

II. O 'MISTÉRIO CÓSMICO'

1. OS SÓLIDOS PERFEITOS

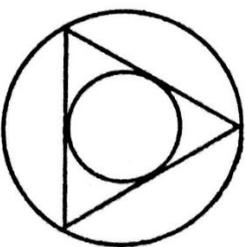
Das frustrações do seu primeiro ano em Gratz, fugiu Kepler para as especulações cosmológicas a que se havia dedicado por prazer em Tübingen. Tais especulações, porém, foram-se tornando mais intensas e de caráter mais matemático. Um ano após a chegada — mais precisamente em 9 de julho de 1595, pois que ele registrou cuidadosamente a data — estava desenhando uma figura na lousa, para a classe, quando uma idéia lhe cruzou a mente com tamanha força que sentiu estar de posse da chave do segredo da criação. «O deleite que experimentei com o descobrimento», escreveu mais tarde, «jamais poderrei descrever com palavras». ¹ Determinou-lhe o curso da vida, e sempre lhe ficou sendo a principal inspiração.

A idéia era que o universo está feito em torno de certas figuras simétricas — triângulo, quadrado, pentágono etc. — as quais lhe formam o esqueleto invisível, por assim dizer. Antes de entrarmos em pormenores, convirá explicar imediatamente que a idéia em si era completamente falsa; no entanto, conduziu eventualmente às Leis de Kepler, demolição do antigo universo sobre rodas e nascimento da moderna cosmologia. O pseudodescobrimento que a tudo deu início está exposto no primeiro livro de Kepler, o *Mysterium Cosmographicum*,² por ele publicado aos vinte e cinco anos de idade.

No prefácio da obra, Kepler explicou como chegou ao «descobrimto». Quando ainda estudante em Tübingen, ouvira o mestre da astronomia, Maestlin, falar de Copérnico, e concordara em dever ser o sol o centro do universo «por motivos físicos, ou, se preferis, por motivos metafísicos». Começou, então a indagar o porquê da existência de precisamente seis planetas «em vez de vinte ou cem», e do porquê eram o que eram as distâncias e velocidades dos planetas. Iniciou-se, desatadamente, a sua indagação das leis do movimento planetário.

(¹) Diz o título completo: *Procurador (Prodrromus) dos Tratados Cosmogonias, contendo o Mistério Cosmico das admiráveis proporções entre as Orbitas Celestes e as verdadeiras e corretas razões dos seus Números, Grandezas e Movimentos Periféricos*, por Johannes Kepler, *Mathematicus dos Ilustres Estados de Estíria, Tübingen, anno 1596*.

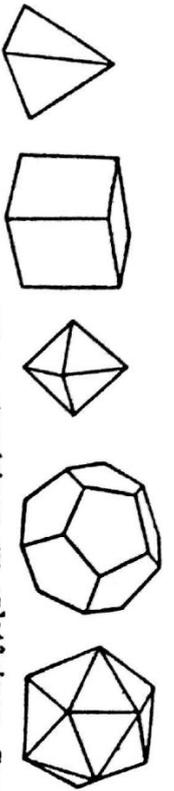
A princípio experimentou ver se uma órbita poderia ser, acaso, duas vezes, três ou quatro, maior do que outra. «Perdi muito tempo nesse trabalho, nesse jogo com números, mas não logrei descobrir ordem nem nas proporções numéricas nem nos afastamentos de tais proporções.» Adverte o leitor de que a narrativa dos seus vários esforços intentou «uma solução surpreendentemente ousada»: inseriu um planeta auxiliar entre Mercúrio e Vênus, e outro entre Júpiter e Marte, ambos supostamente pequenos demais para serem vistos, esperando que, por fim, obtiria uma sequência lógica de razões. Nem isso deu resultado: «Perdi quase todo o verão com esse pesado trabalho. Finalmente, cheguei perto dos verdadeiros fatos numa ocasião inteiramente sem importância. Creio que a Divina Providência dispôs as coisas de tal modo que eu pudesse obter pelo acaso: o que não obtivera mediante esforços; creio ainda mais porque sempre roguei a Deus que o meu plano tivesse êxito, se era exato o que Copérnico dissera.»²



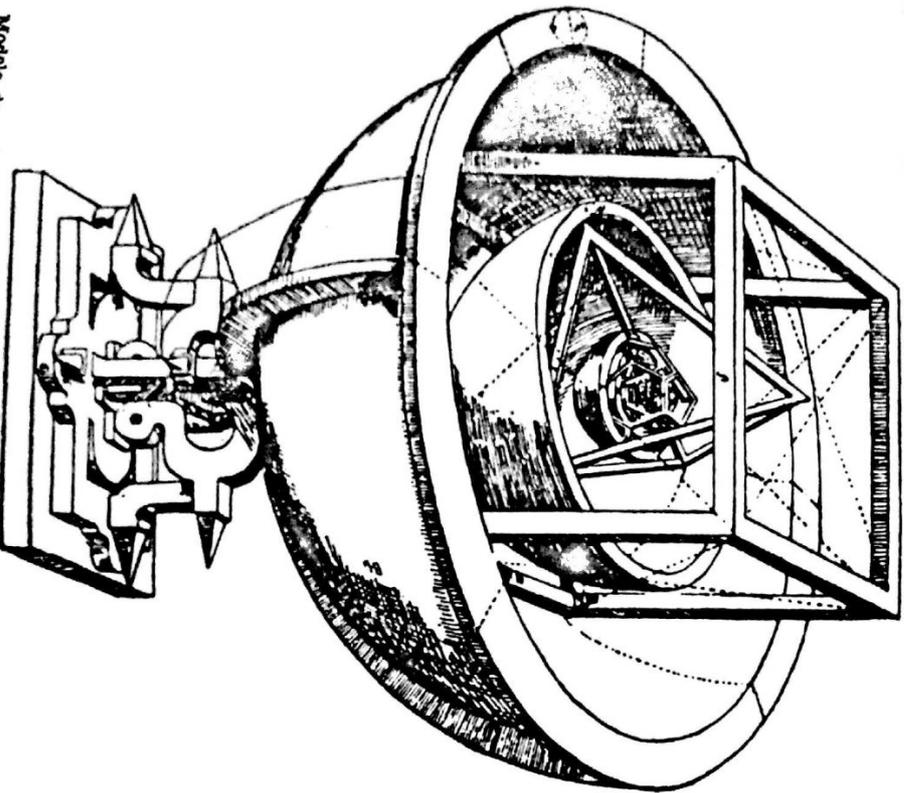
Olhando para os dois círculos, Kepler, repentinamente, percebeu que as suas razões eram as mesmas que as das órbitas de Saturno e Júpiter. O resto da inspiração foi um relâmpago. Saturno e Júpiter são os «primeiros» (isto é, os dois planetas mais externos), e o triângulo é a primeira figura da geometria. Tentei imediatamente inscrever no intervalo seguinte, entre Júpiter e Marte, um quadrado, entre Marte e a Terra, um pentágono, entre a Terra e Vênus, um hexágono...»

