” contém os germes de uma “ciência nova ou geografia natural”. Acha que tal ciência esteja apenas no seu começo, mas pensa ter descoberto as causas gerais que explicam “o esqueleto e, por assim dizer, a ossatura visível da Terra, isto é, a sua estrutura”. Ela é constituída pela cadeia do Himalaya e pelo Atlas, pelos Alpes e pelas grande cavidades oceânicas. Tal estrutura apresenta elementos de estabilidade: é o resultado de um processo ao término, do qual se produz “um estado mais consistente das coisas, que deriva da cessação das causas e do seu equilíbrio”. Uma vez alcançado tal estado, as sucessivas mudanças são provocadas somente por “causas particulares” e não mais por “causas gerais”.

Leibniz, que como foi justamente notador (Solinas, 1973: 44-45) é muito menos “diluviano” do que muitos dos seus contemporâneos, retoma a tese de Stenone quer para explicar a existência das camadas (no passado horizontais; em seguida inclinadas) como também para dar uma explicação dos fósseis. Portanto, é um defensor decidido da origem orgânica dos fósseis. As páginas que ele dedica à demonstração desta tese e à confutação dos seus negadores, mesmo não contendo grandes novidades teóricas, possuem uma força extraordinária de penetração: “Eu mesmo tive em mãos fragmentos de rocha em que estavam esculpidos um murgem, um pêsego e uma argentita. Pouco antes havia sido extraído um enorme lúcio que tinha o corpo curvado e a boca aberta, como se, sepultado ainda vivo, tivesse ficado enrijecido por causa da força gorgônea petrificante [...]. A esse respeito, muitos apelam para a ideia dos *lususnaturae*, que é um termo desprovido de sentido” (Leibniz, 1749:29-30). Leibniz-se mantém cuidadosamente distante daqueles que sustentam que “os animais que habitam a Terra agora no passado foram aquáticos e que em seguida, tendo desaparecido tal elemento, aos poucos se tornaram anfíbios e que por fim a sua espécie deixou os habitat primitivos” (ibid: 10). Tal hipótese, além de ser contrária às Escrituras, apresenta também dificuldades insuperáveis. Entretanto, Leibniz não exclui possíveis mutações nas espécies animais. Alguns se surpreendem pela presença de espécies fósseis “que em

vão se poderiam achar no mundo conhecido [...], mas é provável que, através das grandes transformações da Terra, também as espécies animais tenham mudado muito” (ibid: 41).

## NEWTONIANOS E CARTESIANOS

As teorias newtonianas sobre as estruturas do universo e da matéria nas *Boyke lectures*, começadas em 1691-92 por Richard Bentley (1662-1742), tornaram-se armas a serem usadas contra os epicureus e os *freethinkers*, bem como contra os que sustentavam um milenarismo popular relacionado com a revolução de 1688. A posição de Burnet não ficou alheia aquele milenarismo. A filosofia natural de Newton foi amplamente utilizada como uma ideologia. No sermão do dia 7 de novembro de 1692, intitulado *A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World*, Bentley polemizava contra “a hipótese ateísta sobre a formação do mundo “afirmando a equivalência substancial dos termos *mecânico e acidental*. Na obra *Examination of Dr. Burnet Theory of the Earth* (1698) John Keill (1671-1721), primeiro professor de física newtoniana em Oxford e autor do célebre *Introductio in veram physicam* (1700), ataca com grande dureza os *world makers* ou construtores de mundos imaginários bem, como os *flood makers* ou construtores de dilúvios imaginários. Somente com base nos princípios da matéria e do movimento eles pressupõem “conhecer a essência íntima da natureza e informar-nos exatamente a respeito de como Deus construiu o mundo”. Tais indivíduos são “rudes, arrogantes e presunçosos” como os filósofos e os poetas pagãos. A sua presunção extraordinária foi incentivada por Descartes, “primeiro entre os construtores de mundos deste nosso século”.

As grandes cosmologias cartesianas da década de noventa são desclassificadas por Keill (e por muitos outros newtonianos) ao nível de obras de ficção científica. Contra elas nos referimos ao valor da ciência newtoniana, isto é, à certeza das suas leis, ao rigor das suas definições. Atrás da polêmica dos seguidores de Newton contra as hipóteses romançadas dos *world makers* e atrás da referência à grande física de Newton operam na realidade três premissas sólidas que em princípio são resguardados de qualquer discussão possível. 1) A história da Terra e do cosmo não se pode explicar inteiramente no nível da filosofia natural e naquela história são

operantes alguns eventos prodigiosos; 2) a verdade da narração bíblica não pode ser colocada em dúvida; 3) é necessário reconhecer na natureza a presença das causas finais e a adoção de um ponto de Vista antropomórfico é totalmente legítima, inclusive no nível da física.

# CAPÍTULO 14 – CLASSIFICAR

## POA BULBOSA

É muito frequente também nos nossos prados uma plantinha com folhas rugosas e fluorescências esverdeadas. Pertence - afirmamos hoje - à família das *Gramíneas*. Com base na classificação (usada ainda hoje) do grande botânico sueco Carolus Linnaeus ou Carl von Linné (1707-78), chamamos esta planta de *Poa bulbosa*. Com tal denominação binária colocamos aquela planta dentro de um *sistema*. A *sistemática* (ou *taxonomia*) botânica (ou zoológica), que até hoje atribuiu um nome a mais de um milhão de espécies animais e vegetais (e que tem ainda para classificar uma enorme quantidade de espécies de ácaros e de insetos), é justamente a disciplina que se ocupa das classificações, ou seja, ela reúne as várias formas em grupos cada vez mais amplos e abrangentes: raça, espécie, gênero, família, ordem, classe, tipo ou *phylum* e reino.

O nome daquela plantinha contém - se conhecemos a estrutura do sistema - uma quantidade realmente notável de informações. O sistema lineano é funcional: a assim chamada *nomenclatura binômica* consta de duas palavras: o nome do gênero e uma adjetivação específica que distingue a espécie entre todas as outras do mesmo gênero, exatamente - afirma Lineu - como acontece com o cognome e o nome dos seres humanos. Identificar a espécie não significa somente distingui-la, mas também reconhecer as suas afinidades com as outras que pertencem ao mesmo gênero. O uso do latim evita a confusão das línguas nacionais. Lineu compara a classificação a um exército subdividido em legiões, batalhões, companhias e pelotões, concebendo-a como um sistema hierárquico de grupos inclusive em grupos cada vez mais amplos. Cada um dos níveis mais restritos *limita progressivamente* as propriedades que deve possuir aquele ser vivo específico, enquanto cada um dos níveis mais amplos abrange um *número cada vez maior* de propriedades e de organismos afins. A cada um dos termos empregados é atribuído um nível hierárquico. É como se eu subisse pelas paredes internas de um funil e,

em cada estágio, encontrasse uma companhia cada vez mais numerosa. Junto com a minha espécie (*homo sapiens*) há somente a espécie extinta do *homo erectus*, em seguida há o gênero *Homo*, e sucessivamente a família *Hominidae* que abarca também os grandes símios, a seguir a ordem *Primatas* que tem dedos flexíveis e um cérebro grande, a classe *Mamaria* que tem sangue quente, pelos e amamentam os seus filhotes, o *phylum Cordata* que, em algum dos seus estágios, tem as características dos vertebrados, e, finalmente, há o reino *Animalia* que reúne todos os seres vivos incapazes de fotossíntese. É evidente que posso realizar também a operação inversa e *descer* pelas paredes do funil.

No final do século XVII um grande botânico francês, Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708), usava 50 palavras e uma figura para descrever o gerânio. Para descrever a *Pod bulbosa* de Lineu usava 15 palavras: *Gramen Xerampelinum, miliacea, praetenui, ramosaque sparsa canicula, sive Xerampelinum congener, arvense, aestivum, gravem minutíssimo sem inc.* Naquelas 70 palavras e nestas 15 há menos informação do que contém as duas palavras usadas por Lineu.

## CLASSIFICAR

Na opinião comum, o problema da classificação parece relacionado com uma atividade um tanto obtusa que consistiria em atribuir nomes latinos aos animais e às plantas. Aquela opinião comum faz referência a uma caricatura: “os melhores classificadores de nomes sempre estiveram em busca de um sistema *natural*, capaz de revelar as causas da ordem natural em lugar de ser simplesmente um sistema de rotulação artificial” (Luria, Gould, Singer, 1984 : 585). Um dos temas mais apaixonantes da biologia contemporânea está relacionado aos problemas postos pela *cladística* ou aquele tipo de classificação que exclui qualquer noção de “semelhança” entre os seres vivos e trabalha apenas com base nas ramificações evolutivas. Mas o problema ficou enormemente complicado depois que se entrelaçou, no decorrer do século XIX, com o problema da evolução. No período ao qual nos referimos aqui, entremeados do século XVI e os primeiros anos do século XVIII, o problema da classificação tem a ver com um mundo em que (com exceção de pouco casos) as espécies são consideradas fixas e as pulgas, as moscas, os elefantes, os cavalos e as girafas são ainda como eram nas origens, quando as

espécies vivas saíram das mãos de Deus.

Alguns problemas devem ser abordados separadamente: 1) na classificação uma teoria da natureza é colocada em relação com a teoria da linguagem; 2) o ato de classificar não diz respeito apenas ao conhecimento, mas também à memorização; 3) à linguagem classificatória é atribuída uma função de diagnóstico no sentido de que tal ato deve ser capaz de captar aquilo que é *essencial* descuidando tudo aquilo que parece supérfluo ou accidental.

## LÍNGUAS UNIVERSAIS

Na segunda-metade do século XVII na Europa tiveram grande difusão numerosos projetos de uma língua e de uma escrita “filosófica”, “artificial”, “perfeita” ou universal que fosse capaz (este era o anseio dos teóricos de tal língua) de superar a confusão e a ambiguidade das línguas naturais. Aquela língua devia ser constituída por símbolos capazes de fazer referência não aos sons, mas diretamente às “coisas”. Bacon e Leibniz tiveram um grande interesse, nesta perspectiva, nos ideogramas dos chineses e nos hieróglifos dos egípcios. A imagem da coisa remete diretamente à coisa (Como aconteceu por exemplo nas assim chamadas *ícones*, isto é, em um daqueles sinais de trânsito onde duas crianças com a mochila atravessam correndo uma rua). Aquela imagem se torna compreensível independentemente da língua que se fala de fato: é escrita e pronunciada de modos diferentes, mas é *entendida* por todos da mesma forma (inclusive por aqueles que falam línguas diferentes). Por que não construir, nestas bases, primeiro uma forma de escrita e em seguida uma verdadeira e própria língua? Desse modo não se colocaria remédio à confusão das línguas com que Deus (como narra a Bíblia) castigou o gênero humano, pela culpa de ter construído a Torre de Babel? (Rossi, 1983; Eco, 1993).

Nos escritos de George Dalgarno e de John Wilkins (que foram os maiores teóricos da língua universal) e que foram publicados respectivamente em 1661 e em 1668 são apresentadas algumas teses que teriam um significado notável para todos os “classificadores” de plantas e de animais dos séculos XVII e XVIII.

Existe uma contraposição fundamental entre as línguas naturais e a língua



filosófica ou universal. O sistema de sinais que constituem esta última deve ser compreensível independentemente da língua que de fato se fala e as regras da língua universal devem ser diferentes daquelas da língua natural.

A finalidade fundamental da língua filosófica é a criação de sinais que correspondam não aos nomes correntes das coisas, mas às imagens mentais das coisas (que são comuns a todos os seres humanos).

Os sinais da língua filosófica devem ser “metódicos”: quer dizer, devem ser capazes de mostrar a presença das relações e das ligações que há *entre as coisas*.

Entre os sinais e as coisa deve existir uma relação unívoca e a cada sinal deve corresponder uma coisa ou noção (“to every thing and notion there were assigned a distinct mark”).

O projeto de uma língua universal implica o projeto de uma enciclopédia universal, isto é, implica a enumeração completa e ordenada bem como a apurada classificação de todas as coisas e noções a que deve ser aplicado um sinal ou *mark* convencional.

A construção de uma enciclopédia é essencial para o funcionamento da língua é requer a construção - de *tabulae* (no sentido que Francis Bacon atribuíra a tal termo). Posto que é verdade, como notara Descartes, que uma linguagem perfeita exigiria uma classificação de todas as coisas que existem no mundo, os limites da enciclopédia são os próprios limites da língua.

A enciclopédia (embora necessariamente parcial) nos assegura que cada sinal será também uma definição precisa da coisa e noção. E temos uma definição exata quando o sinal indica o *lugar* exato da coisa naquele conjunto ordenado de objetos naturais, que as tábuas da enciclopédia reproduzem e refletem.

A finalidade principal das tábuas, esclarece Wilkins, é dispor as coisas e as noções em uma ordem “tal que o lugar designado para cada coisa possa contribuir para a descrição da sua natureza indicando a espécie geral e particular dentro da qual a coisa está situada e da diferença pela qual a mesma coisa é distinta das outras coisas da mesma espécie [...]; aprendendo os nomes, das coisas ficaríamos ao mesmo tempo instruídos a respeito da sua natureza” (Wilkins, I 668:289).

## **UMA LÍNGUA PARA FALAR DA NATUREZA**

Partindo da busca de uma língua universal, sem solução de continuidade, passa-se a buscar um projeto de classificação dos objetos naturais. A esta altura, creio estarem totalmente claras as razões que induziram um cientista a afirmar que o bispo John Wilkins se propunha “fazer com as palavras aquilo que, mais tarde, Lineu iria fazer com as plantas” (Emery, 1948 : 176; cf. Rossi, 1984). Não se trata de simples analogias presentes no pensamento de um “linguista” e naquele de um professor de botânica (como hoje seríamos induzidos a acreditar). Um dos grandes pais fundadores da botânica, o inglês John Ray (1627-1705) bem como o zoólogo Francis Willoughby (1635-72) colaboraram com Joh Wilkins depois que ele (em 1666) se dirigiram aos dois ilustres cientistas para poder inserir no seu volume uma enumeração regular de todas as famílias das plantas e dos animais (Ray, 1718: 366). A discussão que se abriu, depois daquele ano, entre Wilkins e Ray, apresenta elementos de grande interesse.

O reverendo John Ray publicaria em 1682 um estudo intitulado *Methodus plantarum nova (Novo método - para classificação - das plantas)*. Em 1686 saía o primeiro volume de uma obra gigantesca, a *Historia plantarum* (1686-1704): 3. 000 páginas *infólio* nas quais são descritas 1 8.000 espécies e variedades de plantas, subdivididas em 33 classes com base em critérios morfológicos. Ray introduzira a distinção entre plantas monocotiledôneas e dicotiledônias e definiu de modo moderno a espécie como conjunto de indivíduos morfológicamente semelhantes e derivantes de uma semente idêntica. Ray, entretanto, era um homem de múltiplas curiosidades. Na lista dos seus escritos encontramos também escritos de caráter teológico, reflexões sobre o dilúvio e sobre os fósseis, bem como considerações sobre a retórica e sobre a ciência, tomadas de posição a respeito da questão debatida referente à superioridade dos modernos. Em 1674 e em 1675 Ray publicou também dois dicionários: *A Collection of English Words not Gefierally Used* e *Dictionariolum trilingue*. Os seus interesse linguísticos não eram algo de marginal, assim como não era de modo algum superficial, o seu interesse pelo projeto de Wilkins. De fato, ele se submeteu à ingrata fadiga de traduzir para o latim, a fim de torná-lo acessível aos estudiosos do continente, o volume inteiro do *Essay*. A tradução, embora nunca publicada, foi efetivamente levada até o término (Ray, 1740: 23).

Uma classificação – “perfeita”, como aquela desejada por Wilkins,

pareceu a Ray um empreendimento irrealizável. Não é possível, como ao contrário pretendia Wilkins, que a natureza resultasse ordenada geométrica e simetricamente. Não é possível e numerar três classes de ervas e subdividir sucessivamente cada uma destas três classes em nove “diferenciações”. Diante destas exigências Ray observava que a natureza não dá pulos, produz espécies intermediárias de difícil classificação, parecendo uma realidade contínua que resulta de um conjunto de graduações imperceptíveis.

## **IMPOR NOMES EQUIVALE A CONHECER**

Para uma realização cuidadosa deste projeto - escrevera Wilkins - é necessário que a própria teoria, em que este projeto deve estar fundado, siga exatamente a natureza das coisas” (Wilkins, 1668: 21). Se aprendermos os caracteres e os *nomes* das coisas seremos instruídos também a respeito da *natureza* das coisas. Se as ligações, as contraposições e as relações entre os termos da linguagem reproduzem as ligações, as contraposições e as relações entre as coisas, nomear, equivale a conhecer. Como diria de forma lapidária Lineu: *Fundamentum botanices duplex est. dispositio et denominatio* (O fundamento da botânica é duplo. a disposição e a denominação) (Linnaeus, 1784: 151).

Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708), professor de botânica no Jardin du Roi, constrói uma classificação baseada no gênero. Em *Eléments de botanique ou méthode pour reconnaître les plantes* (1694) e no tratado *Institutiones rei herbariae* ( 1700) descreve quase 700 gêneros e mais de 10.000 espécies. Também para Tournefort as anotações ou as características de uma planta devem ser entrelaçadas tão estritamente com o seu nome a ponto de resultar inseparáveis do mesmo. A botânica não consiste de modo algum em um conhecimento das virtudes das plantas, pois não tem uma função de prestar serviço à farmacologia ou à medicina. Galeno e Dioscórides enriqueceram a medicina, mas ofuscaram a botânica introduzindo nela casualmente, na medida em que as plantas eram descobertas, uma série de nomes. Todavia, a fim de tornar a botânica uma ciência é preciso “que se inicie o estudo das plantas mediante o estudo dos seus nomes”. (Tournefort, 1797: 1, 47). Tournefort percebe que uma linguagem realmente perfeita ou rigorosa exigiria uma derrubada geral de toda a terminologia existente. Mas existe uma tradição, existem

conhecimentos adquiridos que se formaram historicamente. Sendo necessário levá-los em consideração: “Se as plantas não tivessem ainda nomes, seria possível facilitar o seu conhecimento por meio de nomes simples cujas desinências indicariam as ligações que intercorrem entre as plantas do mesmo gênero e da mesma classe [...], Para fazer isso precisaria fazer uma reviravolta de toda a linguagem da botânica e, no início desta ciência, não era possível conseguir esta exatidão, considerando que havia necessidade de atribuir os nomes às plantas ao mesmo tempo em que se descobriam os seus usos” (ibid; I, 48). A botânica está longe da perfeição por causa de um vício de origem: “Os antigos, não sei por qual destino malvado, quanto mais ilustravam com múltiplos auxílios da medicina, tanto mais ofuscavam a botânica. Com efeito, eles pensavam em novos nomes com que denominar as plantas para ilustrar as suas virtudes e não possuíam ainda normas para atribuir os nomes de uma forma não arbitrária” (Tournefort, 1700: I, 12-15).

## **AJUDAS PARA A MEMÓRIA**

Bernard de Fontenelle, quando proferiu na Academia um elogio público pela morte de Tournefort, disse: “Ele possibilitou colocar ordem no imenso número de plantas espalhadas de modo confuso sobre a Terra, bem como debaixo da superfície do mar e classificá-las nos diversos gêneros e nas diversas espécies, facilitando assim o seu registro, evitando também que a memória dos botânicos fosse esmagada sob o peso de uma infinidade de nomes” (Fontenelle, 1708 : 147). Na verdade, muitos acharam aquelas classificações ajudas valiosas para a memória. Também Francis Bacon insistira por longo tempo sobre a necessidade de tais ajudas, concebidas como parte integrante do novo método. Aliás, o próprio Bacon, apesar de criticá-la, inspirou-se também amplamente no antigo patrimônio da *ars mentor ativa* ciceroniana (cf. Rossi, 1983; Yates, 1972).