Não deu certo, mais uma vez, porém Kepler sentiu que estava bem perto do segredo. «Avancei mais uma vez. Por que procurar formas bidimensionais para adaptar órbitas ao espaço? É preciso procurar formas tridimensionais, e, olha, caro leitor, tens agora em mãos o meu descobrimento!»

O ponto é este. Podemos construir qualquer número de polígonos regulares num plano bidimensional; mas só podemos construir um limitado número de sólidos regulares no espaço tridimensional. Esses «sólidos perfeitos», cujas faces são todas idênticas, chamam-se 1 o tetraedro (pirâmide), limitado por quatro triângulos equiláterais; 2 o cubo; 3 o octaedro (oito triângulos equiláterais); 4 o dodecaedro (doze pentágonos), e 5 o icosaedro (vinte triângulos equiláterais).



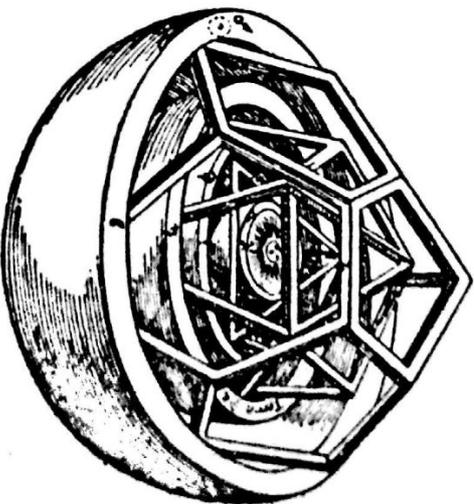
Chamaram-se também sólidos «pitagóricos» ou «platônicos». Sendo perfeitamente simétricos, pode cada um deles ser inserido numa esfera, de modo que todos os seus vértices fiquem na superfície da esfera. Semelhantemente, cada um deles pode ser circunscrito a uma esfera, de modo que a esfera toque cada uma das faces no centro. Constitui fato curioso, inerente à natureza do espaço tridimensional, ser (como o provou Euclides) limitado a essas cinco formas o número de sólidos regulares. Seja qual for outra face escolhida, não poderemos construir ne-



Modelo do universo: a esfera mais externa é a de Saturno. Ilustração do *Mysterium cosmographicum* de Kepler.

num outro sólido simétrico, a não ser esses cinco. Não se harmonizam outras combinações.

Logo, havia apenas cinco sólidos perfeitos, e cinco intervalos entre os planetas! Era impossível acreditar que aquilo não passava de acaso. DAVA A resposta completa ao porquê da existência de precisamente seis planetas «e não vinte ou cem». E dava resposta também ao porquê de serem as que eram as distâncias entre as órbitas. Tinham de espaciar-se de tal modo que os cinco sólidos pudessem ser adaptados perfeitamente nos intervalos, como invisível esqueleto ou estrutura. E, ta, ou esfera, de Saturno, pareciam adaptar-se, mais ou menos. Na órbita que era a de Júpiter. Inscrita nesta estava o cubo; e no cubo outra esfera, a esfera de Marte. Entre as esferas de Marte e da Terra vinha o dodecaedro; entre a Terra e Vênus o icosaedro; entre Vênus e Mercúrio o octaedro. Eureka! O mistério do universo fora resolvido pelo jovem Kepler, professor na escola protestante de Graz.



Detalhe que mostra as esferas de Marte, Terra, Vênus e Mercúrio com o Sol no centro

«É assombroso!» diz Kepler aos leitores, «embora eu não tivesse ainda uma idéia clara da ordem em que deviam ser dispostos os sólidos perfeitos, logrei êxito... em dispô-los tão felizmente que, mais tarde, ao verificar tudo, nada tive que alinhar. Não lamentei mais o tempo perdido; não me senti mais cansado; não fugi a nenhum cálculo, por mais difícil que fosse. Dia e noite passei-os em cálculos para verificar se a minha afirmação se conduzia com as órbitas copernicanas, ou se o meu juízo lo seria levado pelos ventos... Ao cabo de alguns dias tudo caiu no devido lugar. Vi um sólido simétrico depois do outro adaptar-se tão precisamente entre as órbitas adequadas, que os um campônias te perguntar a que espécie de gancho estão presos os céus, para não cairam, sei-se é fácil responder-lhes Adens!»

Tivemos o privilégio de testemunhar um dos raros exemplos registados de falsa inspiração, supremo embuste do daimon sociático, aquela voz ínfima que fala com certeza tão infalível, intuitiva, ao espírito iludido. Aquele inesquecível instante diante da figura do quadro negro tinha o cunho da mesma convicção íntima do Eureca de Arquimedes ou do lampejo de intuição de Newton quando a maçã caída. Mas há poucos exemplos de haver uma ilusão conduzido a descobrimentos importantes e verdadeiramente científicos e proporcionado novas Leis da Natureza. É o fascínio básico de Kepler, tanto como indivíduo como caso histórico, pois a sua descaminhada crença nos cinco corpos perfeitos não foi uma fantasia passageira; pelo contrário, ficou com ele, em verso modificada, até o fim da vida, apresentando todos os sintomas de uma ilusão paranoide; e, no entanto, agiu como vigor motrix, acicante dos seus feitos imortais. Escreveu o *Mysterium Cosmographicum* quando tinha vinte e cinco anos de idade, mas publicou uma segunda edição da obra, vinte e cinco anos depois, pelo fim, quando realizara a obra capital, descobrira as três Leis, destruíra o universo ptolemaico e firmara os alicerces da moderna cosmologia. A dedicatória da segunda edição, escrita aos cinquenta anos de idade, traí a persistência da ideia fixe:

«Passaram-se quase vinte e cinco anos desde o dia em que publiquei o presente livrinho... Apesar de ser eu, então, muito moço e constituir a publicação o meu primeiro trabalho de astronomia, o seu êxito nos anos seguintes proclamava em voz alta que nunca ninguém publicou antes um primeiro livro mais significativo, mais feliz, e, à vista do assunto, mais digno. Seria erro considerá-lo pura invenção do meu espírito (longe do meu intento qualquer presunção, e do leitor qualquer exagerada admiração, quando locamos a harpa de sete cordas da sabedoria do Criador), porque, como se um oráculo do céu mo tivesse ditado, o livrinho publicado foi, em todas as suas partes imediatamente reconhecido como ótimo e verdadeiro de ponta a ponta (tal qual sucede com os atos evidentes de Deus).

Ora, o estilo de Kepler é muitas vezes exuberante e outras bombástico, mas quase nunca a esse ponto. A clara presunção é, com efeito, o fulgor da ideia fixe, emanação da imensa carga emotiva acarretada por essas ideias. Quando o paciente, numa casa de saúde, declara ser portador do Espírito Santo, o que diz não é, para ele, uma gabolice e sim uma simples afirmação de fato.

Temos, pois, um jovem de vinte e quatro anos, aspirante a teólogo, senhor apenas de um conhecimento superficial de astronomia, que se obstina numa ideia errada, convencido de haver resolvido o «mistério cósmico». «NÃO há grande talentos, para citarmos Séneca, «que não esteja misturado com um pouco de loucura», mas em regra a loucura devora o talento. A história de Kepler nos mostrará como pode haver exceções a tal regra.

2. O CONTECDO DO «MYSTERIUM»

Deixando de lado o seu enfermigo leitmotif, o primeiro livro de Kepler contém as sementes dos seus principais descobrimentos futuros. Devo, portanto, descrever-lhe brevemente o conteúdo.

O *Mysterium* possui uma *ouverture* e um primeiro e segundo movimentos. A *ouverture* consiste na *introdução ao leitor*, que já discutii, e no primeiro capítulo, entusiástica e lúcida profissão de fé em Copérnico. Foi o primeiro cometimento inequívoco, publico, de um astrónomo profissional, impresso cinquenta anos após a morte de Copérnico, e começo da sua glória póstuma. ¹ Galileu, seis anos mais velho que Kepler, e astrónomo como Maetlin, ou se calaram no que dizia respeito a Copérnico, ou com ele concordaram somente na cautelosa intuição. Kepler telecionara acrescentar ao seu capítulo uma prova de não haver contradição entre o ensino de Copérnico e a Sagrada Escritura: mas o superior da faculdade teológica de Tübingen, cujo consentimento oficial à publicação do livro devia ser obtida, ordenou-lhe delixasse de lado qualquer reflexão teológica e — na esteira do famoso prefácio de Oslander — tratasse a hipótese copernicana como hipótese puramente formal, matemática. (*) Kepler, portanto, deixou a sua apologia teológica para uma obra posterior; por outro lado, fez o oposto exato do que lhe haviam aconselhado, proclamando o sistema copernicano *literalmente*, fisicamente e indiscutivelmente verdadeiro, «um tesouro inesgotável de intuição verdadeiramente divina da maravilhosa ordem do mundo e de todos os corpos nele contidos.» Foi como uma fanfarrada em louvor do bravo novo mundo heliocêntrico. Os argumentos em seu favor, que Kepler aduziu, podiam, na maior parte, ser encontrados na *Narratio Prima de Rétiico*, por Kepler reimpressa como apêndice ao *Mysterium*, para poupar aos leitores o trabalho de percorrer o ilegível livro de Copérnico.

Após essa *ouverture* Kepler vai à «principal prova» de estarem as esferas planetárias separadas uma da outra, ou fechadas, por assim dizer, pelos cinco sólidos perfeitos. (Não quer dizer, evidentemente, que os sólidos se encontram realmente presentes no espaço; não acredita, tampouco, na existência das próprias esferas, como veremos.) A «prova» consiste em resumo, na dedução de poder Deus criar apenas um mundo perfeito, e visto existirem apenas cinco sólidos simétricos, destinam-se obviamente a ser colocados entre as seis órbitas planetárias onde se abstraham perfeitamente. Na realidade, porém, não se ajustam absolutamente, como iria descobrir em breve, para desgraça sua. Outros sim, não há seis planetas, há nove (sem mencionar a nuvem de asteroides entre Júpiter e Marte), mas pelo menos Kepler, em vida, não soube do descobrimento dos outros três, Urano, Netuno e Plutão.