Fontenele não foi o único a falar de um possível desmoronamento da memória sob o peso dos dados. É oportuno lembrar que, entre meados do século XVI e meados do século XVII, a situação das-ciências da natureza, inclusive no que diz respeito a *quantidade* dos dados, sofre uma virada radical. No tratado *Herbarum verae ícones*, esplendidamente ilustrado por Hans Weiditz, um aluno de Dürer, e escrito por Otto Bruníeis (1439-1534),

um dos pais da botânica alemã, encontramos registradas 258 espécies de plantas. As *ícones* de Brunéius datam de 1530. Menos de cem anos mais tarde, em 1623, o naturalista suíço Gaspar Bahuin, no tratado *Pinax theatri botànici*, registra em torno de 6.000 espécies. John Ray, como vimos, falava em 18.000 espécies.

A situação era realmente difícil e reinava não pouca confusão, - que dizia respeito a todos os domínios da natureza. Fazendo referência aos anos que vão desde meados do século XVII até meados do século XVIII, Johan Friedrich Gmelin, na sua tradução alemã da obra de Lineu, enumera 27 sistemas de classificação dos minérios construídos pelos cientistas de diversos países europeus. Quando fazem referência ao passado das suas disciplinas, os seguidores de Lineu insistem de modo concorde a respeito deste ponto. O seu grande mestre conseguiu sobretudo acabar com uma época da *confusão*. “A ciência da natureza - escreve um seguidor russo de Lineu - foi pouco cultivada antes destes últimos, cem anos [...]. No que diz respeito aos tempos mais antigos confesso ter encontra do aqui e acolá algumas descrições de coisas naturais, mas elas são falhas e de tal forma que não se pode aproveitar nada delas. Cada qual toma consciência de que a memória sozinha não é suficiente para gravar um número tão grande de objetos. E os escritores daquelas épocas não tinham estabelecido nenhuma terminologia certa e não havia nenhuma ordem em que dispor os objetos e tampouco existia algum sistema” (Linnaeus, 1766: VII, 439).

## **O ESSENCIAL E O ACIDENTAL**

Para captar a diferença entre o tipo de classificações que se relaciona com o problema da língua universal e as classificações que se referiam às impostações aristotélicas, seria conveniente lembrar a grandiosa tentativa realizada por Andrea Cesalpino (1519-63), nas últimas décadas do século XVI, de fundar uma ciência botânico-zoológica baseada nos princípios aristotélicos da matéria e da forma. No tratado *De plantis libri XVI* (1583) as plantas são apresentadas como dotadas de vida vegetativa, análogas às formas animais, como cópias mais simples de organismos mais complexos; a planta é um animal invertido com a cabeça enterrada no chão: as raízes são a boca por meio da qual se alimenta, o fruto é o

embrião, a linfa é o sangue. Além disso seria preciso ao menos lembrar o nome de Conrad Gesner de Zurique (1516-65) cuja *Historia animatum*, em 4.500 páginas *infólio* contém a listagem alfabética dos nomes latinos dos animais. Uma das maravilhosas gravuras que tornam o texto é a célebre figura do rinoceronte de Dürer.

Não poucos historiadores e numerosíssimos epistemólogos menosprezaram totalmente o sentido, a amplitude e a importância daquela gigantesca obra de *tabulação* das coisas naturais à qual se dedicaram, no decorrer do século XVII, os cultores de botânica, zoologia, mineralogia e, em geral, todos os estudiosos, das “coisas naturais”.

Captar o que é essencial e menosprezar o supérfluo. Mas onde procurar o que é essencial? e como detectar o supérfluo? Os ensaístas da Antiguidade e da Renascença, nas suas obras, davam amplo espaço às interpretações alegóricas, aos mitos, às lendas relativas a um determinado animal e a uma certa planta, ou à sua comestibilidade, aos possíveis usos, e às representações poéticas e literárias. Nas obras de botânica e de zoologia dos séculos XVII e XVIII, a assim denominada parte *literária* vai ocupar o último lugar, tornando-se uma espécie de apêndice curioso. No tratado *De quadrupedis* (1652) o médico e naturalista inglês John Houston (1603-75) coloca ainda o liocorno junto com o elefante, mas elimina uma parte muito grande das considerações *literárias* ainda presentes nos textos de Ulisses Aldrovandi (1522- 1605).

A busca do que é essencial segue, como é óbvio, uma quantidade de caminhos diferentes. Entre as 17 classes em que são divididas as plantas no tratado *Theatrum botanicum* (1640) de John Parkinson encontramos as plantas cheirosas, as venenosas, narcóticas e nocivas, as refrescantes, as quentes, as umbrelíferas, os cereais, as pantanosas, aquáticas e marinas, as arbóreas e frutíferas, as exóticas e extravagantes. Tournefort distingue árvores, arbustos e ervas (distinção que seria rejeitada por Lineu) e as subdivide privilegiando os caracteres da corola, mas utilizando também as diferenças entre os frutos, as folhas e as raízes. As distinções baseadas sobre os usos farmacêuticos ou sobre o lugar em que se encontram tendem a cair em desuso. O caminho que levaria Lineu a privilegiar os órgãos da reprodução é muito impérvio, até porque o sexo das plantas é negado pelos cientistas como Malpighi e Tournefort e chegaria a ser considerado um dado pacífico somente a primeira metade do século XIX.

No que diz respeito aos animais a situação parece ainda mais complicada. Lineu considera Mamíferos, Aves, Anfíbios e Peixes como as quatro classes de animais com sangue vermelho e os Insetos, e os Vermes como as duas classes dos animais com sangue branco. É verdade que cabe a Lineu o mérito de ter classificado pela primeira vez o homem entre os animais, mas é também verdade que ele o coloca entre os quadrúpedes junto com os macacos antropomorfos e com o bradípode. Na opinião de Lineu, o rinoceronte é um roedor e os anfíbios abrangem crocodilos, tartarugas, rãs, cobras, bem como o robalo e a arraia. Sépias, polvos e pólipos são colocados entre os Vermes.

# CAPÍTULO 15 – INSTRUMENTOS E TEORIAS

## AJUDAS PARA OS SENTIDOS

Na ciência do nosso tempo, *ver* significa quase que exclusivamente *interpretar sinais gerados por instrumentos*. Com efeito, entre a visão de um astrônomo do nosso tempo que faz uso do telescópio de Hubble e uma daquelas galáxias distantes que apaixonam os astrofísicos e acendem a fantasia de todos os seres humanos está colocada uma dúzia de complicados aparelhos intermediários tais como: um satélite, um sistema de espelhos, uma lente telescópica, um sistema fotográfico, um aparelho automático que digitaliza as imagens, vários computadores que governam tomadas fotográficas e processos de automação e gravação das imagens digitalizadas, um aparelho que transmite para a terra tais imagens em forma de rádio-impulsos, um aparelho em terra que converte os impulsos em linguagem para um computador, o software que reconstrói a imagem e lhe confere as cores necessárias, o vídeo, uma impressora a cores e assim por diante (Pickering, 1992; Gallino, 1995).

Um filósofo contemporâneo escreveu um lindo livro de filosofia da ciência intitulado *Rappresentare e intenenire*. Para entender o que é a ciência e o que a ciência *faz* é necessário juntar aqueles dois termos. A ciência tem duas atividades fundamentais: a teoria e os experimentos. As teorias procuram imaginar como o mundo é; os experimentos servem para controlar a validade das teorias e a, tecnologia que segue daí muda o mundo. Representamos e intervimos. Representamos a fim de intervirmos e intervimos à luz das representações. Desde a época da revolução científica tomou vida uma espécie de *artefato coletivo* que dá campo livre a três interesses mundanos fundamentais: a especulação, o cálculo e o experimento. A colaboração entre cada um destes três âmbitos traz a cada um deles um enriquecimento que de outra forma seria impossível (Hacking 1987: 37, 295). Por isso, como ensinou Frailas Bacon, a ciência não é estudo da natureza no estado bruto. Os sentidos do homem são ampliados por meio de instrumentos.



Os raios da ótica de Newton, assim como as partículas da física contemporânea, não são dados tais quais existem na natureza, mas são os “dados” de uma natureza solicitada por instrumentos. Diante da natureza - como afirmara com uma das suas metáforas barrocas o Lord Chancellor - devemos aprender a “torcer o rabo do leão”. A partir deste ponto de vista a história dos instrumentos não é algo externo à ciência, mas é parte constitutiva e integrante.

A ligação, que se estabelece no século XVII entre as discussões sobre o barômetro e as discussões sobre a existência e a natureza do vácuo pode servir para documentar tal afirmação. No quarto livro da *Física* Aristóteles definira o espaço como o limite imóvel abarcado por um corpo e negara a existência do vácuo. Ele argumentara mostrando a impossibilidade do movimento no vácuo considerando que se tal movimento fosse possível seria ou sem fim ou instantâneo. Além disso, no vácuo os corpos caíam na mesma velocidade independentemente do seu peso. Expressões como *natura abhorret vacuum, horror vacui* aparecem nos tratados do século XIII e se tornam de uso comum. Como aconteceria também em Descartes e na física dos cartesianos (que identificam *matéria e extensão*) na plenitude cósmica a matéria que deixa um lugar é imediatamente substituída por outra matéria contígua. Por meio dos textos de Diógenes Laércio, em alguns escritos de Cícero, sobretudo no tratado *De rerum natura* de Lucrécio, os filósofos do século XVII entraram em contato com uma outra grande tradição que, com relação ao vácuo, afirmava o oposto daquilo que fora sustentado pelos aristotélicos. Lucrécio (cujas ideias a respeito tinham sido retomadas na era moderna por Giordano Bruno) defendera a imagem de inumeráveis mundos dispersos ao acaso dentro de um espaço infinito. Também na tradição dos estóicos, tal como foi exposta por Simplicio, um único mundo, esférico, cheio e finito, era rodeado por um espaço vazio tridimensional desprovido de mundos e de matéria (Grant, 1981).

Se despejamos um líquido em um tubo, fechando com um dedo uma extremidade do mesmo tubo e mergulhando a outra extremidade no líquido contido em um recipiente maior, o líquido contido no tubo não pode ficar acima de um determinado nível. Quando (em 1644) Vincenzo Viviani, com base nas instruções de Evangelista Torricelli, em Florença executou a *experiência da prata viva* (mercúrio), que ainda traz o nome de “experiência barométrica de Torricelli”, o mercúrio parou na coluna a 760 milímetros

acima do nível da baixela. Qual é a causa da elevação do mercúrio? O ar tem peso? E além disso: qual é a natureza do espaço “vazio” que fica no tubo acima do mercúrio?

Entre 1645 e 1660 foram elaboradas várias respostas. Os peripatéticos negavam tanto o peso do ar como também a existência do vácuo. Uma quantidade de ar muito pequena ficara no tubo e esta se dilatava até o limite máximo das suas possibilidades quando o mercúrio baixava dentro do tubo. Descartes e os cartesianos aceitavam a ideia de um peso do ar, mas rejeitavam a possibilidade da existência do vácuo afirmando que o espaço acima do mercúrio estava cheio de urna matéria sutil capaz de penetrar através do vidro do tubo, Gil Personii e de Roberval, um anticartesiano ferrenho, aceitava o vácuo, mas negava que o ar tivesse peso.

Torricelli observara que a altura da coluna estava sujeita a variações e levantou a hipótese de que o aparelho pudesse servir para medir a pressão atmosférica. Na idade de 24 anos após ter publicado um ensaio sobre as cônicas e inventado a primeira máquina calculadora, Blaise Pascal vivia com a família em Rouen. A fábrica de vidro em Rouen era a única capaz de construir grandes instrumentos de vidro. Pascal, utilizando tubos de forma e comprimento diversos, provou que a altura da coluna de mercúrio ficava inalterada. Mostrou dessa forma a falsidade da tese daqueles que sustentavam que o volume do espaço vazio permanecia constante porque o ar que ficava no tubo alcançara um grau máximo de rarefação. Ele explorou até o máximo as capacidades técnicas da vidraçaria podendo assim utilizar tubos de até 14 metros de comprimento, amarrados em mastros de navios, preenchidos com água ou vinho tinto e mergulhados de maneira invertida em recipientes contendo água ou vinho. Além disso projetou uma experiência que é narrada ainda hoje nos manuais de física: como se teria comportado a coluna de mercúrio medida na base e ao longo de uma subida de uma montanha e finalmente no cimo? A experiência - que foi denominada *La grande experience sur Téquilibre des liquers* da qual Pascal publicou um relato detalhado um mês depois e que teve uma amplíssima repercussão - tal experiência foi executada com cuidado extraordinário pelo cunhado de Pascal Florin Périer no dia 19 de setembro de 1648, sobre o monte Puy-de-Dôme em Auvergne. Em 1647 Pascal publicara as *Expériences nouvelles tenchant le vide* (*Novas experiências concernentes ao vócuo*). Em 1653 veria à luz o *Traité sur l'équilibre des liquers* (*Tratado sobre o equilibrio dos líquidos*) de

Pascal. No texto de 1647 atribuiria ainda à natureza uma repugnância pelo vazio. No relato de 1648 afirmava que todos os efeitos que foram atribuídos ao *horror vacui* derivam na realidade da gravidade “e da pressão do ar.

Em tais discussões sobre o vácuo e a respeito da pressão atmosférica, tiveram uma importância decisiva também as experiências de Otto von Guericke, prefeito de Magdeburgo, e de Robert Boyle. Em 1654, Guericke realizou uma experiência espetacular perante a Assembléia reunida em Ratisbona. Duas bandas de uma esfera de latão com cerca 24 centímetro de diâmetro encostadas uma à outra, depois que o interior da esfera fora esvaziado, foram separadas uma da outra somente pelo esforço conjunto de quatro cavalos de cada lado. Para separar uma da outra duas bandas de esfera de tamanho maior, em uma experiência sucessiva, foram necessárias duas dúzias de cavalos. Robert Boyle, por sua vez, construiu uma experiência “do vácuo dentro do vácuo” (tal experiência fora ensaiada também por Pascal). Tomou um aparelho semelhante ao aparelho de Torricelli, levou-o nas condições descritas anteriormente, marcou o ponto a que chegava o mercúrio e mergulhou todo o instrumento em um recipiente do qual era progressivamente aspirado o ar. Por causa da diminuição da pressão do ar no recipiente o nível do mercúrio descia progressivamente. Boyle não pretendia identificar com o *nada* o vácuo construído nas suas experiências. Nem tencionava ser rotulado como um defensor do espaço “cheio” ou do espaço “vazio”. O recipiente esvaziado é desprovido de qualquer substância corpórea? A respeito de perguntas deste tipo, Boyle é muito cauteloso. Pensa que se trate de questões mais metafísicas do que físicas que não devem achar espaço na “filosofia experimental” (Dijksterhuie, 1971 : 611; Shapin e Shaffer, 1994: 55-56). É verdade que a natureza tinha sido libertada do *horror vacui*, mas é também verdade que tal horror de alguma forma se apossara das mentes: “as tantas teorias do éter, que ocupariam um lugar de destaque na física seriam a prova eloquente disso” (Dijksterhuis, 1971 : 612).

Os seis grandes instrumentos científicos que foram construídos no decorrer do século XVII (o microscópio, o telescópio, o termômetro, o barômetro, a bomba pneumática, o relógio de precisão) aparecem ligados de modo inseparável ao avanço do saber.

## **AJUDAS PARA O INTELECTO**

Como dissemos no começo do capítulo, teorias, cálculo, experimentações caracterizam a ciência nascida da primeira revolução científica. A nova matemática que vem consolidando-se entre a primeira metade do século XVII e o começo do XVIII é sem dúvida o mais poderoso instrumento teórico que tenha sido construído pelos seres humanos no decorrer da história.

No centro da nova matemática estão os problemas do infinito e do contínuo. Enquanto estava trabalhando para calcular a distância entre Marte e o Sol nos vários pontos da órbita, Kepler tomou consciência de que o seu erro principal foi o fato de ter acreditado que a trajetória descrita pelo planeta fosse um círculo perfeito. Trata-se, afirmava „, de um *erro pernicioso* que lhe fez perder muito tempo, inclusive pelo fato de ter sido *sustentado pela autoridade de todos os filósofos*. O que queria dizer Kepler fazendo referência a esta espécie de dogma? Do ponto de vista da tradição a perfeição do círculo dependia do fato que cada ponto da circunferência é ao mesmo tempo fim e começo do mesmo círculo. Em linha reta a início e o fim não são perceptíveis e o movimento em uma reta nunca termina. Aristóteles reconhece apenas um *infinito em potência* e não um *infinito em ato*. O infinito não é real nem como realidade em si, nem como atributo de uma realidade. A infinitude não pode ser atribuída a uma coisa e nem aos seus elementos. Se falamos da infinitude do tempo ou da série infinita dos números se afirmamos que o contínuo é divisível ao infinito isso significa apenas que, por exemplo, a ação do dividir ou do somar números a números pode ser repetida ao infinito. O caminho em direção ao infinito, do ponto de vista de Aristóteles, consiste somente na “infinitude do caminho” (Wieland, 1993: 370).

Talvez seja oportuno esclarecer melhor por que o conceito moderno de infinito é muito diferente do conceito de um acréscimo sem fim de uma coisa a outra. Depois da revolução científica, o infinito e o contínuo são *pensados* de modo diferente. Passa-se de um número para o número seguinte em uma sucessão *discreta*. Ao contrário, a sucessão infinita dos pontos de uma reta é *contínua* e não tem sentido falar do ponto que é *imediatamente* sucessivo a um ponto. Entre um ponto e aquele que o segue há sempre infinitos pontos que formam um segmento contínuo infinitamente divisível em partes elas mesmas contínuas, ainda infinitamente divisíveis e assim ao infinito. Passando de um ponto para um outro ponto se passa através de uma coleção de infinitos pontos *todos dados ao mesmo tempo*. Urna infinidade *completa* e

não apenas não *completável*, esgotada é não apenas *inesgotável*, um infinito em ato e não um infinito em potência (Lombardo Radice, 1981 : 12). Um contínuo é pensado como divisível em um conjunto infinito (em ato) de partes indivisíveis.

Talvez seja verdade que os gregos estavam como que espantados pelo conceito de um processo sem fim, mas é certamente verdade que aqueles que nós chamamos de paradoxos do infinito se revelaram para eles um obstáculo insuperável (Kline, 1976: 63). O assim chamado método de exaustão usado em geometria para calcular as áreas evitava que o infinito e infinitésimos fossem diretamente os objetos da demonstração: para demonstrar que uma determinada figura tem uma determinada área levanta-se a hipótese de que ela tenha uma área maior ou menor; com base nesta hipótese, mediante a consideração de uma série de figuras inscritas ou circunscritas que aproximam cada vez mais aquela considerada, deduz-se, por absurdo, que a área não pode ser maior nem menor.

O mesmo procedimento vale para os sólidos e para os volumes.

Em 1615 Kepler responder a brilhantemente à seguinte pergunta: por que a forma dos tonéis é aquela que, em igualdade de capacidade, permite empregar a menor quantidade de madeira? Para responder ele decompusera as figuras em partes infinitesimais, sem porém deter-se para discutir sobre o sentido do método empregado por ele. Galileu Galilei, em cujos textos se encontram teses atomistas, afirmara que se o contínuo era divisível em partes sempre sucessivamente divisíveis tal contínuo resulta necessariamente composto de infinitos indivisíveis “não quânticos” ou desprovidos de dimensões. Galilei não procedia no nível da pura matemática: relacionava a existência de indivisíveis desprovidos de dimensões ao problema da composição dos fluidos e aos fenômenos da condensação e rarefação. No ensaio *Nuove scicuze* coloca o problema da comparabilidade entre dois infinitos e frisa o resultado paradoxal de uma comparação entre a série infinita dos números inteiros e a série infinita dos quadrados daqueles números: se escrevemos os número sem uma linha 1, 2, 3, 4, 5, etc. e na linha sucessiva os quadrados daqueles números 1, 4, 9, 16, 25, etc., percebemos que a cada número corresponde somente um quadrado, que a cada quadrado corresponde somente um número (dá-se entre, as suas séries uma correspondência biunívoca) e que, no entanto, continua verdade que todos os números (que abrangem quer os números quadrados quer aqueles não

quadrados) são *mais* do que os quadrados sozinhos. Como pode um infinito ser maior ou menor que um outro infinito? Galilei devia enfrentar aqui uma das propriedades fundamentais dos conjuntos infinitos: uma parte do conjunto pode ter as mesmas dimensões do conjunto inteiro. No *Discorso intorno a due nuove scienze* Salviati concluía corretamente que o número dos quadrados perfeitos não é inferior do que aquele dos números inteiros, mas não chegava à conclusão de que eles fossem iguais. Para Galilei o intelecto finito dos homens não pode raciocinar em torno dos infinitos, “os atributos de igual, maior e menor não ocorrem nos infinitos mas somente nas quantidades delimitadas e [...] não cabem aos infinitos, dos quais não se pode dizer um ser maior ou menor ou igual a outro”.