Nos próximos seis capítulos (III a VIII) vemos a explicação do porque da existência de três planetas fora e dois dentro da órbita da terra; porque essa órbita se encontra precisamente onde está, porque o cubo jaz entre os dois planetas mais interiores; que afinidades e simpatias existem entre os vários planetas e os vários sólidos; e assim por diante, tudo isso por deduções apriorísticas derivadas, *diretamente*, dos arcanos pensamentos do Criador e apoiadas por motivos tão fantásticos que mal podemos acreditar estar ouvindo um dos fundadores da ciência moderna. Assim, por exemplo, «os sólidos regulares da primeira ordem (isto é, os que se encontram fora da órbita da terra) devem por natureza ficar de pé, enquanto os da segunda ordem devem flutuar. Se os últimos ficarem sobre um dos lados, e os primeiros num dos vértices, em ambos os casos os olhos fugirão à realidade do espetáculo». Por essa espécie de argumento, logra o jovem Kepler provar tudo aquilo em

(*) Como sabemos, foi o próprio Kepler que alguns anos depois descobriu que o prefácio das *Revoluciones* fora escrito por Oslander e não por Copérnico.

que acredita e acreditar em tudo aquilo que prova. O nono capítulo trata de astrologia, o décimo de numerologia, o décimo-primeiro do simbolismo geométrico do Zodíaco; no décimo-segundo, alude à harmonia pitagórica das esferas, procurando correlações entre os seus sólidos perfeitos e os intervalos harmônicos na música, mas não passa de mais um arabesco no sonho. Com essa nota termina a primeira metade do livro.

O segundo é diferente. Falei de um trabalho em dois movimentos, por estarem escritos com modos e chaves diferentes, e serem mantidos juntos apenas pelo latmoetif comum. O primeiro é medieval, apriorístico e místico; o segundo moderno e empírico. O *Mysterium* é o símbolo perfeito do divisor de água.

O parágrafo de abertura da segunda metade deve ter sido um choque aos leitores:

«O que dissemos até agora serviu meramente para apoiar a nossa tese com argumentos de probabilidade. Procederemos, agora, à determinação astronômica das órbitas e a considerações geométricas. Se não confirmarem a tese, terão sido inúteis todos os nossos esforços prévios.»⁶

Assim, toda a divina inspiração e a certeza a priori eram simples «probabilidades», devendo-lhes ser a verdade ou mentira decidida pelos fatos observados. Sem transição, num único surpreendente salto, atravessamos a fronteira entre a especulação metafísica e a ciência empírica. Kepler chegou, então, ao ponto essencial da questão: o confronto das proporções do seu modelo do universo com os dados observados. Visto que os planetas não giram em torno do sol em círculos, mas em órbitas elípticas (foi trabalho de Kepler, posterior, e que constituiu a sua Primeira Lei), a distância de cada planeta, do sol, varia dentro de certos limites. Tal variação (ou excentricidade) era por ele explicada dando a cada planeta uma carapaça esférica de espessura suficiente para acomodada a órbita oval entre as suas paredes (V. modelo na página 170). A parede interna representa a distância mínima do planeta ao sol, a parede externa a distância máxima. As esferas, como já dissemos, não são consideradas fisicamente reais, mas apenas como limites do espaço permitido a cada órbita. A espessura de cada carapaça e os intervalos entre elas foram colocados nos números de Copérnico. Estavam de tal modo espaçadas que entre elas pudessem ajustar-se perfeitamente os cinco sólidos? No Prefácio, Kepler havia anunciado confiantemente que poderiam. Mas verificou que não. Existia um acordo bastante bom para as órbitas de Marte, da Terra e de Vênus, mas não para Júpiter nem Mercúrio. Kepler eliminou a dúvida no tocante a Júpiter com a desarmadora observação de «ninguém o estranhar, em virtude da grande distância». Quanto a Mercúrio, recorreu francamente à fraude.⁷ Foi uma espécie de toque-emboque do país das maravilhas através dos arcos celestes móveis.

Nos capítulos seguintes, experimentou vários métodos para a explicação definitiva das restantes discrepâncias. O erro devia estar no modelo dele ou nos dados de Copérnico; e, naturalmente, preferiu censurar a este. Em primeiro lugar, descobriu que Copérnico não colocara no centro do mundo o sol, e sim precisamente o centro da órbita terrestre *em fim de poupar a si próprio trabalho e não confundir os esforçados leitores, divergindo demasiadamente de Ptolomeu.*⁸ Kepler ten-

tuou remediar aquilo, esperando obter um *Laboremus* (*) mais favorável para os seus cinco sólidos. O conhecimento matemático ainda era insuficiente para a tarefa, de modo que, em busca de auxílio, voltou-se para o antigo mestre, Maestlin, que concordou de boa vontade. Os novos algarismos de nada valeram a Kepler; contudo, de um golpe, e quase inadvertidamente, fizera deslizar o centro do sistema solar para o lugar que lhe cabia. Foi o primeiro produto lateral, de grande importância, da caçada ilusória.