Os dois alunos de Galilei, Bonaventura Cavalieri (1598-1647) e Evangelista Torricelli (1608-47) tencionam manter-se bem distantes não só de toda filosofia atomista, mas também de qualquer posição filosófica demasiado exigente. Continuam, porém, a enfrentar “o imenso oceano dos indivisíveis”, no terreno da geometria, justamente confrontando os infinitos. Pensam as áreas como constituídas por um número infinito de segmentos paralelos, os volumes como constituídos por um infinito número de áreas planas paralelas: aqueles segmentos e aquelas áreas são os *indivisíveis*. É possível medir áreas e volumes comparando um por um, os *indivisíveis* cujas áreas e volumes podem ser decompostos. Na realidade eles não afirmam de maneira explícita que as áreas são a soma de infinitas linhas ou os sólidos a soma de infinitas superfícies. Limitam-se a afirmar que as superfícies estão entre si como os agregados dos segmentos e os sólidos como os agregados das suas secções.

A tradição antiga tendia a resolver cada problema aritmético ou algébrico em termos geométricos. As raízes quadradas de números negativos, de que fizeram uso (visando à solução das equações de terceiro grau) Nicolo Tartaglia (1506-57) e Gerolamo Cardano (1501-1571), não teriam sido aceitáveis pelos antigos enquanto entidades desprovidas de uma possível interpretação geométrica. Falando de Descartes, foi visto que a “tradução” dos conceitos da geometria naqueles da álgebra se configurara como um passo de importância decisiva com relação à matematização da física. A geometria analítica trata dos problemas da geometria em forma algébrica e as propriedades de uma equação se

identificam com as propriedades de uma curva. Todas aquelas curvas, que tem a ver com a mecânica, e que foram descuidadas pela geometria antiga (enquanto não explicáveis com a régua e o compasso) se situam agora no centro do discurso. A álgebra se coloca (entre o século XVII e o século XVIII) em um nível de nítida superioridade ao da geometria.

A análise infinitesimal ou cálculo infinitesimal ou (na terminologia de Newton) o cálculo das fluxões é capaz de calcular as áreas determinadas por curvas, resolver problemas das tangente sem uma curva e enfrentar o problema dos movimentos contínuos. Pierre Fermat (1601-65) na França, Isaac Newton (1642-1727) na Inglaterra, Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) na Alemanha trabalharam em torno dos mesmos problemas. Quanto à descoberta do cálculo infinitesimal se abriu - entre Leibniz e Newton - uma das mais célebres controvérsias científicas que dividiu o mundo dos homens cultos e que ainda hoje são objeto de atenção por parte dos historiadores (Hall, 1982; Giusti, 1984, 1989).

No tratado *Principia* Newton demonstra os seus teoremas (inclusive aqueles resolvidos com o cálculo) fazendo uso do método geométrico tradicional. Não tem a estrutura mental de um matemático puro, pensa na matemática em função da física e tem uma visão instrumental e “prática” do cálculo que criou. Entretanto, ele leu com cuidado a segunda edição latina da *Géométrie* de Descartes, estudou a álgebra de François Viète (1540-1603) e as obras matemáticas de John Wallis (1616-1703). Talvez justamente por estar desprovido de um sólido embasamento de geometria clássica enxerga com clareza a importância e o ponto central da geometria analítica: as curvas e as equações se correspondem e as equações exprimem a natureza da curva (Westfall, 1989: 111). No tratado *De quadratura, curvarum* (1676) não aceita o método de Cavalieri e considera as grandezas matemáticas não como constituídas de pequenas partes à vontade, mas como geradas por um movimento contínuo. As linhas, são descritas não por meio de adições de partes, mas por movimento contínuo dos pontos; as superfícies por movimento de linhas; os sólidos por movimento de superfícies; os ângulos por rotação dos lados; o tempo pelo fluxo contínuo. Tais gerações “ocorrem verdadeiramente na natureza e se observam cada dia no movimento dos corpos”. Em tempos iguais as quantidades geradas por aqueles movimentos dependem da velocidade maior ou menor com que aumentam. “Considerando que as quantidades geradas - escreve Newton

no *Tractatus de quadratura curvarum* - aumentando em tempos iguais se tornam maiores ou menores conforme a velocidade maior ou menor com que aumentam, procurei um método para determinar as grandezas das velocidades dos movimentos e dos incrementos com que são gerados; denominando *saxões* tais velocidades de aumento, e *fluentes* as quantidades geradas, nos anos 1665-66 cheguei aos poucos ao método das fluxões do qual faço uso aqui na quadratura das curvas” (em Castelnuovo, 1962: 127-28). As fluxões “podem ser consideradas com aproximação arbitrariamente grande como os incrementos das fluentes, geradas durante pequenos intervalos de tempo determinados à vontade”. Conhecendo as quantidades é possível determinar as velocidades; conhecendo as velocidades de aumento é possível determinar as quantidades. A velocidade de acréscimo nada mais é do que a fluxão (derivada) de uma determinada fluente (variável). A investigação das relações entre fluxões e fluentes (que hoje denominamos *integração*) parece a Newton mais fácil do, que aquela das relações entre fluentes e fluxões (que hoje chamamos, *derivação*) apesar de ele perceber com clareza que a derivação é o *procedimento inverso* daquele da integração (Singh, 1959: 34; Giorello, 1985 : 172-73).

Encontram-se aqui alguns conceitos-chave. Em primeiro lugar o conceito de *velocidade instantânea*. Tal velocidade *não é* definida como o quociente da velocidade dividida pelo tempo. O “cálculo” introduz a ideia de um número *a que tendem por aproximação* as velocidades médias quando os intervalos de tempo pelos quais as velocidades médias são calculadas se *aproximam do zero* (Kline, 1976:-207). A ideia a que chegaram Newton e Leibniz, independentemente um do outro, foi aquela de tomar uma *distância infinitesimal e o* correspondente intervalo de *tempo infinitesimal*, estabelecer a sua relação e observar o que acontece quando o intervalo de tempo considerado se torna cada vez menor, ao infinito (Feynman, Leighton, Saads, 1988: 8-6).

O incremento infinitamente pequeno da *fuente* newtoniana, na terminologia de Leibniz (mais tarde adotada universalmente) se torna o *diferencial*. Leibniz é muito menos “pragmatista” do que Newton. A sua concepção do cálculo é firmemente conexa com alguns grandes temas da sua filosofia: por exemplo, o tema do simbolismo e o tema do contínuo. Leibniz pensa na existência de ideias simples e primitivas, comparáveis à leitura do alfabeto, capazes de combinarem entre si. Projeta uma *característica*



*universal*, semelhante a um sinal algébrico, uma *língua universal ou filosófica* na qual os caracteres e as palavras exprimem “diretamente as relações lógicas entre os conceitos”, enfim um *cálculus ratiocinator* que tem as características de um sistema de raciocínio formal e que deveria ser capaz de tornar imediatamente evidentes os erros e, portanto, eliminá-los. Esses três projetos tem a ver com o ideal de uma paz religiosa.

Com o problema do contínuo porém tem relações muito estritas o assim chamado “princípio leibniziano” dos não-discerníveis. Com base nisso jamais pode haver na natureza dois seres perfeitamente iguais, isto é, constituídos de tal modo que se torna” impossível descobrir neles alguma diferença interna ou fundada sobre uma denominação intrínseca. Se dois objetos tem todas as características em comum são o mesmo objeto. Se são distintos devem apresentar diferenças, embora imperceptíveis ou infinitesimais. Aquela variações infinitesimais que a álgebra não pode exprimir, podem ao contrário ser expressas pelo cálculo infinitesimal. Tal cálculo necessita de um simbolismo especial para os integrais (as áreas) bem como para os diferenciais (as variações infinitesimais). Leibniz formula, além disso, as regras que permitem operar com quantidades infinitesimais.

Leibniz não aceita o atomismo e mantém distância dos indivisíveis de Cavalieri. Ele pensa nos infinitesimais como em ficções bem fundadas *ficções* porque os infinitesimais não tem correspondência em uma realidade feita de partículas, *bem fundadas* porque justificadas não apenas no nível da coerência do cálculo e das numerosas correspondências entre a antiga e a nova geometria, mas também no nível de uma metafísica que vê no mundo uma hierarquia contínua de infinitos.

A respeito desse modo de pensar não faltaram incompreensões, nem as polêmicas e as críticas. Entre as críticas é preciso lembrar pelo menos a tomada de posição de George Berkeley (1685-1753). No parágrafo 130 do célebre *Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge* (1710) Berkeley ressalta a existência, entre os geômetras do seu tempo, de uma série de “noções estranhas”; não somente as linhas finitas podem ser subdivididas em um número infinito de partes, mas cada um desses infinitesimais seria também ele divisível ao infinito, e assim por diante ao infinito.

Os matemáticos do meu tempo, escreveu muito anos depois, em uma nota na *Siris* (1744), apesar da suas pretensões de evidência “abraham noções obscuras e opiniões incertas e quebram a cabeça a esse respeito,

contradizendo-se um ao outro e disputando como fazem todos os homens” (Berkeley, 1996: 650). O sucesso do cálculo, ele acrescenta, não prova absolutamente nada: a Correção dos resultados depende simplesmente do fato que erros por defeito e erros por excesso se compensam reciprocamente. Tanto na versão newtoniana como também na que lá leibniziana o cálculo introduzia grandezas que, conforme os casos, são diferentes de zero e iguais a zero. A respeito desta “fraqueza” Berkeley insistia com uma certa eficácia (Giusti, 1990: XLII).

Nos seus desenvolvimentos grandiosos ao longo do século XVIII o *cálculo* se revelou um instrumento-extraordinariamente poderoso. Abriu sendas novas, não somente no estudo da dinâmica, mas também naquele da eletricidade, do calor, da luz e do som. Fazendo uso do cálculo infinitesimal a ciência dos séculos XVIII e XIX conseguiu resolver ou encaminhar para a solução uma quantidade quase sem fim de problemas em diversos domínios de pesquisa. Com o mesmo procedimento matemático empregado para calcular a rapidez de variação da distância comparada no tempo de um instante é possível calcular a *rapidez de variação de uma variável a respeito de outra* por meio de um determinado valor da segunda. Um procedimento deste tipo faria o seu ingresso não somente na física, mas também na economia e na genética. “A fim de tratar o conceito de velocidade instantânea”, o matemático idealizou espaço e tempo de modo a poder falar de algo que existe em um instante do tempo e em um ponto qualquer do espaço. Ele obtém desse modo a velocidade em um instante. A intuição e a imaginação do leigo foram solicitadas excessivamente pelas noções de instante, ponto, velocidade instantânea. Ele preferiria falar de velocidade em tempos extremamente pequenos. Entretanto, a matemática produz, mediante a sua idealização, não somente um conceito, mas também uma fórmula para a velocidade em um determinado instante, fórmula que é exata e aplicável mais facilmente do que a noção de velocidade média em algum intervalo suficientemente pequeno. A imaginação pode ficar cansada, mas o intelecto recebe uma ajuda” (Kline, 1976: 207-208).

# CAPÍTULO 16 – ACADEMIAS

## UNIVERSIDADES

No início da Renascença o interesse maior das universidades italianas estava voltado para o estudo do Direito e da medicina, ao passo que na Europa do Norte se dava mais importância ao estudo da teologia e das artes liberais. Estudantes italianos iam estudar teologia em Oxford e em Paris. Enquanto isso muitos estudantes transpunham os Alpes para ir estudar jurisprudência e medicina na Itália. Entre as três grandes faculdades, aquela de Direito era a mais importante quer em termos de prestígio e de remuneração dos docentes, quer em termos de número de estudantes. Professores e estudantes de teologia, em geral, eram poucos quanto ao número, mas as dimensões reduzidas não impediam que a faculdade de teologia exercesse uma influência muito notável. Na faculdade de medicina, o estudante podia conseguir um diploma em “artes” ou em “filosofia”, ou prosseguir para a formatura em medicina, às vezes chamada de doutorado em “arte e medicina” ou em “filosofia e medicina”. A duração dos estudos era de cinco anos e o curriculum dividido em duas partes. Na primeira (correspondente aos dois primeiros anos) eram realizados os cursos de lógica (os assim chamados cursos *Analíticos segundos* de Aristóteles) e de filosofia natural (baseada nas obras aristotélicas como a *física*, os *tratados De anima*, *De generatione et corruptione*, e os *Parva naturalia*). Tanto a parte teórica como também a parte prática da medicina eram estudadas ao mesmo tempo, no triênio sucessivo, com base nos textos de Hipócrates, Galeno e Avicena. O ensino das artes podia também incluir matemática, matérias humanísticas e filosofia moral. Anatomia e cirurgia tendiam a configurar-se como disciplinas autônomas, ocorrendo o mesmo com a botânica. No decorrer do século XVI a botânica chegou a tornar-se totalmente autônoma (Schmitt, 1979, 47-51). No curriculum universitário o ensino da matemática ocupava um lugar secundário. Na segunda metade do século XVI, a universidade de Bologna tinha em média 22 professores de medicina. Em 1550, havia em Pisa nove

docentes de medicina. Em 1592, havia 11 docentes em Pádua. Calculou-se que para cada dúzia de médicos ensinasse, nas maiores universidades, apenas um matemático. Além disso, nos currículos do século XVI o termo “matemático” abrangia uma série de disciplinas que abrangiam astrologia, astronomia, ótica, mecânica e geografia. Ao redor das cadeiras de matemática por conseguinte foi se agrupando um certo número de disciplinas científicas. O termo *cosmographia*, que tem sucesso em Ferrara em meados do século XVI, abrangia geografia e astronomia ptolemaicas. Muitos estudos (Schmitt, 1979: 62) documentaram as numerosas “incursões” realizadas por matemáticos no domínio da filosofia e das ciências naturais.

A presença de ensinamentos teológicos foi aumentando fortemente depois do Concílio de Trento. Antes de 1550 Bologna tinha somente uma cátedra de teologia. Em 1580 as cadeiras eram três, em 1600 seis, em 1650 nove (Dallari, 1888-1924; Schmitt, 1979: 78).

Já falamos a respeito da posição fortemente crítica com relação às universidades tomada por Francis Bacon e René Descartes. Principalmente na Inglaterra a crítica de Bacon teria desenvolvimentos significativos. Os expoentes do movimento puritano atacaram com violência tanto a insuficiência dos conteúdos do ensino como também o atraso dos métodos de transmissão do saber. A tentativa de introduzir nas Universidades novas ciências visava não somente a favorecer as aplicações práticas e as “pesquisas”, mas também para ampliar o âmbito dos destinatários da instrução. Entre a deflagração da guerra civil, em 1642, e a aceitação por parte de Cromwell do encargo de “Protetor” (1654), saem uma série de escritos (de John Milton, John Hall, John Dury) que voltam a propor com força o tema do ensino nas universidades. Também Thomas Hobbes, na obra *Leviathan* (1650) afirmara que nas universidades a filosofia se identificava com o aristotelismo, a geometria não era levada em consideração, a física oferecia somente palavrórios e não explicações.

Enquanto isso, nos Países Baixos a longa luta pela independência, a estrutura descentralizada do governo, bem como a fama internacional de país tolerante e liberal acabaram criando uma situação muito diferente. A população era uma mistura extraordinária de nacionalidades. Guilherme d’Orange viu na criação de um sistema de instrução superior um dos meios necessários para a realização da unidade nacional e a sua política foi retomada pelos Estados Gerais. Em 1575 foi fundada a universidade de

Leida, em 1614 aquela de Groninguen, em 1636 aquela de Utrecht. A situação financeira era boa. Com altos salários foram atraídos numerosos professores estrangeiros: durante todo o século XVII em Groningen ensinaram 34 estrangeiros em um total de 52 professores. Muitos estudantes também vinham do estrangeiro: entre 1575 e 1835 estudaram medicina em Leida 4.300 estudantes de língua inglesa. O ensino da filosofia cartesiana foi proibido em 1656, mas com certeza não dominavam impositões tradicionalistas, como é mostrado pela rápida penetração das teses anti-cristotélicas de Pedro Ramo (1515-72).

Todavia, também nos Países Baixos, como em to do o resto da Europa, as universidades não eram o centro da ciência. Christiaan Huygens (1629-95) estudara na universidade, mas rompeu com a tradição acadêmica. Antony van Leeuwenhoeck (1632-1723) era um comerciante de tecidos. Isaac Béeckman continuou durante muito tempo a atividade do pai que era um comerciante de velas. Nas universidades holandesas não se aprendia nenhuma daquelas atividades pelas quais os Holandeses eram famosos e celebrados no mundo : fabricar máquinas e instrumentos de precisão, construir navios, drenar terrenos, abrir canais, construir diques (Hackmann, 1979: 109-13).

Aquele grande período da civilização européia que foi o Humanismo não teve, sobre as instituições universitárias, os mesmos eleitos revolucionários que tivera, na sua época, o assim chamado “renascimento do século XII”. Na realidade, parece totalmente aceitável o juízo formulado por Westfäll: “Em 1600 as universidades reuniam no próprio interior grupos de intelectuais de grande cultura levados não tanto a saudar o comparecimento da ciência moderna, quanto à considerá-la uma ameaça quer para a verdadeira filosofia quer para a religião revelada” (Westfäll, 1984: 132). Seria a revolução científica a dar vida a verdadeiras e próprias alternativas à cultura universitária, a criar *lugares diferentes* de construção e de transmissão do saber (Arnaldi, 1974: 14).

## ACADEMIAS

O projeto de um instituo de pesquisa é uma ideia científica mais do que humanística e literária. Tal projeto implica que a finalidade da instituição seja não propriamente a difusão do saber, mas sim o seu progresso e que tal progresso seja realizável mediante o trabalho de um

grupo ou de uma *equipe* sob a orientação de um diretor. O instituto de pesquisa é um fenômeno do século XIX, muito embora se possa encontrar, obviamente, como se costumava dizer no passado, “iniciativas precedentes” como, por exemplo, o observatório fundado por Tycho Brahe (1546-1601) em Uraniborg em 1576 ou o Observatório de Paris dirigido por Gian Domênico Cassini (1625-1712).

As academias que começaram a funcionar no século XVII, inclusive as maiores, não eram instituto de pesquisa no sentido moderno do termo. Não se colocavam como finalidade a transmissão do saber. Eram lugares onde eram trocadas informações, discutidas hipóteses, analisadas e realizadas experiências em conjunto, sobretudo emitidas avaliações e juízos sobre experimentos e relatos apresentados pelos sócios e por indivíduos externos ao grupo. É preciso também se resguardar de projetar sobre todas as Academias, principalmente a respeito daquelas do século XVI e do início do século XVII, as características das Academias científicas que surgiram mais tarde (e são mais familiares). Todavia não seria conveniente esquecer por isso um dado importante: o caráter de *renúncia ao trabalho solitário* que em todo o caso caracteriza o fato de homens cultos se constituírem em grupo.

Com o termo *Academih*, escrevia Girolamo Tiraboschi no final do século XVIII, “entendo aquela sociedade de homens eruditos, ligados entre si mediante certas leis a que eles próprios se submetem, os quais reunindo-se juntos se põem a discutir sobre alguma questão erudita; ou produzem e submetem à censura dos seus colegas algum ensaio do seu engenho e dos seus estudos”. Reuniões, elaboração de regras de comportamento, crítica dos produtos alheios são três elementos que devem ser destacados. Na raiz das Academias está uma questão de trabalho coletivo, que desemboca na construção de um *sujeito coletivo*, encontra-se sobretudo a exigência de submeter os produtos do engenho à crítica dos outros e a um controle público. A própria instituição cria as suas próprias regras: “estrutura-se como uma microssociedade mimética da sociedade real”. Ela aprova os seus membros mediante uma espécie de “rito de passagem” que com frequência atribui aos membros um novo nome, estabelecendo-se como um “território neutro”, com as suas próprias regras, no interior de uma mais ampla, turbulenta e agitada sociedade (Quondam, 1981: 22-23).