A seguinte tentativa para remediar o desacordo entre o sonho e os fatos observados dizia respeito à lua. Deveria a sua órbita ser incluída na espessura da esfera da terra, ou não? Explicou francamente aos caros leitores que escolheria a hipótese mais ajustada ao plano: comprimaria a lua no interior da carapaça da terra ou a expulsaria para a treva exterior, ou deixaria que a sua órbita ficasse a meio caminho, por não haver razões a priori em favor de qualquer das soluções. (As provas a priori de Kepler foram, na maioria, encontradas a posteriori). Mas brincou com a lua também não adiantava, de modo que o jovem Kepler iniciou um ataque de frente contra os dados de Copérnico. Com admirável impetuosidade, declarou-os tão pouco dignos de fé que os próprios números de Kepler seriam fortemente suspeitos, no caso de concordarem com os de Copérnico. Além de serem as tabelas pouco dignas de fé, além de ser Copérnico inexato nas observações, como ficou registrado por Rético (de quem Kepler cita longos trechos condenatórios), o velho cônego também trapaceava:

«Quão humano era o próprio Copérnico adotando números que, dentro de certos limites, concordavam com os seus desejos e serviam ao objetivo, o leitor aplicado de Copérnico pode verificar pessoalmente... Escolhe observações de Ptolomeu, Walter e outros com o fim de tornar mais fáceis os seus cálculos, e não tem escrúpulos em negligenciar ou alargar eventuais horas do tempo observado e quartos de graus de ângulo.»⁹

Vinte e cinco anos depois, o próprio Kepler divertidamente comentava o primeiro desafio a Copérnico:

«Afinal, todos aprovam o peiz de três anos de idade que resolve lutar contra um gigante.»¹⁰

Até agora, nos vinte primeiros capítulos do livro, Kepler se preocupava em descobrir razões para a distribuição especial e o número das planetas. Tendo ficado satisfeito (mas não os leitores) com o fato de darem os cinco sólidos todas as respostas, e de serem as discrepâncias existentes devidas aos números errados de Copérnico, voltou-se para um problema diferente, e mais promissor, que nenhum astrônomo, antes dele, havia suscitado. Começou a procurar uma relação matemática entre a distância de um planeta ao sol e o comprimento do seu «ano». Isto é, o tempo de que necessitava para uma revolução completa.

Tais períodos eram, naturalmente, conhecidos desde a antiguidade com bastante exatidão. Em números redondos, Mercúrio precisava de três meses para uma revolução completa, Vênus de sete e meio, a terra de doze, Marte de vinte e quatro, Júpiter de cento e vinte, e Saturno de trezentos e sessenta. Assim, quanto maior a distância do planeta ao sol,

(*) Espaço vital (N. do T.)

tanto mais tempo para uma revolução completa, o que, todavia, só é verdadeiro aproximadamente. Faltava uma razão matemática exata. Saturno, por exemplo, está duas vezes mais distante do que Júpiter, e deveria portanto empregar duas vezes mais tempo para completar a volta, ou seja vinte e quatro anos; no entanto, emprega na realidade trinta. Diga-se o mesmo dos demais planetas. Quando vamos do sol para fora, no espaço, o movimento dos planetas ao longo das órbitas é cada vez menos rápido. (Para deixarmos bem claro o ponto: não só têm de viajar para completar o círculo, como também viajam a uma velocidade menor. Se se movessem à mesma velocidade. Saturno, com um circuito duas vezes mais longo que o de Júpiter, levaria duas vezes mais tempo para fazê-lo; e, entretanto, emprega duas vezes e meio o tempo).

Ninguém antes de Kepler indagara do porquê disso, assim como ninguém antes dele perguntara porque há precisamente seis planetas. Como sabemos, a primeira pergunta resultou cientificamente estéril, (*) e a segunda imensamente fértil. A resposta de Kepler foi que deve haver uma força emanando do sol que conduz os planetas nas suas órbitas. Os planetas exteriores movem-se mais lentamente pelo fato de essa força diminuir de acordo com a distância, «como a força da luz».

Difficil seria sobrestimar o significado revolucionário de tal posição. Pela primeira vez, desde a antiguidade, fazia-se uma tentativa não somente para a descrição dos movimentos celestes em termos geométricos, senão também para lhes atribuir uma causa física. Chegamos ao ponto em que a astronomia e a física novamente se encontram, após um divórcio que durou dois mil anos. Essa reunião das duas metades do espírito dividido produziu resultados explosivos, levando às três Leis de Kepler, colunas sobre as quais Newton construiu o universo observado.

Mais uma vez nos aclamamos na feliz posição de poder observar, como em fita de movimento lento, de que maneira foi Kepler conduzido a dar o decisivo passo. No trecho-chave, extraído do *Mysterium Cosmographicum*, que se segue, os números indicadores são do próprio Kepler e dizem respeito às suas Notas da segunda edição.

«Se quisermos aproximar-nos mais da verdade e estabelecer uma correspondência nas proporções (entre as distâncias e velocidades dos planetas) devemos escolher entre estas duas hipóteses: ou as almas (II) que movem os planetas são menos ativas quanto mais distante está o planeta do sol, ou existe apenas uma alma motor (III) no centro de todas as órbitas, isto é, o sol, que move o planeta tanto mais vigorosamente quanto mais próximo se encontra este mas cuja força quase se esgota quando age nos planetas exteriores, em virtude da grande distância e do enfraquecimento da força daí decorrente.»¹¹

Kepler, na segunda edição do livro, fez as seguintes notas a esse trecho:

«(II). Provei na minha *Astronomia Nova* que tais almas não existem.

(*) Pelo menos, os nossos instrumentos matemáticos são ainda inadequados para apañhar a gênese e morfologia do sistema solar. Muito depende de se fazer a pergunta certa no tempo certo.

(III). Se substituirmos a palavra «alma» pela palavra «força», chegaremos precisamente ao princípio sobre o qual se apóia a minha física dos céus na *Astronomia Nova*. . . Outros tempos, acreditei firmemente ser a força motriz dos planetas uma alma. . . Mas, refletindo que tal causa de movimento diminui proporcionalmente à distância, assim como a luz do sol diminui proporcionalmente à distância do sol, cheguei à conclusão de ser tal força alguma coisa substancial — não substancial no sentido literal, mas. . . do mesmo modo como afirmamos ser a luz alguma coisa substancial, significando com isso uma entidade de insubstancial emanando de um corpo substancial.»¹²

Estamos assistindo à emergência hesitante dos modernos conceitos de «Forças» e «energias radiantes», tanto materiais como não-materiais, e, falando em termos gerais, tão ambíguos e desconcertantes como os conceitos místicos por eles substituídos. Ao observarmos a obra do espírito de Kepler (ou Paracelso, Gilbert, Descartes) verificamos a falácia da crença de haver o homem, num tempo qualquer entre a Renascença e o Iluminismo, arremessado para longe as «superstições da religião medieval», como o cãozinho que sai da água, enveredando pela brilhante e nova estrada da Ciência. No interior desses espíritos não se nos depara nenhuma interrupção abrupta do passado, mas uma transformação dos símbolos da sua experiência cósmica — da alma motriz para a motriz, espírito movente em força movente, fantasias mitológicas em heróizmos matemáticos — transformação que nunca foi, é, esperamos, nunca será inteiramente esquecida.

Mais uma vez eram totalmente errados os pormenores da teoria de Kepler. A força motora que ele atribuía ao sol em nada se assemelha à gravidade, parecendo mais uma espécie de chicote a fustigar os planetas preguiçosos ao longo dos percursos. Em resultado, a primeira tentativa para formular a lei relacionando as distâncias planetárias aos períodos era tão obviamente errada que ele se viu obrigado a admiti-lo. Acrecentou ansiosamente:

«Embora pudesse ter previsto isso desde o início, não quis privar o leitor desse estímulo a outros esforços. Oh, se pudessemos viver para ver o dia em que os dois conjuntos de números concordem. . . O meu único objetivo é o de que outros se sintam impelidos a pesquisar a solução para a qual abri o caminho.»¹⁴

Mas foi o próprio Kepler que descobriu a solução correta, pelo fim da vida. É a sua Terceira Lei. Na segunda edição do *Mysterium*, acrescentou à frase: «Oh, se pudessemos viver para ver o dia. . .» uma nota que diz:

«Vivemos para ver tal dia depois de vinte e dois anos e nos rejubilamos; pelo menos foi o que fiz; espero que Mestlin e muitos outros. . . partilhem do meu contentamento.»¹⁵

O capítulo final do *Mysterium* é uma volta à praia medieval da torrença kepleriana do pensamento. Está descrito como «sobremesa após tão substanciosa refeição» e diz respeito às consolações do céu no primeiro e último dias do mundo. Recebemos um horóscopo bastante pro-

missor para a Criação, que se iniciou no domingo, 27 de abril de 4977 A. C.; mas acerca do dia derradeiro, diz Kepler modestamente: «Não me foi possível deduzir um fim dos movimentos de razões inerentes.»

Nessa nota infantil termina o primeiro livro de Kepler. O sonho dos cinco sólidos perfeitos que delimitam o esquema do universo. A história do pensamento conhece inúmeras verdades estereis e férteis erros. O erro de Kepler deu como resultado imensa fertilidade. «A direção de toda a minha vida, dos meus estudos e trabalhos, foi determinada por esse pequeno livro», escreveu vinte e cinco anos mais tarde, já «pois quase todos os livros de astronomia que publiquei desde então se prenderam a um ou outro dos principais capítulos desse livrinho e constituem exposição ou complementos mais perfeitos.»¹⁷ Não deixou, contudo, de ter um vislumbre da natureza paradoxal de tudo aquilo, visto ter acrescentado:

«As estradas pelas quais os homens chegaram às compreensões dos problemas celestes se me afiguram tão dignas de admiração como os próprios problemas.»¹⁸

3. DE VOLTA A PITAGORAS

Uma questão crucial ficou sem explicação nos capítulos anteriores. O que foi, exatamente, que atrau Kepler com tamanha força, quando ainda estudante de teologia, ao universo copernicano? Na sua auto-análise, disse expressamente que não foi o interesse na astronomia em si, e que o converteram «razões físicas, ou se preferis metafísicas»; e repetiu a afirmação quase verbatim no prefácio ao *Mysterium*. Explica diferentemente em vários trechos essas «razões físicas ou metafísicas» mas a essência delas é que o sol deve estar no centro do mundo, por ser símbolo de Deus Pai, fonte de luz e calor, gerador da força que move os planetas nas órbitas, e por ser o universo heliocêntrico geometricamente mais simples e satisfatório. Parecem quatro razões diferentes, mas formam um conjunto único, indivisível no espírito de Kepler, uma nova síntese pitagórica de misticismo e ciência.

Lembre-mos de que, para os pitagóricos e Platão, a força animadora da divindade se irradiava do centro do mundo para fora, até o dia em que Aristóteles baniu o Primeiro Motor para a periferia do universo. No sistema Copernicano, o sol ocupava de novo o lugar de Fogo Central pitagórico, mas Deus ficava fora e o sol não tinha atributos divinos nem tampouco qualquer influência física nos movimentos dos planetas. No universo de Kepler, todos os atributos místicos e forças físicas se centralizam no sol, e o Primeiro Motor volta a ser posto na posição focal que lhe cabe. O universo visível é o símbolo e «assinatura» da Santíssima Trindade; o sol representa o Pai, a esfera das estrelas fixas o Filho, as forças invisíveis que, emanando do Pai, agem através do espaço interstelar, representam o Espírito Santo.