O próprio nome que muitas Academias escolhem para si de um lado dá expressão ao método da pesquisa e às finalidades que são perseguidos

(Lincei, Investiganti, Cimento, Traccia, Spioni, Illuminati etc.), de outro lado em alguns casos faz referência à separação entre a Academia e a sociedade revelando inclusive o clima de perseguição-oposição que caracteriza algumas situações culturais (Incogniti, Secreti, Animosi, Affidati Qte.) (Quondam, 1991: 43 ; Ben David, 1975 : 108).

## **PRIMEIRAS ACADEMIAS**

A primeira organização que se pode definir como sociedade científica (apesar de todas as limitações que veremos a seguir) não é a *Academia Secretorum Naturae*, criada em Nápoles por Giambattista Della Porta (falecido em 1615), mas a Academia dos Lincei que teve origem em 1603 da associação do marquês Federico Cesi (na época com 18 anos de idade) e de três seus jovens amigos entre os quais, em posição preeminente o médico holandês Johanries van Heeck. As primeiras obrigações assumidas pelos sócios consistiam no compromisso de estudar juntos e ministrar lições entre si. A hostilidade dos familiares de Cesi forçou os amigos a separar-se, mas a Academia retomou vida em 1609. Em 1610 começou a participar dela Giambattista Della Porta (1535-1615), e em 1611 Galileu Galilei. A presença de dois personagens tão diferentes, defensores de concepções do mundo inconciliáveis entre elas, foi considerada por alguns estudiosos o símbolo de uma ausência de programas bem definidos. Mas o clima de mistério, as orientações iniciais “paracelsianas” não são suficientes para tirar o sentido aos intentos de Cesi de “ler este grande, verdadeiro e universal livro do mundo” à fim de “conhecer as coisas como são” e “experimentar a fim de modificá-las e variá-las”. Conforme os projetos de Cesi um estatuto detalhado, o *Linceografo*, deveria regular, de forma extremamente detalhada, a admissão à Academia e a vida dos acadêmicos. Aquele texto jamais foi editado e encontrou escassa aplicação prática. Todavia, foi sempre seguida a regra que proibia a um Linceu a pertença simultânea a uma ordem religiosa.

As academias, como foi assinalado, são microssociedades que operam dentro de uma sociedade mais ampla e articulada. Portanto, assim como todas as Academias científicas, os Lincei visavam a afirmar (em um âmbito limitado) os direitos de um saber autônomo, sustentando por conseguinte a não conflitualidade entre “a ciência e a fé, bem como entre a ciência e a

sociedade. Os Lincei “em virtude da própria constituição particular determinam banir dos seus estudos toda controvérsia exceto natural e matemática, bem como afastar as questões políticas como pouco agradáveis, e com razão, aos superiores” (Olimi, 1981 : 193). As referências às matemáticas e às experiências naturais, a polêmica contra as universidades, o desejo de diferenciar-se nitidamente das Academias *literárias*, a valorização dos artesãos (contrapostos aos “mestres catedráticos e magniloquentes”), a forte insistência sobre o caráter “público” do saber são todos elementos que caracterizam claramente em sentido “científico” a atividade dos Lincei, o momento da projetualidade foi muito mais intenso do que aquele das execuções efetivas. Nas palavras de Cesi, o filósofo linceu “não irá restringir-se aos escritos ou às sentenças deste ou daquele mestre, mas no exercício universal de contemplação e prática procurará qualquer conhecimento que possa nos chegar pela nossa própria criatividade ou pela comunicação de outras pessoas” (Altieri Biagi, 1969: 72).

A Academia do Cimento, que foi justamente definida como um típico produto da vida de corte (Hall, 1973: 119), teve uma vida breve: de 1657 até 1667. O grupo de professores universitários, pesquisadores e artesãos que a constituíram não se formou por associação espontânea, mas foi reunido pelo príncipe Leopoldo de, Medici, grande admirador de Galilei e irmão do Grão-Duque de Toscana Ferdinando H. Leopoldo participava das sessões da Academia da qual, entre outros, foram membros Vincenzo Viviani (1622-1703), Francesco Redi (1626-98), Nicolo Stenone (1638-86), Alfonso Borelli (1608-79), Lorenzo Magalotti (1637-1712) e o aristotélico Ferdinando Marsili.

Quando Leopoldo foi nomeado cardeal, em 1667, as reuniões terminaram, também por causa dos desentendimentos entre os acadêmicos. Justamente enquanto produto da vida de corte, o Cimento não teve a estrutura e nem os caracteres de uma instituição científica moderna. Faltava qualquer estatuto e qualquer empenho que se referisse tanto aos membros quanto ao príncipe. As reuniões eram informais e não se realizavam em uma sede fixa. Não existiam nem um balanço e nem um caixa. Os mecenas e protetores entenderam à atividade da Academia em função decididamente celebrativa (Galluzzi, 1981: 790- 95). A política cultural de Leopoldo visava certamente a sustentar e difundir as novas ideias científicas das quais Galilei fora o expoente principal e batalhador.



Mas o rígido experimentalismo adotado pelos acadêmicos tendia excluir conclusões de caráter teórico. Se no livro *Saggi di naturali esperienze* (o volume foi editado somente em 1667 e traduzido para o inglês em 1684) ocorresse de encontrar “especulações” de caráter teórico “isso deve ser considerado sempre como conceito ou sentido particular de acadêmicos; mas jamais da Academia, na qual a única regra é aquela de experimentar e de narrar” (Altieri Biagi, 1969: 626). Esta espécie de voluntária limitação “experimentalista” associa a Academia do Cimento com muitas outras Academias. No caso específico ela está ligada à situação particular presente na Itália depois da condenação de Galilei. Todavia, esta Academia do Cimento foi um instrumento eficaz de apologia e de propaganda do gameismo (Galluzzi, 1981: 802-803).

Uma orientação bem diferente se revela, na Academia dos Investiganti de Nápoles (1663-70), Na opinião de Tommaso Cornelio (1614-84), Leonardo de Cápua (1617-1695) e Francesco d’Andrea (1624-98) a reforma da filosofia e da ciência não pareceu separável da renovação das atividades profissionais e da vida civil. As tradições galileanas e cartesianas tendiam a unir-se, na perspectiva dos inovadores napolitanos com a tradição que se inspirava em Telésio e no naturalismo da Renascença (Torrini, 1981: 847, 855, 876). A tese historiográfica de uma continuidade direta entre os Lincei, o Cimento, os Investiganti e as grandes Academias européias hoje não parece, mais sustentável (Galluzzi, 1981: 762). A profunda diversidade das situações políticas e religiosas, bem como a existência de diferentes tradições filosóficas e de imagens da ciências discordantes (por vezes até divergentes) deram lugar a um enredo complicado (que nos diversos países se configurou de várias formas) entre o associar-se espontâneo dos cientistas e o interesse das autoridades políticas por esta sua atividade.

## **PARIS**

O mecenatismo esteve presente também na França, mas lugares reais ou “ideais” para encontros entre cientistas se formaram também de modo espontâneo, como no caso da complexa rede de correspondência e de relações (abrangia em torno de 40 cientistas) mantida por Marin Mersenne (1588-1648) em uma época, é bom nos lembrarmos disso, que precede a circulação de jornais, periódicos e na qual o intercâmbio de cartas é o canal

privilegiado para qualquer intercâmbio intelectual. Entre 1615 e 1662 o cabinet des frères Dupuy foi um centro de debates científicos. Bem mais significativa a atividade que se desenvolveu junto da Academia de Montmor, fundada por Habert de Montmor (1634-79) e que, a partir de 1654, começou a reunir na sua casa numerosos e ilustres personagens.

Caracteres muito especiais apresentam também as 345 “conferências” públicas que se realizaram em Paris, toda segunda-feira à tarde, entre 1633 e 1642, junto ao Bureau d’Adresse fundado em torno de 1630 por Théophraste Renaudot, um médico de Loudun. Junto ao Bureau, nascido como organização comercial e como sede de atendimentos médicos, agrupava-se um público composto de modo predominante por curiosos e amadores, advogados, médicos e *beaux esprits*. As discussões (das quais ficou um relato preciso) aconteciam de modo totalmente informais, atingindo todos os aspectos da cultura e do costume e eram muito animadas. Nos debates de assunto filosófico, médico, matemático, astronômico e físico domina quase sempre a tendência para o compromisso entre o novo e o antigo. Mas o crescimento do saber - na Verdade era esta a convicção dos organizadores aos quais não faltou sequer o apoio do cardeal Richelieu - pressupõe uma discussão livre dentro da qual a verdade deve ser submetida à crítica e pode tranquilamente, em face das críticas, ser modificada e abandonada. As teorias não devem ser consideradas “entidades invencíveis”, como, ao contrário, na opinião de muitos sócios, acontecia nas universidades (Bofselli, Poli, Rossi, 1983: 13, 32-36).

Em 1663 Samuel Sorbière se dirigiu à Jean-Baptiste Colbert (1619-83), ministro da economia e das finanças de Luiz XIV, pedindo que o Estado contribuísse para uma consolidação e para uma transformação do grupo de Montmor. A fundação da *Académie Royale des Sciences* ocorreu em 1666. E um *memorandum* escrito pelo ministro Colbert, Christiaan Huygens (que era um dos membros estrangeiros) prospectava experimentos sobre o vácuo, a pólvora, a força dos ventos é a força da percussão. A “ocupação principal e mais útil do grupo” achava que era aquela de “trabalhar na história natural conforme o plano traçado por Bacon”. Aquela grande história “composta de experiências e de observações é o único método para alcançar o conhecimento das causas de tudo aquilo que é possível perceber na natureza”. É necessário, concluía, “começar com os assuntos considerados mais úteis, entregando ao mesmo tempo muitos desses temas a vários membros que

apresentarão um relato dos mesmos toda semana; desse modo tudo poderá proceder de modo ordenado e será possível obter resultados de grande importância”; (Bertrand, 1869: 8-10).

Com a Académie nascera um “lugar para a pesquisa” diretamente financiado pelo Estado. Os primeiros acadêmicos recebiam um salário que variava de 6000 libras (francesas) anuais pagas a *Gian Domênico Cassini* a 1.500/2.000 libras que recebiam os franceses. Considerando a lentidão nas passagens de uma para outra classe não era uma boa sistemática econômica. O número dos acadêmicos que, como dissemos, inicialmente era 16, aumentou para 50 aí pelo fim do século XVII. Em 1699 aumentaram para 70 e naquele ano foi estabelecida uma distribuição fortemente hierárquica dos encargos que permaneceu inalterada até a revolução.

O ministro Colbert perseguia, como é notório, objetivos muito precisos: a ampliação e expansão planejadas da indústria, do comércio, da navegação e da técnica militar. Mas era um político de grande visão e deixou aos acadêmicos uma autonomia realmente notável. A Academia efetuaria empreendimentos relevantes de um ponto de vista científico, como o cálculo terrestre efetuado por Jean Picard (1620-82) ou o cálculo da distância entre a Terra e o Sol executado por Jean Richer (1630-96). Mas, sobretudo depois da morte de Colbert, em 1683, tiveram predomínio notável finalidades práticas, nem sempre especialmente elevadas: como a manutenção e o aperfeiçoamento dos grandes chafarizes dos jardins reais. Luiz XIV, de sua parte, considerava a Academia como um embelezamento para a sua coroa e chamava os acadêmicos *mesfous* (os meus palhaços). Depois da revogação do Édito de Nantes em 1695, a Academia perdeu também os seus membros estrangeiros de maior prestígio, como Huygens e Röemer.

Como ressaltou Robert Hahn, “o espírito da pesquisa para a compreensão racional da natureza” não coincidia com as exigências presentes na sociedade francesa do *Anden Régime*. Muitos membros da Academia eram convidados a desenvolver funções de consultores governativos, outros eram impelidos pelas necessidades econômicas a aceitar o -papel de docentes, peritos, administradores. A “profissão de cientista” não pareceu, nestas bases, algo de autônomo e de aceitável e o acadêmico do século XVIII “foi submetido a forças centrífugas que o lançavam para outras direções” (Hahn, 1971 : 163).

## LONDRES

Londres tem Lima precedência cronológica com relação a Paris por que o nome da Royal Society foi usado pela primeira vez em 1661 e em 15 de julho de 1662 a Sociedade foi constituída e aprovada oficialmente pelo Rei Carlos II. Com uma única exceção, entraram a fazer parte da Sociedade os membros do grupo que se reunia, a partir de 1645, junto ao Gresham College que foi fundado em 1597 próximo à residência de um rico comerciante. Nas memórias do matemático John Wallis (1616-1703), escritas quase trinta anos mais tarde, as reuniões da Sociedade se realizavam semanalmente em Londres; os sócios pagavam do próprio bolso uma cota para as despesas relativas aos experimentos; “prescindindo de questões de teologia e de política [...] eles debatiam assuntos tais como a circulação do sangue, a hipótese copernicana, os satélites de Júpiter, o peso do ar, a possibilidade ou impossibilidade do vácuo, a experiência de Torricelli com o mercúrio” (Johnson, 1971; 350).

A nova Sociedade era um resultado muito eclético. Confluíam nela não só a tradição matemática e astronômica, mas também a tradição médico-química e aquela “tecnológica”. Além disso, Robert Boyle, que era um dos membros mais gabaritado da nova instituição, ficara fortemente interessado (como consta de suas cartas de 1646-47) pelo projeto de um Invisible College. Este último projeto estava ligado à atividade desenvolvida na Inglaterra (a partir de 1628) por Samuel Hartlib, de origem alemã, que foi um dos divulgadores da “pansofia” de Comênio (Johannes Amos Komenski, 1592-1670). Na opinião de alguns estudiosos, partindo desta perspectiva Boyle constituiria uma espécie de ligação entre a tradição hermética e “utopista”, vigorosa na Alemanha, e a nova ciência experimental (Rattansi, em Mathias, 1972: 1-32);

De “real” a Sociedade só tinha o nome, pois não recebia subvenções de espécie alguma da coroa. Sustentara-se pelas contribuições espontâneas dos seus membros que por esta razão seriam logo muito numerosos. Os salários do secretário e do organizador das experiências, que era Robert Hooke (que por este motivo foi classificado como sendo “o primeiro cientista profissional da história”), eram muito escassos. A tarefa assumida inicialmente pela Sociedade foi uma atividade tipicamente baconiana: a compilação de “histórias”: da mecânica, da astronomia, das profissões, da agricultura, da

navegação, da fabricação de tecidos, da tinturaria etc. A ambição para o desenvolvimento de verdadeiras e próprias pesquisas coletivas foi logo abandonada mas, ao contrário do que acontecia em muitos outros grupos do mesmo gênero, “quando era lido um trabalho ou discutida uma ideia, raramente o assunto era abandonado sem que se executasse alguma Experiência realizada perante a assembléia reunida” (Hall, 1973: 129). Além disso, grande parte da literatura científica recente passava pelo crivo da Sociedade e as experiências nela descritas eram repetidas. Hooke e Boyle eram particularmente ativos e o secretário Henry Oldenburg (1619-77), alemão de nascença que se estabelecera na Inglaterra em 1653, estava no centro de uma rede muito ampla de contatos pessoais e epistolares.

Ao contrário da Académie des Sciences, a Royal Society era totalmente independente do Estado: gozava do privilégio de poder usar o serviço postal diplomático para os seus intercâmbios com o estrangeiro, tendo somente o compromisso da condução do Observatório Real de Greenwich (fundado em 1675). Ela criara para si um instrumento “apto para estabelecer um intercâmbio intelectual constante entre todos os países civilizados” e a Sociedade visava a configurar-se como “o banco universal e o porto livre do mundo”. Nela, acrescentava Thomas Sprat em 1667, “foram admitidos homens de diferente religião, nacionalidade e profissão. Eles declararam não pretender fundar uma filosofia inglesa, escocesa, católica ou protestante, mas uma filosofia do gênero humano” (Sprat, 1966: 63).

## **BERLIM**

Com relação aos países de *língua* alemã não se pode certamente falar de lugar de pesquisa científica a respeito da Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher (Academia Alemã Leopoldino-Carolina de Ciências Naturais) que foi fundada em 1652 em Schweienfurt por quatro médicos com o nome (que se referia aquele usado por Della Porta no século XVI) de *Academia Naturae Curiosorum* (Kraft, 1981: 448). No final do século XVII a Alemanha era um mosaico de Estados, alguns católicos, outros luteranos, de dimensões muito diversas: desde a Prússia-Brandeburgo até os Ducados, cidades e povoados autônomos. As universidades tinham sido reorganizadas conforme o modelo e laborado por um grande expoente da Reforma, Philipp Scharzerd chamado

Melantone (1497-1560) : uma faculdade de Artes e Filosofia por onde era preciso passar para inscrever-se nas faculdades de Direito, Teologia ou Medicina. Apesar da pobreza generalizada e as muitas guerras, a Alemanha era um país instruído. Já na primeira década do século XVIII, na Prússia, a educação era obrigatória para todas as crianças (Farrar, 1979: 214-17).

Também o grande filósofo, matemático e historiador Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) tinha a respeito das universidades um a consideração muito, escassa. De fato, considerava tais instituições antiquadas, alienadas do mundo, na época quase que totalmente esclerosadas. Em seus projetos de uma grande Academia, Leibniz se preocupava com o difícil problema de uma cobertura financeira. Referia-se ao modelo francês, mas excluía qualquer controle do Estado, teorizando a necessidade de uma ampla autonomia. Pensava ao mesmo tempo que entre as tarefas de uma Academia houvesse aquela de construir uma grande enciclopédia do saber (Hammerstein, 1981: 413-18). As realizações efetivas não corresponderam de modo algum aos sonhos iniciais e Leibniz ligou o seu projeto de uma Academia aqueles objetivos que Bacon não considerava os mais nobres: a exaltação de uma nação no confronto com todas as outras (Hall, 1976: 191). Mediante a criação de uma Academia, Leibniz visava a um incremento da nação e da *língua* alemãs, bem como um aprofundamento das ciências, a expansão da indústria e do comércio, à propagação do Cristianismo Universal por meio da ciência.

A *Academia Regia Scientiarum* foi instituída, com base no projeto leibniziano, em 11 de julho de 1700 e foi patrocinada pelo Eleitor (em seguida Rei) de Brandeburgo-Prússia, Frederico I. A Academia foi definitivamente reconhecida em 19 de janeiro de 1711. Foi reorganizada por Frederico II que, por sugestão de Voltaire, chamou a, dirigi-la (em 1746) Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) fazendo que assumisse o nome de Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften Academia Real Prussiana das Ciências). A presidência de Maupertuis marcou o apogeu da influência francesa sobre a cultura alemã: o francês era a *língua* oficial da Academia e, até 1830, as *Abhandlungen* conservariam o título de *Mémoires*. A Academia de Berlim dispunha de um teatro anatômico, de um jardim botânico, de coleções de história natural e de coleções de instrumentos.

## **BOLONHA**

Muitas das Sociedades científicas que surgiram na Europa revelam duas características fundamentais: 1) a partir de grupos que tem interesses mais amplos vão se consolidando organizações especificamente científicas; 2) no interior de tais organizações os “experimentalistas” adquirem uma posição predominante. No último quarto do século, em parte pela influência exercida pela filosofia cartesiana e pelo neo-cartesianismo matemático e experimental, (representado por Huygens, Leibniz e Malébranche), nas Sociedades científicas aparecem tendências para a profissionalização: aquelas Sociedades funcionam como centros de , discussão mais de *resultados* do que de *ideias* (Hall, 1973: 117-37).

Justamente nesta direção parecem se mover as Constituições do Instituto das Ciências erigido em Bolonha. No Instituto não se devia ministrar aulas ou proferir *discursos* científicos pois todas as atividades deviam versar principalmente sobre a prática das investigações, experimentos e outras coisas de natureza semelhante” (Tega, 1986: 19). A Academia das ciências de Bolonha, na situação italiana, representa uma novidade. Em Bolonha desenvolveram as suas atividades (entre 1626 e 1647) Bonaventura Cavalieri e (entre 1666 e 1691) Marcelo Malpighi. Em 1655 foi publicada a primeira edição das *Opere* de Galilei (que, por causa da censura, não abrangiam o *Dialogo e nem a Lettera a Cristina de Lorena*). Em Bolonha atuara também (desde 1690 aproximadamente) a *Accademia dos Inquietos* cujos membros se interessavam de astronomia, calculo infinitesimal e ciências humanas. Luigi Ferdinando Marsili (1658-1730), que colocara à disposição dos *Inquietos* o seu palácio e as suas coleções, tentou em vão uma reforma da universidade publicando, em 1709, um relato que denominou *Parallelo dell’Università di Bologna con le altre di là dei monti*.

## **“JORNAIS”**

Com certeza não é possível sequer tentar enumerar os numerosíssimos jornais, gazetas, revistas, coleções e publicações periódicas em que encontrou expressão o impressionante acervo de trabalho que se desenvolvia nas Academias e nas Sociedades científicas européias.

Todavia, seria oportuno abrir uma exceção para três casos. Em 1665 Henry Oldenburg fundou a primeira revista europeia de caráter estritamente científico, denominada “Philosophical Transactions”, um tipo de intercâmbios culturais que ostentavam o *imprimatur* da Royal Society e servindo-se do seu sistema de correspondência. No mesmo ano saiu em Paris o “Journal des Savants” que, além de matemática e filosofia natural, tratava de história, teologia e literatura. E por fim, em 1684 iniciou em Lippia a publicação dos “Acta eruditorum” onde eram recenseados livros de qualquer ramo do saber: os Atos, publicados em latim, podiam ser lidos por todos os homens cultos e cientistas europeus.



# CAPÍTULO 17 – NEWTON

## OS PRINCÍPIOS MATEMÁTICOS DA FILOSOFIA NATURAL

O tratado *Philosophiae naturalis principia mathematica*, publicado em Londres em 1687, é um texto que não cessa de surpreender o leitor. Nele se juntam ao mesmo tempo o gênio experimental e o gênio matemático de Newton. Nele conclui-se e encontra uma sistematização coerente, tanto no nível do método quanto no nível das soluções, a revolução científica começada por Copérnico e por Galilei. Aquele texto, tão longamente elaborado e tão demoradamente celebrado, era destinado não só a oferecer os elementos essenciais do credo científico e filosófico do século XVIII, mas também a dar forma aquela imagem do universo e das suas leis que se tornou uma parte não menosprezível do patrimônio cultural de todos aqueles que estudaram até a idade de quinze ou dezesseis anos. Em seus aspectos fundamentais aquele quadro foi identificado durante mais de dois séculos - até a assim chamada “crise da física clássica” - com a física.

O próprio título daquele grande livro exprimia uma tomada de posição com relação à física cartesiana: os princípios da filosofia tem um caráter matemático. Ao contrário de Descartes, Newton apresentava em linguagem matemática os princípios da filosofia natural e ao mesmo tempo tornava própria a lição da tradição do experimentalismo e assumia como constitutiva do método científico a desconfiança - que foi própria de Bacon e dos baconianos - pelas *hipóteses* sem conexões com a evidência empírica. Apesar de ter chegado à descoberta do cálculo infinitesimal quase vinte anos antes da publicação dos *Principia*, Newton não fez, uso dele (exceto algum aceno) na sua obra-prima e se exprimiu na linguagem tradicional da geometria. Newton era um Admirador da geometria dos antigos; aliás chegou a lamentar o fato de se ter dedicado ao estudo das obras de Descartes e dos algebristas modernos antes de ter examinado com bastante atenção os *Elementos* de Euclides (Westfall, 1989: 393). Todavia, sob a fachada da geometria clássica operavam em profundidade (como muitos

não deixaram de ressaltar) estruturas de pensamento características do cálculo infinitesimal (Whiteside, 1970; Westfall, 1989: 442).

Seguindo o modelo de Euclides, Newton parte das *definições* de massa, força e movimento; faz seguir os *axiomas* ou leis do movimento; enumera os pressupostos, que chama de *proposições* ou *lemas*, acrescenta os *corolários* e os *escólios* (comentários ou notas explicativas). No capítulo 15 deste livro acenamos à grande controvérsia sobre a descoberta do cálculo que viu duramente empenhados, um contra o outro, Newton e Leibniz. A história está cheia de “ironias”: todos os newtonianos do século XVIII iriam expor a nova física dos *Principia* e ampliariam o campo de aplicação da mecânica newtoniana servindo-se do cálculo infinitesimal na sua versão leibniziana.

A física de Newton se contrapunha aquela de Descartes não só no nível da técnica expositiva e do método. O mundo de Newton, ao contrário do mundo de Descartes, resulta composto não de dois elementos (extensão e movimento) mas sim de três: a *matéria*, um infinito número de partículas impenetráveis e imodificáveis, mas não idênticas; o *movimento*, aquele estado relativo paradoxal que não modifica de modo algum as partículas, mas se limita a transportá-las aqui e acolá pelo vácuo infinito e homogêneo; o *espaço*, quer dizer o vácuo realmente infinito e homogêneo em que, sem encontrar oposição, aquelas partículas (e os corpos que resultam formados por elas) cumprem os seus movimentos (Koyré, 1972: 35).

Os *Principia* procedem das *definições*. A primeira delas define a quantidade de matéria ou *massa* de um corpo como o produto da densidade pelo volume e distingue nitidamente a massa de um corpo (que é a mesma em todos os pontos do universo) do *peso* de um corpo que depende da força de gravidade e varia portanto com a distância. Na opinião de Newton, o peso não é um valor absoluto. No livro terceiro a forma de gravidade seria identificada com a força centrípeta: a força de atração exercida por um corpo é proporcional à sua massa e o peso de um objeto de massa igual é diferente sobre a superfície dos diversos planetas. Na segunda definição o termo *quantidade de movimento* (o “momento”) é usado para indicar o produto da massa de um corpo pela sua velocidade. A terceira definição faz referência a *força congênita ou inata* da matéria pela qual todo corpo tende a perseverar no seu estado atual seja ele de repouso ou de movimento uniforme ao longo de uma linha reta: por esta razão “tal força congênita pode ser chamada com

um nome mais expressivo, de força de inércia ou força de inatividade”. Adorou *imprimida* (reza a quarta definição) é uma ação exercida sobre um corpo que lhe faz mudar o seu estado de repouso ou de movimento linear uniforme. O termo de *força centrípeta* ou que “tende para o centro”, que Newton introduz na física (que é, por exemplo aquela força que segura os planetas nas suas órbitas) aparece, na quinta definição, como sendo a força pela qual os corpos tendem para o ponto central e é o oposto da força *centrífuga* (o termo fora forjado por Huygens) que é aquela sofrida por um corpo que se afasta do centro.

No *Escólio* Newton discute em torno do espaço, do tempo e do movimento. Os estados de repouso e de movimento linear uniforme perfeitamente equivalentes entre si, podem ser determinados somente em relação a outros corpos que estejam em repouso ou em movimento. Considerando que a remessa para ulteriores sistemas de referência pode se repetir até o infinito, o fluxo eterno e uniforme do tempo (*tempo absoluto*) e a extensão infinita do espaço (*espaço absoluto*) constituem para Newton as coordenadas às quais é necessário fazer recurso para determinar, no limite, o estado de repouso ou de movimento dos corpos. De fato, espaço relativo e tempo relativo são quantidades concebidas em relação a coisas sensíveis e em filosofia pelo contrário é necessário prescindir dos sentidos: “O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, em si e por sua natureza isento de relação com qualquer realidade externa, flui de modo uniforme e, com outro nome, é chamado duração [...]. O espaço absoluto, pela sua natureza isento de qualquer relação com outra coisa qualquer externa, continua sempre igual a si mesmo e imóvel” (Newton, 965: 109-10, 104-107).

A concepção newtoniana da relação entre movimentos relativos e movimento absoluto (concepção que iria permanecer bem firme até o nosso século) é expressa mediante a experiência do balde. Amarra-se um balde quase cheio de água a uma corda, enrola-se a corda sobre si mesma, deixando-a depois desenrolar-se. Quando se estabelece uma figura côncava na superfície da água, pode-se afirmar que a água cumpre as suas revoluções juntamente com o balde em tempos, iguais. Entre a água e o recipiente há então um estado de repouso relativo. Mas a subida da água para à borda indica o esforço de afastamento do eixo do movimento e tal esforço mede “o verdadeiro e absoluto movimento circular da água”..

O primeiro livro inicia com a enunciação dos três *Axiomas ou leis do movimento*. 1) Todo corpo continua no seu estado de repouso ou de movimento linear uniforme, exceto quando forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas; 2) a mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e acontece segundo a linha reta conforme a qual a força foi imprimida; 3) a cada ação corresponde uma reação igual e contrária, ou seja: as ações de dois corpos são sempre iguais entre eles e dirigidas para direções opostas (“qualquer coisa que empurre ou arraste uma outra coisa, é pressionada e arrastada por esta na mesma medida: se alguém pressiona uma pedra com o dedo, também o dedo é pressionado pela pedra” *ibid*: 117-20). Os teoremas e os corolários que Newton deduz destas leis e das definições iniciais abrangem, por exemplo, o teorema da composição ou do paralelogramo dos movimentos, isto é: quando duas forças agem simultaneamente sobre um corpo, este descreverá a diagonal de um paralelogramo no mesmo intervalo de tempo em que descreveria os seus lados sob a ação de cada força particular. No mesmo livro são deduzidas das leis da dinâmica as três leis do movimento planetário de Kepler; Quando uma força central faz desviar um corpo da sua direção inercial vale a lei das áreas de Kepler. Quando a força centrípeta varia inversamente ao quadrado da distância, do corpo, conforme a sua velocidade tangencial percorrerá uma das “cônicas”, isto é: uma elipse, uma parábola ou uma hipérbole.

O segundo livro abandona o terreno dos pontos materiais que se movem sem atrito e enfrenta o problema dos corpos que se movem no interior de fluidos resistentes. Nestas páginas, nasce a mecânica dos fluidos, originando-se delas também a desenvolvimento da hidrodinâmica. A partir das considerações desenvolvidas neste livro acaba sendo totalmente destruída a teoria dos turbilhões de Descartes. O movimento de um turbilhão não pode se manter de forma autônoma: pode continuar com movimento uniforme somente se uma força externa faz rodar o seu corpo central. Aquele movimento portanto é fadado a diminuir progressivamente na medida em que a sua energia se dispersa e é “sugada no espaço”. Um turbilhão não pode produzir um sistema planetário compatível com as leis de Kepler: “a hipótese dos turbilhões se choca totalmente contra os fenômenos astronômicos e levam não tanto a elucidar mas sim a obscurecer os fenômenos celestes” (*ibid*: 5 93).

O terceiro livro tem por objetivo tratar do “ordenamento do sistema do

mundo” (ibid: 601). Para passar do nível das definições, dos axiomas, dos teoremas e das demonstrações para o nível de uma descrição do mundo, Newton julga necessário enunciar as *regras do filosofar*.

A primeira regra: “Não se deve admitir causas mais numerosas para as coisas naturais do que aquelas que são verdadeiras e são suficientes para explicar os fenômenos”. Esta regra afirma a *simplicidade* da natureza que “não excede às causas supérfluas” e “não faz nada em vão”. Com esta regra, Newton insere no próprio coração da ciência moderna, a assim chamada “navalha de Occam”: *Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem* (os entes não se multiplicam além do que é necessário) ou também *Frustra fit per plura quod fieri potest per pauciora* (em vão Se faz com muitas coisas, aquilo que pode ser feito com poucas). Nestas duas formas (que não se encontram formuladas desse modo nos textos do franciscano Guilherme de Occam, falecido em 1347) era teorizado, na tradição do empirismo e do nominalismo, o princípio metodológico da parcimônia ou da simplicidade.

A segunda regra: “Por conseguinte, até onde for possível, é preciso atribuir as mesmas causas a efeitos naturais do mesmo gênero”. Tal regra afirma a *uniformidade* da natureza ou a validade geral das leis naturais: as causas da respiração são as mesmas no homem e nos animais; as pedras caem de mesmo modo na Europa e na América; a reflexão da luz é a mesma na Terra e nos planetas.

A terceira regra: “As qualidades dos corpos que não podem ser aumentadas e diminuídas, e aquelas que pertencem a todos os corpos nos quais é possível realizar experiências devem ser consideradas qualidades de todos os corpos”. Esta regra afirma a *homogeneidade* da natureza, o seu caráter de entidade invariável, regular e previsível. Contra o progresso das experiências “não devem ser inventados sonhos de modo desconsiderado, nem devemos nos afastar da analogia da natureza, considerando que ela costuma ser simples e sempre conforme a si própria”. As qualidades dos corpos “não podem ser conhecidas de outra forma a não ser por meio de experimentos, e por isso devem ser consideradas gerais todas aquelas que, em geral, concordam com os experimentos”. As generalizações a que se chega por indução são válidas quando procedem no nivelados sentidos: por exemplo “concluimos não por meio da razão, mas com base nos sentidos que todos os corpos são impenetráveis; se os objetos que manejamos são comprovados como impenetráveis, concluimos daí que a impenetrabilidade é

uma propriedade dos corpos em geral”. Mas a generalização vai além do nível dos sentidos: “Concluimos que todas as mínimas partes de todos os corpos são extensas e duras, impenetráveis, móveis e dotadas de forças de inércia: e este é o fundamento de toda a filosofia”

A quarta regra: “Na filosofia experimental, as proposições extraídas por indução dos fenômenos, apesar das hipóteses contrárias, devem ser consideradas rigorosamente verdadeiras ou quanto mais possível, até que ocorram outros fenômenos, mediante os quais ou se tornam mais exatas, ou são submetidas a exceções”. Esta regra afirma a necessidade de um *controle* das teorias. Deve ser seguida “para que o argumento da indução não seja eliminado por hipóteses” As teorias científicas devem estar de acordo com as experiências e devem ser consideradas verdadeiras enquanto tal acordo subsiste (ibíd: 609-13).

Após a enunciação das regras, Newton passa a descrever o sistema do mundo. Mostra que os movimentos dos satélites de Júpiter e de Saturno e aqueles da Terra e dos planetas ao redor do Sol obedecem às leis de Kepler. Calcula a massa da Terra; mostra que a preces são dos equinócios é devida a forma da Terra e à inclinação do seu eixo que por sua vez depende do efeito conjunto da atração exercida pela Lua e pelo Sol. A combinação das forças exercidas sobre a Terra pela Lua e pelo Sol dá também uma explicação satisfatória das marés. Os cometas, cuja aparição imprevista e inexplicável durante milênios foi considerada uma prova da não regularidade dos movimentos celestes, são finalmente reconduzidos para dentro do sistema solar. O cometa de 1681 segue o movimento de uma parábola (como quer a primeira lei de Kepler) e descreve (como quer a segunda lei) áreas proporcionais aos tempos.

A lei da *gravitação universal*, exposta no livro terceiro, afirma que dois corpos no universo se atraem mutuamente com uma força que é diretamente proporcional ao produto das duas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa.

Onde  $F$  é a força de atração,  $m_1$ , e  $m_2$  são as duas massas e  $D$  é a distância que há entre elas.  $G$  é um *fator* constante que tem o mesmo valor em todos os casos: naquele da relação de atração mútua entre a Terra e uma maçã, entre a Terra e a Lua, entre o Sol e Júpiter, entre duas estrelas.

Newton, portanto, chegara a formular uma única lei capaz de explicar ao mesmo tempo o comportamento de uma maçã que cai sobre a Terra, o

comportamento dos planetas ao redor do Sol e o fenômeno das marés. O cálculo realizado por Newton no livro terceiro pelo qual resulta que a Lua é mantida na sua órbita pela mesma força de gravidade por cujo efeito os corpos caem sobre a superfície terrestre, foi considerado por muitos um dos pontos centrais da obra newtoniana. A força centrípeta “por cujo efeito os planetas são mantidos nas suas órbitas consta ser a mesma força de gravidade”. Aquela descoberta despertou no espírito de Newton uma enorme emoção: uma única força serve para manter os planetas nas suas órbitas ao redor do Sol; para manter os satélites dos planetas nas suas órbitas, para provocar a queda dos *corpos* pesados sobre a Terra; para provocar as marés. Resultava daí um quadro unitário do mundo e uma unificação definitiva da física terrestre e da física celeste. Caía o dogma de uma diferença essencial entre os céus e a terra, entre a mecânica e a astronomia e era também quebrado aquele “mito da circularidade” que condicionara por mais de um milênio o desenvolvimento da física e que pesara também com relação ao discurso de Galilei.

## O ESCÓLIO GERAL

No *Escólio geral* que foi acrescentado na segunda edição do tratado *Principia*, Newton se colocava o problema da regularidade dos movimentos planetários. Tal regularidade, a seu ver, não pode depender de princípios mecânicos. O ser do mundo não encontra o seu fundamento naqueles princípios e é necessário fazer apelo às causas finais, isto é, ao teleologismo. A variedade das coisas criadas não pode nascer de uma necessidade metafísica cega. O cego acaso jamais poderia fazer movimentar todos os planetas na mesma direção em órbitas concêntricas. A uniformidade do sistema planetário é o resultado de uma escolha. “Essa elegantíssima composição do Sol, dos planetas e dos cometas não podia surgir sem a presença de um Ser todo-poderoso e inteligente”. Aquele que ordenou o universo, colocou as estrelas fixas a uma imensa distância umas das outras “para que tais globos não caíssem um sobre o outro pela força da sua gravidade” (Newton, 1965: 792-93). Do mesmo modo os olhos, as orelhas, o cérebro, o coração, as asas, os instintos dos animais e dos insetos não podem ser senão uma consequência da sabedoria e da habilidade de um Agente poderoso e eterno (Newton, 1779-85: IV, 262). O Deus transcendente e

pessoal de Newton está presente em todo o espaço como no seu *sensorium*. Ele “rege as coisas não como a alma do mundo, mas com o Senhor do universo”. Ele é sempre e em toda a parte e “como o cego não tem ideia das cores, assim nós não temos ideia de como Deus absolutamente sábio sente e concebe todas as coisas” (ibid: 794).

A última parte do *Escólio* volta ao tema da gravidade. Eu fiz recurso aquela força, escreve Newton, para explicar os fenômenos do céu e do nosso mar, mas não estabeleci a causa da gravidade. No âmbito da discussão deste tema emerge a celebre posição assumida por Newton a respeito da função das hipóteses: “Não consegui ainda deduzir dos fenômenos as razões das propriedades da gravidade e não invento hipóteses. Com efeito, qualquer coisa não dedutível dos fenômenos deve ser chamada hipótese e na filosofia experimental não há lugar para as hipóteses, tanto metafísicas, como também físicas, quer das qualidades ocultas, quer mecânicas. Em tal filosofia, as proposições são deduzidas dos fenômenos e são generalizadas por indução: foi desse modo que se tornaram conhecidas a impenetrabilidade, a mobilidade e o impulso dos corpos, bem como as leis do movimento e da gravidade. E é suficiente que a gravidade exista de fato e opere segundo as leis expostas por nós, e explique todos os movimentos celestes e do nosso mar” (ibid: 796).

A física cartesiana e, em geral, a impositação mecanicista tendiam a remeter todos os fenômenos a movimentos que por sua vez podiam ser referidos a um modelo Conhecido (impacto, pressão etc.). A física newtoniana fazia recurso a uma “ação à distância” (entendida como-um princípio) que não parecia ser referido imediatamente a um modelo mecânico. Os seguidores de Descartes na Europa e o próprio Leibniz acharam que Newton tivesse introduzido novamente na física as “qualidades ocultas” da Escolástica das quais a ciência se libertara com tanto esforço e portanto tivesse abandonado o terreno sólido no qual a nova física puder a afirmar-se e progredir. Tal disputa era destinada a durar por, muito tempo na cultura européia. De fato, muitos entre os materialistas do século XVIII iriam se referir ao rígido mecanicismo de Descartes. Mas o entrelaçamento de mecanicismo e de deísmo que podia se deduzir da filosofia de Newton dominaria amplamente a cultura da época do Iluminismo.