«O Sol no meio dos astros móveis, em repouso e, no entanto, fonte de movimento, traz a imagem de Deus Pai e Criador... Distribui a forma motriz através de um meio que contém os corpos móveis da mesma maneira pela qual o Pai cria através do Espírito Santo.»¹⁹

O fato de o espaço ter três dimensões é também um reflexo, uma «assinatura» da Trindade mística:

«Assim as coisas corpóreas, a matéria corpórea, são representadas em *tertia quantitate specie trium dimensionum*»²⁰

A verdade unificadora entre o espírito de Deus e o espírito do homem é representada para Kepler, como o era para a fraternidade pitagórica, pelas eternas e últimas verdades da «Geometria divina».

«Por que depender palavras? A geometria existia antes da Criação, é coeterna com o espírito de Deus, é o próprio Deus (que existe em Deus que não seja o próprio Deus?); a geometria deu a Deus um modelo para a Criação e foi implantada no homem com a própria semelhança de Deus, e não meramente levada ao espírito dele através dos olhos.»²¹

Mas se Deus criou o mundo segundo um modelo geométrico e dotou o homem de uma compreensão da geometria, deve ser perfeitamente possível, pensou o jovem Kepler, deduzir toda a planta do universo por um puro raciocínio a priori, lendo o espírito do Criador, por assim dizer. Os astrônomos são «os sacerdotes de Deus, chamados a interpretar o Livro da Natureza», e certamente têm os sacerdotes o direito de saber quais são as respostas.

Se se tivesse deitado nisso a evolução de Kepler, ele teria permanecido um excêntrico. Mas eu já disse qual o contraste entre as deduções a priori na primeira parte do livro e o acesso científico moderno do segundo. Essa coexistência do místico e do empírico, de loucos vãos de pensamento e paciente, atormentadora pesquisa, continuou, como veremos, o principal característico de Kepler desde a primeira mocidade até a velhice. Outros homens que viveram no divisor de água exibiram o mesmo dualismo, mas em Kepler era mais acentuado e paradoxal, levado a extremos que tocavam a loucura. Explica a incrível mistura, nos seus trabalhos, de atrevimento e pedante precaução, a irritabilidade e a paciência, a engenhosidade e a profundidade filosófica. Antinou-o ela a fazer perguntas que ninguém ousara fazer, sem temer de medo de tamanha ousadia, ou corar da aparente tolice. Alguns pareciam não ter significado ao espírito moderno. As demais levaram à reconciliação entre a física terrestre e a geometria celeste, o constituiram o início da moderna cosmologia. Pouco importa que algumas das respostas dele tenham sido erradas. Como no caso dos filósofos jônicos da era heroica, os filósofos da Renascença foram, talvez, mais notáveis pela natureza revolucionária das perguntas feitas do que pelas respostas apresentadas. Paracelso e Bruno, Gilbert e Ticho, Kepler e Galileu formularam respostas ainda hoje válidas; mas em primeiro lugar, e acima de tudo, foram gigantescos mestres de perguntas. Post factum, porém, é sempre difícil apreciar a originalidade e imaginação necessárias para uma pergunta nunca antes feita. A esse respeito, também, Kepler tem a supremacia.

Alumas das suas perguntas foram inspiradas por um sinal medial de misticismo, e, no entanto, resultaram espontaneamente férteis. O deslocamento do Primeiro Motor da periferia do universo para o corpo físico do sol, símbolo de Deus, preparou o caminho ao conceito de uma força gravitacional, símbolo do Espírito Santo, que controla os planetas. Assim, uma inspiração puramente mística foi a raiz da qual se desenvolveu na secular trindade das leis de Kepler.

Igualmente assombrosa foi a fertilidade dos erros de Kepler, começando com um universo governado por harmonias musicais. Esse procedimento com um universo governado por harmonias musicais, esse processo, do erro que dá origem à verdade, é ilustrado pelos próprios comentários de Kepler sobre o *Mysterium Cosmographicum*, contidos nos

suas Notas à segunda edição, a que me referi repetidas vezes, escritas vinte e cinco anos mais tarde. Em completo contraste com a afirmação de haver sido o livro escrito como que por ditado de um «oráculo celeste», e representar «um evidente ato de Deus», as notas de Kepler castigam-lhe os erros com acre sarcasmo. O livro começa, como nos lembramos, com um «Esboço da minha Principal Prova» e o comentário de Kepler inicia-se com «Ai de mim, aqui errei!» O nono capítulo trata das «simplicidades» entre os cinco sólidos e os planetas individuais; nas Notas, é posto de lado como simples «fantasia astrológica». O capítulo 10, «Sobre a Origem dos Números Privilegiados», é descrito nas Notas como «fagarelice vazia»; o Capítulo 11, «Referente às Posições dos Sólidos Regulares e a Origem do Zodíaco», está qualificado nas Notas como «sem importância, falso e baseado em hipóteses ilegítimas». No Capítulo 17, que diz respeito à órbita de Mercúrio, os comentários de Kepler são: «isso não é de maneira nenhuma verdadeiro», «o arrazoado de todo o capítulo está errado». O importante capítulo 20, «Sobre a Relação entre os Movimentos e as Órbitas», no qual se vislumbra a Terceira Lei, é posto de lado como defeituoso, «porque usei palavras incertas e ambíguas em vez de o método aritmético.» O capítulo 21, que discute as diferenças de opinião entre teoria e observação, é atacado nas Notas de modo quase inconveniente e petulante; por exemplo: «Esta questão é supérflua... Visto não haver discrepância, por que tive de inventar uma?»