Todavia, é preciso lembrar que subsistiriam, até quase meados do século XVII, *duas físicas*. Em uma página famosa das *Lettres philosophiques* (1734)



Voltaire iria contrapor o espírito de tolerância e à liberdade dos Ingleses ao regime ainda feudal dos Franceses, mas iria contrapor também a física dos newtonianos àquela dos, cartesianos: em Paris o mundo tem a forma de um melão, em Londres tem a forma de uma abóbora. “Um francês que chegue a Londres acha que as coisas estão muito mudadas na filosofia natural como em todo o resto. Deixou o mundo cheio e o encontra vazio. Em Paris o universo é visto como sendo um composto de matéria sutil. Em Londres nada se vê de tudo isso. Entre nós, na França, é a pressão da Lua a causar o fluxo do mar; junto dos ingleses é o mar a gravitar sobre a Lua [...]. Na concepção dos cartesianos tudo acontece por efeito de um impulso incompreensível; para Newton, ao contrário, pela força de uma atração da qual nem bem conhece a causa” (Voltaire, 1962: 1, 52).

## A ÓTICA

A obra *Opticks, or a Treatise of the Reflexions, Inflexions and Colours of Light* foi publicada em Londres em 1704 (Newton tinha então 62 anos de idade) e reeditada duas vezes (em 1717 e em 1721) no decorrer da vida do seu autor. O texto fora traduzido para o latim em 1706 e Newton revisou a tradução. Nas várias edições, que apresentam diferenças significativas, Newton elaborava pesquisas já amplamente tratadas no fim da década de sessenta e no decorrer da década de noventa do século XVII. Também a *Ótica*, tal como os *Principia*, é dividida em três livros. O primeiro começa com uma série de definições e um grupo de axiomas que dão forma aos princípios gerais da ótica. Seguem as proposições e os teoremas que expõem *more geométrico* os experimentos e se referem à ótica geométrica, bem como à doutrina da composição e dispersão da luz branca e à aberração das lentes, o arco-íris e a classificação das cores. O segundo livro aborda muitos problemas relativos às cores, aos anéis de interferência, aos fenômenos de interferência da luz nas lâminas sutis. O terceiro é dedicado à descrição de uma série de experimentos sobre a difração e sobre as franjas coloridas que se produzem na presença de obstáculos miúdos e de lâminas cortantes. “

Na *Micrographia* (1665) Robert Hooke retomara a tese cartesiana sobre a natureza da luz. No universo do mecanicismo, onde o vácuo não existe, a luz se propaga do jeito que se propagam as ondas sonoras e Hooke descrevera as leis da refração e interpretado a luz como devida a propagações ou impulsos

vibratórios do éter. Sobre a luz e sobre as cores. Newton utilizou a *Diotrica* de Kepler, a tradução latina da *Dioptrique* de Descartes (1664), a *Physicomathesis de lumine, coloribus, et iride* (1665) de Francesco Maria Grimaldi (1618-63), os *Experimenta et considerationes de coloribus* (1667) de Robert Boyle e o trabalho de síntese desenvolvido por Isaac Barrow nas *Lectiones opticae* para as quais contribuiu o próprio Newton.

A respeito do caráter ondulatório ou corpuscular da luz Newton assumiu uma atitude muito complexa (que se deve ligar também com uma polêmica acirrada com Hooke, desenvolvida entre 1672 e 1676). Newton pensava que alguns estudiosos estavam propensos a considerar a luz constituída por corpúsculos inconcebivelmente pequenos e velozes emanados dos corpos. Outros pensaram a luz como sendo os movimentos que ocorrem em um meio. Entre estes é preciso elencar tanto Grimaldi que pensava a luz como um fluido no qual ocorriam movimentos ondulatórios, como também Christiaan Huygens que supunha ondas longitudinais que atravessam um fluido estacionário. Newton pretende evitar polêmicas que considera inúteis. Não chega nunca a uma decidida afirmação da tese corpuscular, que no entanto utiliza amplamente. Ele baseia qualquer afirmação sua sobre fatos experimentais deduzindo deles as afirmações constitutivas das teorias. Conforme o caso particular que foi tomado em exame prospecta soluções do tipo corpuscular ou do tipo ondulatório. Acha, porém, que a tese ondulatória não seja capaz de explicar nem a propagação linear da luz, nem a formação das sombras atrás dos obstáculos. A polêmica entre os defensores da tese ondulatória e aqueles da tese corpuscular, no fim do século XVII, tornar-se-ia mais rígida em uma contraposição entre escolas e daria lugar a um contraste radical entre metafísicas científicas que veria o sucesso temporário da teoria corpuscular no decorrer do século XVIII, e da ondulatória no século XIX, para chegar até nós na abordagem “complementar” da ótica quântica posterior a 1905 (Bevilacqua, Ianniello, 1982 : 245,254),

Em 18 de janeiro de 1672 Newton escreveu a Henry Oldenburg, que era o secretário da Royal Society, que a sua teoria das cores era a maior senão a mais importante descoberta feita até então nas investigações em torno da natureza (Newton, 1959-77: 1, 82-83). As muitas e frequentemente confusas descrições sobre a natureza das cores atribuíam as cores aos corpos sobre os quais agia a luz e não à própria luz. Na tradição aristotélica a cor era

apresentada como uma qualidade inerente aos corpos ou como produzida por uma mistura da sombra com a luz: o vermelho era luz branca misturada com pouca escuridão, o azul era luz branca com um máximo de escuridão. Paracelso interpretara as cores como uma manifestação do princípio sulfúreo. Descartes fazia depender as cores das diferentes velocidades dos movimentos de rotação e de translação das partículas do éter, Hooke da diferente inclinação das ondas. Newton se afasta nitidamente tanto da tradição como também das posições dos seus contemporâneos: acha que a modificação da luz, da qual derivam as cores, seja “uma propriedade inata da luz”. As cores não derivam da reflexão ou da refração dos corpos naturais (como em geral se acredita): na realidade, são “propriedades originais e congênicas, diferentes nos diversos raios: algum raio é apto a exibir a cor vermelha e nenhuma outra, algum a amarela e nenhuma outra, algum a verde e nenhuma outra, e assim por diante para o resto das cores” (Newton, 1978: 208). O problema da cor não é mais algo que diga respeito somente à psicologia da percepção: os ângulos de refração podem ser calculados; a questão da cor é um problema físico separável do problema “psicológico” e pode ser tratado com métodos matemáticos. Os corpos nos aparecem coloridos de modos diversos em relação ao diferente grau de absorção das superfícies: por isso, “os raios que aparecem vermelhos, ou antes fazem aparecer tais os objetos, denominamos rubríficos ou produtores do vermelho [...] e assim por diante. De fato, falando com propriedade, os raios não são coloridos. Neles não há nada mais do que um certo poder ou uma certa disposição para estimular uma sensação desta ou daquela cor. Com efeito como o som de um sino [...] nada mais é do que um movimento vibratório e no ar nada mais do que um movimento propagado pelo objeto, e no aparelho sensorial se torna sensação daquele movimento sob forma de som, assim as cores do objeto nada mais são do que uma disposição a refletir este ou aquele tipo de raio mais intensamente do que outros; “nos raios as cores nada mais são do que a sua disposição a propagar este ou aquele movimento no aparelho sensorial, e no aparelho sensorial Os raios se tornam sensações daqueles movimentos sob forma de cores” (ibid: 393-94). Os problemas da percepção ou da psicofisiologia (diga-se entre parênteses) voltariam novamente a ingressar na ótica e na colorimetria no começo do século XIX. Como escreveu um dos maiores físicos do nosso século: “O fenômeno das cores depende parcialmente do mundo físico.

Mas naturalmente o fenômeno depende também do olho é daquilo que acontece atrás do olho, no cérebro” (Feynman, 1969:1, 2, 35-11).

O célebre e complexo experimento do prisma mostra, que a luz “consiste de raios variadamente retractáveis” que são projetados sobre diversos pontos da parede conforme o seu grau de refrangibilidade: a cada grau de refrangibilidade é associada uma cor primária fundamental. O roxo corresponde ao máximo grau de refrangibilidade, o vermelho ao grau mínimo. A existência das cores não depende de perturbações da luz, a luz branca não é luz pura, é composta de raios que têm características diversas, é o resultado da mistura das cores contidas no “espectro”. O branco não é uma cor real, não é uma “qualidade inata” da luz, mas uma aparência sensível. Os componentes da luz podem ser separados e recompostos.

Também no plano das aplicações práticas ou da tecnologia, o trabalho ótico de Newton propiciava resultados importantes. As observações no telescópio eram perturbadas pelo fenômeno das franjas coloridas ou da aberração cromática das lentes. Newton construíra com as próprias mãos um telescópio à reflexão (ou a espelho côncavo) com um ocular disposto lateralmente ao qual enviava os raios um prisma à reflexão total. O espelho (que Newton forjou e preparou com uma liga de sua invenção) tinha um diâmetro de 25 mm, o telescópio tinha um comprimento de apenas 15 cm, mas ampliava aproximadamente quarenta vezes: muito mais do que era capaz de fazer um telescópio tradicional com um comprimento de um metro e oitenta centímetros. Em 1671 Newton enviara à Royal Society de Londres o seu telescópio. No começo do ano seguinte enviou a Londres também um primeiro relato da sua teoria das cores que foi publicado nas “Philosophical Transactions” da Royal Society” em 19 de fevereiro de 1672: “Arrastado pelo sucesso do telescópio, Newton ingressou na comunidade dos filósofos naturalistas à qual, até aquele momento, pertencera em segredo”. (Westfall, 1989: 249).

## **A VIDA DE NEWTON**

Isaac Newton nasceu em Woolsthorpe, um povoado de poucos habitantes no Lincolnshire, em 25 de dezembro de 1642, o mesmo ano do falecimento de Galilei. Tendo ficado órfão do pai com um ano de vida, quando a mãe voltou a se casar, não sendo recebido na casa do padrasto, foi entregue a uma

avó. Com 12 anos de idade começou a frequentar a escola pública de Grantham. Aquele menino, que era capaz de construir brinquedos mecânicos engenhosos e encheu a casa onde vivia de relógios solares construídos por ele, teve uma infância difícil. Com certeza sofreu muito por causa do segundo casamento da mãe, tanto que em uma lista dos seus pecados (que remonta a 1662) anotou: “ter ameaçado de queimar vivos meu pai e minha mãe e toda a casa junto com eles”. Em 1661 foi acolhido, como *subsizar* no *Trinity* College de Cambridge que era uma comunidade com mais de 400 pessoas e gozava de grande fama. O *subsizar* era um estudante pobre que ganhava o seu sustento fazendo o trabalho serviçal para os docentes: entre as suas obrigações era: despertar os *feilows*, limpar os seus sapatos, esvaziar os vasos noturnos e assim por diante (Westfall, 1989: 57, 75-76). Em Oxford o equivalente do *subsizar* de Cambridge se denominava, mais explicitamente, *servidor*. Em 1664 deixou de ser um *subsizar* e teve a possibilidade de dedicar-se às suas pesquisas. Em 1665 obteve o grau de *bachelor of arts*, e em 1666 se tornou *júnior fellow* e, em 1668, *master of arts e sênior fellow*. No ano seguinte Isaac Barrow lhe cedeu a própria cátedra “Lucasiana” de matemática de onde Newton continuou a ensinar até 1704. Mas os 28 anos que ele passou no Trinity de Cambridge coincidiram com o período mais desastroso da história daquele College e daquela Universidade. Inclusive a esta situação está ligada a sua escassa sociabilidade com os colegas e a solidão em que vivia (ibid: 199, 200).

Em Cambridge, além de alguns manuais de filosofia peripatética, ele estudara a ótica e a astronomia de Kepler, a *Geometria* de Descartes e o *Dialogo* de Galilei, bem como obras de Boyle, Hobbes, Glanvill e do matemático John Wallis; estreitou relacionamento de amizade com o teólogo e filósofo platônico Henry More. Durante os terríveis anos em que irrompia a peste, 1665-66, retornou à casa paterna, junto da mãe. Foram dois ou três anos de fecundidade extraordinária, quase incrível. Utilizando as conquistas de um século de estudos, Newton formulou, de maneira singular, um programa que o colocava na vanguarda da ciência européia. Lembrando aqueles anos, Newton diria que naquela época se ocupou de matemática e de filosofia mais do que em qualquer período seguinte da sua vida. Ao término de 1665, com 23 anos de idade, Newton já formulara a regra do binômio, o método direto das fluxões (o cálculo infinitesimal), deduzir a que “as forças que mantêm os planetas nas suas órbitas estão entre si como os quadrados das

distâncias que há entre os mesmos planetas e os centros ao redor dos quais eles rodam” (ibid: 147, 148).

Poucas pessoas estavam a par das suas descobertas porque ainda não tinha publicado nada. Quando sucedeu a Barrow na cátedra “Lucasiana” deu um curso de aulas sobre a ótica (as *Lectiones Opticae*), mas a polêmica que se abriu com Robert Hooke quando apresentou à Royal Society um seu relato sobre as cores fez que ele desistisse de publicá-las. Abriu-se então uma segunda fase de interesses pela alquimia, pela teologia e pela interpretação do Apocalipse. Após traçar no tratado *De motu corporum in gyrum* as linhas essenciais da mecânica celeste, dedicou-se à redação dos *Principia* que foram publicados quando Newton tinha 45 anos de idade.

A fase criativa da sua pesquisa científica se concluiu na realidade com os *Principia* por que a *Ótica* publicada em 1704, após o falecimento de Hooke, era composta, como já vimos, de textos escritos muitos anos antes. No apêndice da *Ótica* foram publicados dois opúsculos matemáticos que expunham o método das fluxões, eles também fruto de pesquisas que remontavam a mais de trinta anos antes. A disputa cansativa e desagradável com Leibniz relativa à prioridade da descoberta, que foi provocada por uma recensão que apareceu em 1705 nos *Acta Eruditorum* de Lipsia, é uma das mais celebres controvérsias da história da ciência (Hall, 1982).

Newton viveu sempre entre os livros das suas salas de trabalho em Cambridge e em Londres. Após a “Gloriosa Revolução” de 1688, entrou nas lides da vida pública. Durante 30 anos, a partir de 1696, foi diretor da Casa das Moedas de Londres. Foi deputado ao Parlamento pelo partido *whig* nos anos 1689-90. Depois de 1703 foi Presidente da Royal Society e exerceu uma enorme influência sobre a vida intelectual européia. A prestigiosa sociedade científica se tornou uma espécie de seu feudo pessoal. Faleceu aos 85 anos de idade, em 1727.

Ele estudara sempre com tanta paixão a ponto de passar noites inteiras à escrivania. Quando se ocupava de um problema muitas vezes esquecia até de fazer as refeições normais e o gato que tinha em Cambridge engordou enormemente comendo o alimento que o patrão deixara de comer. Passou a sua vida ocultando com grande cuidado ao seu próximo as suas convicções religiosas mais profundas e foi, nas relações humanas, fortemente propenso à desconfiança. Ele tinha “um severo censor interior e vivia constantemente sob o olhar do Vigilante” (Manuel, 1974: 15-16). A sua primeira e última

ligação romântica com uma mulher remonta aos anos da escola secundária em Grantham. Humphrey Newton, que foi seu escrivão em Cambridge durante cinco anos, escreveu que o viu rir somente uma vez. Nas trocas de cartas que teve com Hooke e com Huygens perdeu o controle várias vezes e escreveu cartas brutais e ao mesmo tempo, arrogantes. Na disputa com Leibniz (que de sua parte fez uso persistente do anonimato) se ocultou atrás de John Keill e uma comissão nomeada pela Royal Society. Como escreveu o seu maior biógrafo, Newton foi como que consumido pelas neuroses que remontavam à sua infância e pela tensão, pela pesquisa: um homem atormentado e uma personalidade neurótica que, nos anos da maturidade, viveu constantemente à beira de um colapso psicológico (Westfall, 1989: 108, 61-62, 199, 349, 292, 804, 56).

## INTERVALO SOBRE OS MANUSCRITOS

Antes de falarmos das *Queries*, (questões, perguntas ou “problemas abertos”) que ocupam a parte final do tratado da *Ótica* é oportuno esclarecer um ponto que concerne também à presente exposição. Esta, obviamente, não tem nenhuma pretensão de originalidade. Estou bem ciente do fato de que ninguém entre os muitos especialistas em Newton, que constituem um grupo bastante numeroso de estudiosos, teria hoje apresentado a filosofia de Newton, partindo da exposição do conteúdo das suas obras maiores. Eu optei por um caminho diferente daquele atualmente em vigor por duas razões. A primeira: para os numerosíssimos leitores de Newton, durante todo o século XVIII e XIX bem como durante muitas décadas do século XX, a grandeza e a fama de Newton são ligadas quase exclusivamente à leitura das suas duas grandes obras-primas. A atividade meritória, incansável e sofisticada de muitos ilustres estudiosos tem revirado um terreno que parecia bem cultivado, transformando em profundidade o significado e a colocação histórica de Newton, mas pode correr o risco de fazer esquecer esta *obviedade* ao leitor comum dos nossos dias. Vamos agora a segunda razão. O entusiasmo pela leitura de textos até agora pouco conhecidos ou até mesmo desconhecidos pode conduzir a este resultado paradoxal: fazer que Newton seja tratado, *inclusive* nos *manuals* de história da ciência ou de história da filosofia, fazendo referência exclusiva a textos que ele, por excesso de cautela ou por um *amor* invencível pela descrição ou por ambos, decidiu deixar

inéditos e desconhecidos aos seus leitores. Quando em um desses manuais (e enquanto tais dirigidos aos estudantes - como é de se presumir) eu li um capítulo sobre Newton onde são citadas passagens *somente* extraídas dos textos inéditos, tomei a minha decisão.

Quando Newton morreu, a Royal Society recusou adquirir os seus manuscritos de conteúdo religioso e os devolveu à família com a recomendação de não mostrá-los a ninguém. Quando os papéis manuscritos de Newton foram vistos por Samuel Horsley, que estava cuidando da edição da *Opera omnia* (publicada entre 1779 e 1785) este “fechou escandalizado a tampa do baú que os continha”. Uma parte dos manuscritos foi adquirida em 1936 por John Maynard Keynes (o grande economista). Considerando o acervo dos manuscritos sobre alquimia, ele deu de Newton uma definição que causou escândalo e esteve na origem de muitas controvérsias: o chamou não o primeiro dos cientistas modernos, mas “o últimos dos magos”. Aqueles papéis continham muita matemática, muita física, muita ótica e muita “ciência”, mas uma parte relevante daqueles escritos era dedicada a temas de alquimia e de cronologia universal, à interpretação da Escritura e às controvérsias teológicas, ao Apocalipse e à Sabedoria Oculta que - como querem a tradição hermética e a magia da Renascença - Estaria na origem da história humana. Entre as entidades que recusaram adquirir manuscritos newtonianos é preciso enumerar a universidade de Cambridge (que aceitou, após selecioná-los, uma série de manuscritos científicos), o British Museum, as universidades americanas de Harvard, Yale e Princeton. O Estado de Israel, que recebeu uma parte consistente deles em 1951, colocando-os na University Library de Jerusalém somente 18 anos após tê-los recebidos (Mamiani in Newton, 1994: VI-VII).

Todos os estudiosos de Newton concordam justamente em considerar que os estudos anteriores à 1945-50 (entre os quais se encontram todavia contribuições ainda hoje fundamentais) foram de algum modo “superados” por aquelas interpretações que puderam utilizar as fontes manuscritas. Os escritos matemáticos e científicos inéditos foram publicados somente nas décadas de sessenta e setenta do século XX (Newton, 1967-81 ; Newton, 1962; Hérivel, 1965); nos mesmos anos foram publicados os inéditos de ótica e filosofia (Newton, 1984; Newton, 1983b). O mesmo é preciso dizer para a edição da correspondência (Newton, 1959-77). A edição dos assim chamados *Escólios clássicos*, de um apêndice projetado para a segunda edição dos



*Principia e do Tratado sobre o Apocalipse* ocorreram nestas últimas décadas (Newton, 1983a; Newton, 1991; Newton, 1994). Após a Segunda Guerra Mundial foi despejada sobre os estudiosos uma avalanche de materiais. Mesmo querendo limitar-se ao essencial, trata-se de uns vinte volumes de escritos, e há ainda muito material para estudar.

Nesta perspectiva, Newton teve realmente um destino *curioso*. Nada de igual aconteceu para Copérnico, Descartes, Galilei, ou (mais tarde) para Darwin.

Os retratos que a cultura do Positivismo traçou destes personagens são certamente muito diferentes dos retratos de hoje. Mas uma coisa é a descoberta de algum texto novo, outra coisa também são as mudanças ou os progressos da pesquisa histórica, e totalmente outra é o comparecimento quase improvável (mesmo quando é precedida por algum mexerico ou reclamação) de uma montanha de textos que ficaram desconhecidos; ou quase-desconhecidos durante um par de séculos. A imagem de Newton como “cientista positivo” (que está ainda amplamente presente) foi construída não só pelas interpretações dos historiadores e dos cientistas do final do século XVIII e do século XIX, mas também pela recusa persistente e tenaz de tomar em consideração uma numerosíssima série de textos que colocavam diante dos olhos os traços desconhecidos de um vulto que era considerado familiar. E a “familiaridade”, neste caso, tem a ver com o retrato de família dos cientistas modernos ou positivos.

Este intervalo sobre os manuscritos na realidade tinha duas finalidades que considero convergentes. A primeira: fazer entender a um leitor não, especialista como foi importante abrir o baú que continha os manuscritos de Newton e estudar aqueles manuscritos. A segunda; assinalar discretamente aos especialistas talvez demasiado entusiasmados que se tivessem ficado somente os inéditos “científicos” de Newton bem como o conteúdo daquele baú, seria unanimemente considerado muito estranho dedicar a Newton o capítulo conclusivo de um livro dedicado à revolução científica.

## **AS QUERIES DA ÓTICA**

Os aspectos a que me referi ao falar do vulto desconhecido de Newton eram parcialmente visíveis justamente na parte final do tratado *Opticks* que - como foi dito - é ocupado pelas *Queries*, questões ou perguntas. As

16 perguntas que constam na primeira edição, passam para 23 na tradução latina de 1706 e para 31 na edição inglesa de 1717. Sobretudo nas últimas *Queries* Newton aborda uma amplíssima série de problemas: a existência do *vácuo*, a composição atômica da matéria; a natureza elétrica das forças que mantêm unidos os átomos entre si; a polarização da luz; as qualidades ocultas; a insuficiência das causas mecânicas; à metafísica de Descartes; a relação entre Deus e o mundo; a natureza de Deus; a relação entre filosofia natural e filosofia moral; as capacidades que a natureza tem de se transformar em formas diversificadas e estranhas; as experiências alquímicas.

Na mais célebre e discutida das *Queries*, isto é, a questão 31, Newton prospecta a possibilidade de que, no mundo do infinitamente pequeno, possam operar os mesmos princípios que operam no macrocosmo. As partículas dos corpos aderem uma a outra com muita força. Alguns atribuíram aos átomos certos ganchos, outros atribuíram a adesão das partículas ao repouso e fizeram desse modo recurso a uma qualidade oculta ou ao nada, outros ainda falam do repouso relativo ou seja dos movimentos convergentes. “Eu no entanto da coesão dos corpos deduziria que as suas partículas se atraem umas às outras por efeito de um determinada força, que é extraordinariamente forte no contato imediato, que a pequenas distâncias produz efeitos químicos e que longe das partículas não chega a produzir nenhum efeito perceptível por parte dos sentidos” (Newton, 1978: 591 -92). A força que mantêm unidos os corpúsculos ou é a gravidade ou é algo muito semelhante a ela: “Como a gravidade faz que o mar circunde as partes mais densas e mais pesadas do globo terrestre, assim a atração faz que o ácido aquoso circunde as partículas mais densas e compactas da terra, formando partículas de sal” (ibid: 589).

As propriedades físicas e químicas dependem da estrutura corpuscular da matéria e parece possível um discurso capaz de unificar a física e a química. As partículas mais pequenas são unidas por atrações fortíssimas e constituem partículas maiores que possuem uma força mais fraca. Muitas destas partículas podem se unir entre elas e formar partículas ainda maiores em que a força de atração é ainda menor “e assim por diante, em uma série contínua, até que a progressão termina nas partículas maiores das quais dependem as operações químicas” (ibid: 596).

O universo desse modo é “conforme a si mesmo e muito simples”

posto que todos os grandes movimentos dos corpos celestes se produzem pelo efeito da gravitação universal e que “todos os movimentos menores das suas partículas” se produzem por efeito “de uma outra força de atração e de repulsão que pode ser trocada entre as partículas”. Mas por que existe o movimento no mundo? O choque entre corpos muito densos ou moles aniquila o seu movimento. No caso do choque entre corpos elásticos, a elasticidade produz um novo impulso que *no entanto* é menor do que o impulso inicial. A força de inércia é um princípio passivo: “Por consequência deste único princípio jamais no mundo poderia percorrer qual quer movimento. Para colocar os corpos em movimento era necessário um outro princípio; e agora que se movem é necessário um outro princípio que conserve o seu movimento” (ibid: 598).

Junto ao “princípio passivo” da inércia, na natureza ocorrem necessariamente princípios ativos como a causa da gravidade, da coesão entre as partículas e da fermentação. Entre o Deus de Newton e o Deus de Bacon e de Galilei há diferenças não de pouca monta. O Deus de Newton *faz parte* da física de Newton.

## OS CICLOS CÓSMICOS

Os princípios ativos, de que fala Newton, de alguma maneira podem dar uma explicação da existência do movimento na natureza: não fosse por estes princípios, os corpos tanto da Terra, como também dos planetas, dos cometas e do Sol, com todas as coisas que estão neles, acabariam se esfriando e congelariam, tornando-se massas inertes; acabaria também toda putrefação, geração, vegetação e vida, e tanto os planetas quanto os cometas não poderiam permanecer nas suas órbitas” (ibid: 600); O universo procede em direção à decadência e à consumação e tem necessidade, para se manter em vida, da intervenção divina. Aquele que ordenou o universo - como vimos - estabeleceu também a posição “primitiva e regular” das órbitas celestes. A admirável disposição do Sol, dos planetas e dos cometas “somente pode ser obra de um Ser todo-poderoso e inteligente”. O mundo não pode ter saído do caos por obra das simples leis da natureza. Mas uma vez que o Criador do mundo introduziu ordem no mundo, este pode durar durante muitas épocas em virtude de tais leis (*being once formed it may continue by those Laws for many ages*). Todavia, existem no sistema irregularidades pouco relevantes

*(inconsiderable irregularities)* que podem ser derivadas da ação recíproca dos planetas e dos cometas e que tenderão a aumentar até que o Sistema terá necessidade de uma reforma (*which will be apt to increase till this System wants a Reformation*) (Newton, 1779-85 : III, 171-72; 1721:377-78; 1978: 602).

O Deus de Newton - que cria um universo capaz de existir por muitas épocas e *não* pela eternidade e que de vez em quando precisa de reformas - iria parecer a Leibniz um péssimo relojoeiro. A máquina newtoniana do mundo se move mal e pára sozinha, como um relógio que requer intervenções extraordinárias e que Deus deve de vez em quando carregar de novo: “Sir Isaac Newton e os seus seguidores tem uma opinião bem estranha da obra de Deus. Conforme a doutrina deles, Deus todo-poderoso precisa carregar novamente o seu relógio de vez em quando, porque, caso contrário, ele deixaria de caminhar. Ao que parece, Ele não teria sido suficientemente providente para imprimir ao seu relógio um movimento perpétuo” (Leibniz-Clarke, 1956: 11).

O fato de que a força ativa diminua constante e naturalmente no universo material e portanto tenha necessidade de novos impulsos, respondia o fervoroso newtoniano Samuel Clarke não é um defeito do universo. Depende só do fato que a matéria não tem vida, é inerte e inativa. O mundo de Newton precisava de vez em quando ser recriado, reajustado ou ordenado de novo. Sobre a cosmogonia de Newton e sobre este tema da “reordenação” do universo, os estudiosos não se detiveram muito até há poucas décadas atrás. Newton era apresentado como o expoente de uma ciência mecanicista que tem por objetivo um mundo absolutamente estático e era exposto com base na distinção tradicional (e certamente fundamental) entre tempo relativo e tempo absoluto. Todavia, inclusive a respeito deste terreno, não faltaram análises mais sutis. O peso exercido sobre as discussões do século XVIII pelas disputas dos séculos XIII e XIV sobre a eternidade do mundo, foi recentemente documentado com amplitude (Bianchi, 1987). David Kubrin, que abordou explicitamente o tema da cosmogonia, demonstrando que no próprio coração da filosofia natural newtoniana está aninhada firmemente (apesar de ser expressa com certa cautela) uma concepção cíclica do tempo. Newton foi induzido às especulações cosmogônicas - afirma Kubrin - justamente pela sua recusa da tese da eternidade do mundo. Ao contrário daquela ideia, compartilhou com muitos contemporâneos a tese de um

declínio progressivo dos poderes e das regularidades do cosmo Kubrin, 1967).

Na carta a Henry Oldenburg de 7 de dezembro de 1675, Newton (embora reafirmando a sua aversão às hipóteses e às disputas carentes de significado que delas derivam) aproximava princípios elétricos e magnéticos ao princípio de gravidade. Distingue no éter um “corpo fleumático” fundamental e “outros diferentes espíritos etéreos”. Ele ousava afirmar que “talvez a estrutura inteira da natureza pode ser nada mais do que éter condensado por efeito de um princípio de fermentação” e que “é talvez provável que todas as coisas sejam originadas pelo éter”. Com base nesta hipótese, a atração da Terra podia ser causada “não pelo corpo fundamental do éter fleumático, mas pela condensação de algo que é, muito ligeira e sutilmente difuso nele, talvez algo de natureza, oleosa ou gomosa, tenaz e elástica”. Tal espírito pode penetrar e “conservar-se nos poros da Terra”. Com efeito, o grande corpo da Terra “pode condensar continuamente tamanha parte deste espírito a ponto de fazê-lo descer muito rapidamente do alto para uma troca”. (Newton, 1978: 252). Durante tal descida, aquele espírito pode trazer consigo os corpos que ele penetra com uma força proporcional às superfícies de todas as partes sobre as quais age. De fato, a natureza cria uma circulação que, por causa da lenta subida de tanta matéria para fora das entranhas da Terra, por um certo tempo constitui a atmosfera, mas sendo continuamente impelida para cima por novo ar, por exalações, e por vapores que surgem da parte mais baixa, no fim (com exceção de uma parte dos vapores que retorna em forma de chuva) desaparece novamente nos espaços etéreos e lá talvez, com o passar do tempo, vai se amaciando e se afinando até voltar ao seu primeiro princípio (ibid: 253).

A hipótese fundada na imagem da Terra semelhante a uma grande esponja que se impregna de uma substância etérea (que é “princípio ativo”), da qual se liberta lentamente, é baseada no pressuposto de uma natureza que “opera constantemente com movimento circular”. A natureza gera fluidos dos sólidos e sólidos dos fluidos, substâncias, fixas daquelas voláteis e voláteis daquelas fixas, coisas leves das pesadas e pesadas das leves. Há substâncias que sobem do interior da Terra e “formam os líquidos superiores da Terra, os rios e a atmosfera” e, por conseguinte, “outras substâncias descem para uma troca das primeiras”.

O que vale para a Terra, pode valer para o Sol. Talvez ele também fique

impregnado abundantemente deste espírito “a fim de conservar o próprio esplendor e a fim de segurar os planetas para que não se afastem ulteriormente”. Aqueles que o desejarem, podem pensar também que “os vastos espaços etéreos entre nós e as estrelas constituam um suficiente depósito para este alimento do Sol e dos planetas” (ibid: 25 3).

Em 1675 Newton confiava a uma “matéria etérea” a tarefa de renovar o movimento e a atividade do cosmo. Nos *Principia* atribuía esta mesma tarefa aos cometas: A fim de conservar os mares e os fluidos dos planetas parece serem exigidos os cometas, de cujas exalações e vapores pode ser substituída e refeita continuamente a umidade, muito embora ela seja continuamente consumida por causa da vegetação e da putrefação e convertida em terra árida. De fato, todos os vegetais crescem continuamente pelos líquidos, em seguida uma grande parte se transforma por putrefação em terra sólida, e o limo desce continuamente dos líquidos apodrecidos. Por conseguinte a massa da terra sólida é constantemente aumentada e os líquidos, exceto que sejam aumentados de outra forma, deveriam diminuir constantemente e finalmente faltar. Desconfio, além disso, que derive principalmente dos cometas aquele espírito que constituiu uma parte mínima, porém sutilíssima e ótima do nosso, ar e é exigido para a vida de todas as coisas” (Newton, 1965: 770-71).

A necessidade dos princípios ativos que conservem em vida o universo exige um mecanismo mediante o qual o Criador possa renovar periodicamente a quantidade de movimento e a regularidade dos movimentos dos corpos celestes. Newton encontrou tal mecanismo nos cometas. Ele não explicava somente a renovação da quantidade de movimento, mas também a contínua e cíclica recriação do sistema e o seu desenvolvimento sucessivo no tempo até o momento da nova criação (Kubrin, 1967: 345).

## **CRONOLOGIA**

Newton dedicou não poucas de suas energias ao problema da cronologia, que estava no centro de muitas discussões e que estava estritamente ligado ao tema teológico das relações entre a história sagrada dos Hebreus e a história “profana” povos pagãos ou “gentios” (palavra que deriva do latim *gentes*) (Rossi, 1979). Já na última década do século XVII Newton se ocupara do tema da religião e da teologia dos gentios e sobre este tema redigiu em idade

tardia um escrito ao qual dedicou cuidados especialíssimos: a *Chronology of Ancient Kingdoms Amended* (que foi publicado em 1728, o ano seguinte da sua morte) no qual eram retomados esboços e pesquisas desenvolvidas várias décadas antes. A correção de que Newton fala no título visava, conforme uma tendência que era própria de todas as ortodoxias religiosas no final do século XVII e no início do século XVIII, a *encurtar* a história dos antigos a fim de evitar a solução irreligiosa prospectada por muitos seguidores da tradição hermética e pelos libertinos. Para muitos filósofos que se inspiravam no hermetismo e para todos os libertinos existem histórias mais antigas do que a hebraica que é narrada na Bíblia. A civilização, a moral, a religião, nesta perspectiva, não nasceram do diálogo de Deus com Moisés e com a entrega a Moisés, por parte de Deus das Tábuas da Lei. Se existem povos e civilizações mais antigos do que o povo e a civilização dos Hebreus (os seguidores do hermetismo pensavam sobretudo nos Egípcios, os libertinos pensavam não só nos Egípcios mas também nos Mexicanos e nos Chineses) então a Bíblia não narra mais a história das origens do mundo e do gênero humano, mas apenas a história de um povo particular, e então o Dilúvio não foi realmente universal, mas somente uma inundação específica que atingiu um dos povos que habitavam na Terra.

Newton porém (que por outros aspectos do seu pensamento religioso, é, ao contrário, como veremos, decididamente herético) não se afasta das posições de muitos outros defensores (tanto protestantes como também católicos) da verdade e unicidade da narração da História Sagrada. Todas as histórias dos povos pagãos e todas as suas pretensões de uma antiguidade mais remota daquela narrada pela Bíblia devem ser comparadas com a história narrada na Bíblia. Newton é um dos muitos que visam a “encurtar a história” Quer demonstrar que a civilização dos Hebreus é anterior à civilização dos gregos e dos outros povos. Corta muitos anos (em torno de 500 anos) da cronologia comumente aceita da história grega, elimina alguns milhares de anos da cronologia histórica dos outros povos antigos e, sobretudo, retoma e elabora um argumento que teria grande sucesso: as incontáveis antiguidades de que falam os libertinos jamais existiram e são totalmente o fruto daquela, que Giambattista Vico chamaria a vanglória das nações, quer dizer a pretensão, que está presente em cada povo, de se conceber a si próprio como o povo mais antigo, e portanto como o fundador da civilização. Todas as

nações, reivindicam cada qual uma origem mais nobre, deslocando para trás no tempo a sua antiguidade. Os deuses, os reis, os príncipes divinizados da Caldéia, da Assíria e da Grécia foram considerados mais antigos do que foram na realidade. Por esta mesma razão os Egípcios construíram, com base na sua própria vaidade, a imagem de uma monarquia mais antiga de alguns milhares de anos do que fora o mundo antigo. As antiguidades mais remotas (afirmava Newton no rastro de Bacon) são todas incertas, muitas vezes imaginadas, sempre cheias de ficções poéticas (*Full of poetical-fictions*). “Os Egípcios exaltavam o seu império antigo como o mais antigo e durável [...]. Por mera vaidade eles tornaram esta sua monarquia alguns milhares de anos mais antiga do mundo” (Newton, 1757: 144; Newton, 1779-85: V, 142-93).

## **A SABEDORIA DOS ANTIGOS**

A pesquisa de Frank Manuel sobre Newton “historiador” (Manuel, 1963) mostrou a estrita conexão existente, na obra de Newton, entre a “história física” do universo e a “história das Nações”. No seu sistema, escreveu Manuel, um evento cronológico na história das monarquias pode ser traduzido em um evento astronômico e vice-versa, porque nos Céus e sobre a Terra desenvolvem-se histórias paralelas. Assim como “a formação das massas planetárias e a regulação do seu movimento tiveram um começo temporal, assim o mundo é destinado à consumação como é profetizado no Livro do Apocalipse (Ibid: 164).

Newton achava que o Egito tivesse sido o lugar de origem das crenças religiosas dos pagãos ou da teologia dos Gentios. Tal teologia “tinha caráter filosófico e dependia da astronomia e da ciência física do sistema do mundo”. No Egito viveu uma temporada Noé depois do dilúvio e no Egito disputaram a sua sucessão os filhos de José. A religião se identificou com “o culto de um fogo sacrificial que ardia perpetuamente nos umbrais de um lugar sagrado”. Quando Moisés colocou no tabernáculo um fogo sagrado, restaurou o culto originário “purificado das superstições introduzidas nele pelos egípcios”. As superstições consistiam na divinização dos seus antepassados e os outros povos seguiram os egípcios por este caminho (Westfall, 1989; 366-68).

A polêmica contra os libertinos não excluía de modo algum a crença no mito de uma antiga sabedoria originária e secreta. Francis Bacon apresentara



a sua reforma do saber como uma *Instaurado*, como um cumprimento de uma antiga promessa. A nova ciência operacional teria permitido restaurar aquele poder sobre a natureza que o homem perdera depois do pecado. Bacon pensava que as “fábulas antigas” não fossem um produto da sua idade, nem tampouco o fruto da invenção dos antigos poetas, mas ao contrário semelhantes a “reliquias sagradas e músicas leves que inspiravam tempos melhores, trazidas pelas tradições de nações mais antigas e transmitidas às flautas e às trompas dos gregos” (Bacon, 1887-1892: VI, 627). A ideia de que o saber deva ser *ressuscitado*, que ele seja de algum modo escondido nos tempos mais remotos da história humana, e que antes da filosofia dos gregos tivessem sido percebidas algumas verdades fundamentais apagadas em seguida e perdidas é um tema “hermético”, que atravessa uma ampla parte da cultura do século XVII e que reaparece inclusive em autores nos quais pensaríamos ser mais difícil de achá-lo. De fato, como veremos, não apenas em Newton, mas também, por exemplo, nas *Regulae* de Descartes que era um defensor decidido da superioridade dos modernos: “Estou convencido de que as primeiras sementes da verdade [...] eram cheias de vigor na rude e simples antiguidade [...]. Os homens tinham então ideias verdadeiras da filosofia e da matemática [...]. Estaria propenso a acreditar que tais autores em seguida tenham escondido este seu saber, tal como fazem os artesãos com as suas invenções, temendo que o seu método perdesse o seu *valor uma vez divulgado*” (Descartes, 1897-1913: X, 376).

No tratado *De mundi systemate* (redigido entre 1684 e 1686) Newton fazia remontar a tese copernicana não só a Filolau e Aristarco, mas a Platão, Anaximandro, a Numa Pompílio e retomava a tese da antiga sabedoria dos Egípcios: “Para simbolizar a esfericidade do universo tendo ao centro o fogo solar, Numa Pompílio mandou erguer o templo de Vesta de forma circular e quis que nele fosse conservado no centro um fogo inextinguível. Todavia, é bem provável que tal ideia tivesse sido difusa pelos Egípcios, os mais antigos observadores dos astros. Com efeito parece que, justamente pelos Egípcios e dos povos limítrofes se transmitiu aos Gregos, um povo mais filológico do que filosófico, toda a filosofia mais antiga e mais sadia: inclusive o culto de Vesta tem algo em comum com o espírito dos Egípcios, que representavam, mediante ritos sagrados e hieróglifos, mistérios que superavam a compreensão popular” (Newton, 1983a: 28-29).

Nos assim ditos *Escólios clássicos* que tencionava apresentar ao texto dos

*Principia*, Newton adere à ideia de uma *prisca sapientia* (antiga sabedoria) e pretende mostrar que os filósofos jônicos e itálicos bem como os astrônomos egípcios conheceram os fenômenos e as leis da astronomia gravitacional (*ibid*). Newton acha até que, embora de uma forma simbólica, nos tempos mais remotos da história já se sabia que a força de atração diminui na proporção do quadrado da distância: “Os antigos não explicaram suficientemente com que proporção a gravidade diminui afastando-se dos planetas. Todavia parece que tivessem simbolizado tal proporção com a harmonia das esferas celestes, indicando o Sol e os outros seis planetas [...] mediante Apolo com a lira de sete cordas e medindo os intervalos entre as esferas mediante os intervalos dos tons [...]. No oráculo de Apolo referido por Eusébio [...] o Sol é chamado o rei da harmonia de sete sons. Com tal símbolo quiseram indicar que o Sol age com a sua força com relação aos planetas [...] proporcionalmente ao inverso do quadrado da distância” (*ibid*: 143-44).

Com toda probabilidade houve exagero em apresentar Newton como um pensador “hermético”, mas não há dúvida de que Newton foi firmemente convencido de que estava *redescobrimdo* verdades de filosofia natural que já se apresentaram nos tempos remotos da história, e que foram reveladas pelo próprio Deus, ofuscadas depois do pecado, e que os antigos sábios, por sua vez, tinham parcialmente redescoberto o grande livro da natureza já tinha sido decifrado. O *progresso* da astronomia foi concebido por Copérnico, por Kepler, e pelo próprio Newton, inclusive como um *retorno* (McGuire e Rattansi, 1966).

## ALQUIMIA

Alguns milhares de páginas manuscritas, redigidas durante toda a sua vida, mostram que Newton dedicou não só à leitura, mas também à transcrição e ao comentário de textos alquimistas uma parte deveras relevante da sua atividade. Mas não se trata apenas disso: aquelas páginas documentam uma grande quantidade de experiências efetuadas com os álcalis, os metais e os ácidos. Quando Newton relaciona a gravidade, como um *princípio ativo* presente no universo, mostrando a coesão dos corpos e a fermentação devemos lembrar, os seus interesses pela química e pela alquimia. Nesta perspectiva não há dúvida de que as experiências de

Newton neste domínio visavam também a fornecer uma base experimental às suas hipóteses ou indagações, presentes de forma problemática e provisória, sobre os átomos e sobre o éter, bem como à sua tentativa de uma explicação unitária ou de uma ciência unitária do universo tal como transparece claramente nas últimas linhas do *Escólio geral* posto nos *Princípio* onde faz apelo ao “espírito sutilíssimo que penetra os grandes corpos, e neles se oculta” por cuja força e ações as partículas se atraem e aderem, e os corpos elétricos agem à distância emitindo a luz, e os sentidos são estimulados e os membros dos animais se movem à vontade posto que as vibrações deste espírito se propagam pelos órgãos dos sentidos ao cérebro e do cérebro aos músculos. Todavia, concluía Newton, não há suficiente abundância de experimentos mediante os quais as leis de ação deste espírito possam ser cuidadosamente determinadas e mostradas” (Newton, 1965: 796).

Os interesses de Newton pela alquimia remontam à época em que ele tinha menos de trinta anos de idade e adquirira ácido nítrico, sublimado de mercúrio, antimônio, álcool, salitre e construiu sozinho para si, sem incomodar os pedreiros, os seus fornos de tijolos. Na mesma época (em torno de 1669) começaram as suas leituras alquimistas. No decorrer de tais leituras Newton tenta estabelecer uma série de axiomas comuns aos vários cultores de alquimia e estabelecer as referências comuns a que os alquimistas se referem com uma multiplicidade de termos imaginários. Newton se mostra sem dúvida interessado mais nos experimentos do que nas experiências místico-religiosas que caracterizam uma ampla parte da literatura alquimista. Os experimentos acompanham as suas leituras e não há dúvida de que, como ressaltou o seu maior biógrafo, Newton se voltou para o estudo da Grande Arte com uma preparação intelectual que nenhum alquimista jamais possuía. O seu interesse pelo aspecto quantitativo das operações de medida continua dominante assim como continua inalterada a sua exigência de uma linguagem rigorosa e não somente metafórica e alusiva. Mas é também verdade que Newton considerou bem cedo a filosofia mecânica uma realidade construída sobre categoria? demasiado rígidas e todavia insuficiente para exprimir a complexidade da natureza (Westfall, 1989: 308, 309, 314-15).

Para explicar a posição de Newton, (a qual, uma vez conhecidos os manuscritos alquimistas, se tornou desconcertante para muitos estudiosos) Westfall se serviu de uma brilhante metáfora, u ma *rebelião* contra os

limites demasiado rígidos impostos pelo mecanicismo semelhante àquela que pode atingir um magnífico quarentão que vive em um matrimônio aparentemente feliz: “A filosofia mecanicista talvez cedeu rapidamente demais a o seu desejo. Insatisfeito, Newton continuou a busca e encontrou na alquimia, e na filosofia a ela associada, uma nova amante infinitamente polivalente, que parecia nunca se entregar totalmente. Enquanto que as outras geravam saturação, ela se limitava a estimular o apetite. Newton a namorou seriamente durante trinta anos” (ibid: 3 14-15).

Na realidade se ligarmos os interesses de Newton pela alquimia com as suas afirmações sobre a inoportunidade de tornar pública uma série de teses, com a sua convicção a respeito do “fim do mundo”, bem como com a sua crença em uma Sabedoria Originária e Oculta que está nas origens da história, contendo uma verdade pura e incorrupta e ao seu discurso sobre *o espírito elétrico* que é vez por vez material e imaterial e se assemelha com uma chama vital (Newton, 1991) e, além disso, com as afirmações contidas na carta a Oldenburg sobre o “éter condensado por efeito de um princípio de fermentação” e sobre o perene “movimento circular da Natureza” (Newton, 1978: 252-53), é realmente difícil enxergar Newton *somente* envolvido em uma longa “paquera” extramatrimonial.

## **A RELIGIÃO DE NEWTON E O APOCALIPSE**

Newton acreditava em Deus e na Bíblia, mas estava - secretamente - em posições decididamente heréticas. Durante todo o percurso da sua vida manteve, cuidadosamente ocultas muitas das suas ideias sobre Jesus Cristo e sobre o cristianismo e, no campo das convicções religiosas, adotou a postura que Descartes teorizara, tomando próprio o lema *larvatus prode* (sigo adiante mascarado). Quase por milagre conseguira obter a dispensa, com a apropriada dispensa régia, de assumir as ordens religiosas no seio da Igreja Anglicana, como era exigido de qualquer *fellow* de Cambridge. Na parte final da sua vida dedicou muitos anos para eliminar das obras teológicas afirmações consideradas reprováveis que abandonou Visando à uma eventual publicação. Na presença somente de duas pessoas (que mantiveram cuidadosamente oculta a notícia), no momento da morte, recusou os sacramentos da Igreja (Westfall, 1989: 345-49, 913).

Newton leu uma grande quantidade de obras dos Padres da Igreja e se

convenceu (bem antes de 1675) que na disputa feroz que caracterizara a história da Igreja durante o quarto século da era cristã fora perpetrada uma gigantesca fraude por parte de Atanásio e dos seus seguidores: o Texto sagrado havia sido alterado em muitos pontos. Aquelas alterações tinham a finalidade de afirmar a doutrina do Trinitarismo. Desde 1668, Newton era *fellow* de um Cambridge que tomava o seu nome da *Holy and Undivided Trinity* (Santíssima e Indivisa Trindade). Mas a doutrina da Trindade, pensava Newton, foi falsamente imposta aos cristãos na época da vitória triunfal de Atanásio sobre Ário e sobre os Arianos. Adorar Cristo como Deus era, do ponto de vista de Newton, uma manifestação de idolatria. O Papa de Roma apoiara Atanásio e a Igreja de Roma era a sede de um culto idolátrico que se manifestara *depois* que a Igreja primitiva estabelecera que se devia adorar um único Deus. A doutrina trinitária se tornara um dogma tanto para a Igreja católica quanto para a Igreja Anglicana. Ao fazer a profissão de ser secretamente seguidor de Ario, Newton via em Cristo um mediador entre o homem e Deus, mas não um Deus: “O Filho admite que o Pai é maior do que ele e o chama seu Deus [...] subordina a sua vontade àquela do Pai e isso seria irracional se ele fosse igual ao Pai”. Devemos adorar Jesus Cristo como Senhor, mas devemos fazê-lo sem violar o primeiro mandamento (ibid: 328, 329, 331, 866).

Cristo é o Filho de Deus, mas não é Deus, não é *consubstancial* ao Pai. Os dois grandes mandamentos, que são a essência da religião, amar a Deus e amar ao próximo, “sempre foram e sempre deverão ser observados por todas as Nações, e a vinda de Jesus Cristo sobre a terra não os modificou de modo algum”. O amor ao próximo foi ensinado aos pagãos por Sócrates, Cícero, Confúcio. A lei da retidão e da caridade “foi ditada por Cristo aos cristãos, aos Hebreus por Moisés e a todo o gênero humano pela luz da razão” (ibid: 864-65).

Por muitos aspectos o monoteísmo ariano de Newton confina com o deísmo e com as análises libertinas da religião e não por acaso o deísmo e o newtonianismo se apresentam, no século XVIII, estritamente conjuntos (Cassini, 1980: 40). Newton dedicou aos temas de teologia uma espaço muito maior do que aos temas científicos. O envolvimento nestes problemas era tão forte a ponto de induzir Newton, em alguns períodos da sua vida, a considerar os problemas de ótica e de física como interrupções enfadonhas em um trabalho de maior alçada que tinha como assunto uma nova discussão da

inteira tradição cristã (Westfall, 1989: 330).

O estudo das Escrituras e, de modo especial, aquele das profecias, para, Newton, fazia parte do cristianismo originário. E Newton achava ter alcançado, no domínio do conhecimento das escrituras proféticas, os mesmos resultados de verdade que alcançara relativamente à natureza das cores e às leis do Universo: “Tendo procurado e pela graça de Deus obtido o conhecimento das Escrituras proféticas, pensei ter a obrigação de comunicá-lo para benefício de outros, lembrando o juízo daquele que escondeu o talento em um pano [...]. Não desejaria que ninguém se desencorajasse diante das dificuldades e do insucesso que os homens encontraram até agora nestas tentativas. Isso é justamente o que era necessário que ocorresse. De fato, foi revelado a Daniel que as profecias sobre os últimos tempos deviam ficar fechadas e em sigilo até o tempo final: mas então os sábios entenderiam e o conhecimento aumentaria (*Dn* 12, 4,9,10). E por isso quanto mais tempo ficaram na escuridão, tanto maiores são as esperanças de que tenha chegado o tempo em que devem ser tomadas manifestas” (Newton, 1994: 3).

A referência à passagem de Daniel (que é a mesma colocada por Francis Bacon na capa do tratado *Novum Organum*) torna totalmente evidente a convicção de Newton de viver nos últimos tempos da história, isto é, os tempos que possibilitam e tornam inevitável o entendimento do significado dos livros proféticos. Embora na idade avançada os cálculos de Newton relativos à Segunda Vinda tendam a deslocá-lo para os séculos XX ou XXI, é sem dúvida que ele parte de uma perspectiva milenarista (Westfall, 1989: 860). A linguagem das profecias, como a linguagem da natureza, provém diretamente de Deus. Newton se sente um eleito por Deus e define a si mesmo (em um texto até agora manuscrito) como uma das “pessoas, espalhadas que Deus escolheu e que, sem serem levadas por interesse, educação ou autoridade podem colocar-se sincera e arduamente ao serviço da verdade” (Mamiani, 1990: 109).

## **A INTERPRETAÇÃO DA BÍBLIA E A INTERPRETAÇÃO DA NATUREZA**

Como Maurício Mamiani conseguiu demonstrar de modo convincente, antes mesmo de formular qualquer teoria “científica” consistente Newton elaborou, para interpretar o texto do Apocalipse, uma série de regras. Com

relação a tais regras as *regulae philosophandi* que constam nos *Principia* parecem um afinamento e uma simplificação das regras para interpretar as palavras e a linguagem da Sagrada Escritura (Mamiani em Newton, 1994: XXIX-XXXI). Ao construir a ciência, afirmaria Newton nos *Principia*, “não devemos nos afastar da analogia da natureza, porque ela costuma ser simples e conforme a si mesma”. Esta mesma regra fora usada, muitos anos antes, para a interpretação do. Texto Sagrado: a concordância das Escrituras e a analogia do estilo profético devem ser observadas cuidadosamente e devem ser escolhidas “aquelas construções que sem forçar reduzem as coisas à maior simplicidade [...]. A verdade deve sempre ser procurada na simplicidade e não na multiplicidade e confusão das coisas. Como o mundo que a olho nu mostra a maior variedade de objetos aparece muito simples, na sua constituição interna quando é contemplado com intelecto filosófico e tanto mais simples quanto melhor entendido, assim acontece nestas visões. É pela perfeição das obras de Deus que elas são todas realizadas com a maior simplicidade. Ele é o Deus da ordem e não da confusão” (Newton, 1994: 21, 29).

O método para interpretar o texto é substancialmente idêntico ao método que serve para interpretar a natureza. Há um único método para captar a verdade e esse método vale com relação à Bíblia e com relação à natureza. Tal método é próprio e característico tanto da ciência quanto da religião. Não somente os dois livros da Bíblia e da natureza, como afirmara Galilei, não podem se contradizer um ao outro, mas (e isso Galilei jamais o teria assinado) devem ser lidos fazendo uso das *mesmas regras de leitura*. “Como aqueles que desejariam compreender a estrutura do mundo devem se esforçar para reduzir o seu conhecimento a toda simplicidade possível, assim deve ser na busca de compreender tais visões” (ibid: 29).

Depois das *regras* que são enunciadas no início do *Tratado sobre o Apocalipse* seguem as *definições* e as *proposições*. Tais proposições, precisamente como na *Opticks*, são provadas de duas formas mediante as regras e as definições (equivalentes aos princípios matemáticos) e com referência direta ao Texto Sagrado (equivalente à comparação dos fenômenos com os experimentos)” (Mamiani, 1990: 110-11). Portanto, Newton considera possível e desejável uma leitura *científica* do Texto Sagrado. Uma interpretação do Texto conduzida com base nas regras que ele planejou, dá na verdade as mesmas idênticas certezas e as mesmas seguranças que oferece a

verdade científica: “Se alguém quiser objetar que a minha construção do Apocalipse é incerta, com a pretensão de que seria possível encontrar outros modos, não deve ser levado em consideração a menos que não mostre em que aquilo que eu fiz pode ser corrigido. Se os modos pelos quais ele objeta fossem menos naturais ou fundados em razões mais fracas, tal coisa seria a demonstração suficiente de que eles são falsos e que ele não busca a verdade, mas o interesse partidário”. A analogia que segue logo depois é ainda mais impressionante: “Como se acredita prontamente que as partes de uma máquina construída por um excelente artista sejam justamente comparadas quando se vê que se adaptar verdadeiramente umas às outras [...] assim, pela mesma razão se deveria aceitar a construção destas profecias, quando se vê que as suas partes ordenadas conforme à sua conveniência e conforme as características gravadas nelas para este fim”. É certamente possível que uma máquina possa ser comprovada em mais de uma maneira e com a mesma congruência, é possível que as frases sejam ambíguas, mas “tal objeção não pode ter lugar para o Apocalipse, porque Deus, que sabia compô-lo sem ambiguidade, entendeu-o como uma regra de fé” (Newton, 1994: 29-31).

## CONCLUSÕES

Como no caso dos interesses pela alquimia e da crença firme em uma sabedoria originária relativa às origens, também a relação que Newton estabelece entre a ciência e a religião, entre o conceito de Deus e a física, entre o método de pesquisa sobre a natureza e o método de leitura dos Textos Sagrados colocam a obra inteira de Newton em um nível muito diferente daquele, irremediavelmente obsoleto, das interpretações de Newton como *cientista positivo* ou das celebrações de Newton como primeiro grande cientista moderno. Também a ciência moderna tem os seus heróis e Newton é talvez o maior entre eles. É verdade que o epitáfio fúnebre colocado sobre o túmulo, na sua magniloquência barroca, atinge o alvo: “os mortais podem se alegrar por ter existido um tal e tão grande ornamento do espírito humano”. E exprime de alguma forma uma profunda verdade também o dístico de Alexandre Pope, citado com tanta frequência: Nature and Nature’s laws were bid in night God said “Let Newton be”, and all was light. [A Natureza e as suas leis estava escondidas na escuridão Deus disse “Seja Newton!” e tudo foi luz.]



Todavia é também verdade que referir todas as afirmações de Newton a um contexto inteiramente “moderno” parece um empreendimento desesperado. Esta não é uma conclusão desagradável para quem dedicou aqueles” que outrora se chamavam os anos melhores da vida para estudar, na era do *nascimento* da ciência moderna, as relações entre a magia e a ciência. Aquilo que hoje chamamos ciência jamais pareceu (e acredito também que jamais deveria parecer) aos historiadores como um produto acabado, mas como uma série de tentativas de defrontar-se com problemas que *então* não estavam resolvidos e que, em muitos casos, havia dificuldade em fazê-los aceitar como problemas que era sensato e legítimo colocar-se.

A história da ciência pode servir para nos tornar conscientes do fato de que tanto a racionalidade, como também o rigor lógico, a possibilidade de controlar as afirmações, a publicidade dos resultados e dos métodos, a própria estrutura do saber científico como algo que é capaz de crescer sobre si próprio, não são categorias perenes do espírito nem dados eternos da história humana, mas conquistas históricas, que, como todas as conquistas, por definição, são susceptíveis de se perderem.

No que diz respeito às origens que podem parecer *turvas* pelos muitos valores que estão conexos ao saber científico e que hoje assumimos como positivos e irrecusáveis, não ocorreu talvez algo de muito parecido também com relação aos valores políticos da liberdade e da tolerância?

## **Equipe de Realização**

**Coordenação Executiva** luzia Bianchi

**Produção Gráfica** Renato Valderramas

**Edição de Texto** Carlos Valero

**Assistentes de Edição de Texto** Renata Vieira e Villas Bôas, Fernanda

Godoy Tarcinalli, Valéria Biondo

**Parecer Técnico** Modesto Fiorenzano

**Revisão** Cláudio Antonio Pedrini

**Projeto Gráfico** Cássia Letícia Carrara Domiciano

**Criação da Capa** João Luiz Roth

**Criação e formatação ePub:** Relíquia

**Referências Bibliográficas** Valéria Maria Campaneri

**Diagramação** Carlos Fendei

## **Impressão e Acabamento**

BANDEIRANTES

Gráfica Bandeirantes S/A

## **SOBRE O AUTOR**



Paolo Rossi nasceu em Urbino, Itália, em 1923. Professor de história da filosofia na Universidade de Florença, organizou importantes edições de obras de Diderot, Rousseau, Vico e Bacon. Escreveu, entre outros, *Francisco Bacone: dalla magia alla scienza* (1957), *Clavis universalis* (1960), *Storia e filosofia* (1969), *Aspetti della rivoluzione scientifica* (1971), *Immagini della scienza* (1977).

Homepage: <http://paolorossimonti.altervista.org>