Mas as Notas a esse capítulo contêm duas observações em tom diferente:

«Se os meus números falsos se aproximaram dos fatos, deve-se apenas ao acaso... Esses comentários não valem a pena de ser impressos. Contudo, alegrar-me lembrar quantas voltas fui obrigado a dar, quantas paredes tive de tatear na treva da ignorância até que encontrasse a porta para a luz da verdade... De tal modo sonhava eu com a verdade.»²²

Na ocasião em que terminara as Notas à segunda edição (que medem aproximadamente a mesma extensão do trabalho original), o velho Kepler havia praticamente demolido todos os pontos do livro do jovem Kepler, salvo o valor subjetivo para ele como ponto inicial da longa jornada, visão que, embora defeituosa em todos os pormenores, era «um sonho da verdade»: «inspirado por um Deus complacente». Realmente, o livro continha os sonhos, ou germes, da maioria das suas descobertas posteriores, como produtos laterais da errônea idéia central. Entretanto, mais adiante, como indicam as Notas, essa idéia fixe foi intelectualmente neutralizada por tantas qualificações e reservas que não podia prejudicar-lhe o trabalho do espírito, enquanto a crença tradicional na verdade básica do livro continuava sendo, emocionalmente, a força motriz a lhe impelir os feitos. O aproveitamento, para um fim irracional parece ser outro segredo do gênio, pelo menos do gênio de certo tipo. Pode também explicar a visão torcida dos seus próprios feitos, tão frequentemente encontrada entre eles. Assim, nas Notas de Kepler ao *Mysterium*, refere-se, orgulhosamente, a outros descobrimentos de menor importância nos seus trabalhos posteriores, mas não há uma única menção da primeira nem da segunda das *Immortales Leis*, respeito às órbitas planetárias; mas o fato de serem elipses (Primeira Lei de Kepler) não está mencionado em parte nenhuma; é como se Einstein, na velhice, tivesse estado a discutir o seu trabalho sem mencionar a relatividade. Kepler decidiu provar que o sistema solar era

construído como perfeito cristal em torno dos cinco sólidos divinos, e descobriu, malgrado seu, que o sistema era dominado por curvas inclinadas e não distintas, daí o tabu inconsciente no tocante à palavra «elipse», o ponto cego para o maior dos seus feitos, e o apêgo à sombra da idéia fixe.²³ Tinha sensatez demais para ignorar a realidade, mas era demasiadamente doído para avaliá-la.

Um dos característicos mais curiosos e exasperadores de todo esse magnífico movimento é que nenhum dos seus grandes representantes parece ter sabido com clareza satisfatória o que estava precisamente fazendo ou como o estava fazendo.²⁴ Também Kepler descobriu a América, acreditando tratar-se da Índia.

Mas o impulso que o levou para a frente não visava a nenhum benefício prático. No labirinto do espírito de Kepler o fio de Ariadne é o seu misticismo platônico, a busca religioso-científica de um universo harmônico governado por formas cristalinas perfeitas, ou perfeitas cordas. Foi esse fio que o levou, através de voltas abruptas e giros vertiginosos, para dentro e para fora de cul-de-sac, na direção das primeiras leis exatas da natureza, do saneamento das brechas milenares entre a astronomia e a física, da matematização da ciência. Kepler dizia as orações na linguagem matemática e destilava a fé mística num Cântico dos Cânticos de matemático:

«Assim o próprio Deus [bondoso demais para ficar inerte] começou a jogar o jogo das assinaturas [assinando a sua semelhança no mundo: portanto, vim a pensar [que toda a natureza e o céu gracioso são simbolizados na arte da Geometria... Agora, quando Deus Autor jogou [ensinou o jogo] à Natureza [por ele criada à sua imagem: ensinou-lhe o mesmo jogo [que jogou para ela...]]»²⁵

Estava aí, finalmente, a jubilosa refutação da gruta de Platão. O mundo vivo não é mais uma pálida sombra da realidade, mas a dança da Natureza a que Deus dá o tom. A glória do homem está na sua compreensão da harmonia e do ritmo da dança e a compreensão foi possível através do seu dom divino de pensar em números.

«...esses números me agradaram por serem quantidades, isto é, alguma coisa existente antes dos céus. Porque as quantidades foram criadas no começo, com a substância; mas o céu só foi criado no segundo dia...»²⁶ As idéias de quantidades estiveram e estão em Deus, de toda a eternidade, são o próprio Deus; são, por conseguinte, os arquétipos, em todos os espíritos, criados à semelhança de Deus. Nesse ponto, concordam tanto os filósofos pagãos como os mestres da Igreja.²⁷

Na ocasião em que Kepler escreveu o seu credo, achava-se completa a primeira etapa do caminho do jorem peregrino. As divindades religiosas e ansiedades haviam sido transformadas na madura inocência do mítico, a Santíssima Trindade num símbolo universal, o anseio pelo dom da profecia na busca das causas últimas. Os sofrimentos de uma infância caótica comida pela sarna havia deixado uma calma sede de lei e harmonia universais; a lembrança de um pai brutal pode ter-lhe indu-

enclaudro a visão de um Deus abstrato, sem feições humanas, determinado por regras matemáticas que não admitiam atos arbitrários.

O aspecto físico havia também sofrido mudança igualmente radical: o adolescente de rosto tumeado e membros delgados transformara-se num vulto magro, escuro, nervoso, carregado de energia, de feições esculpidas e perfil um tanto metafísico, desmentido pela melancolia dos olhos miopes e suaves. O estudante intranquillo, que jamais conseguira terminar o que havia começado, fizera-se um estudioso de prodigiosa capacidade de trabalho, paciência física e mental, e persistência fanática jamais igualada nos annos da ciência.

No universo freudiano, a mocidade de Kepler é a história da feliz cura de uma neurose pela sublimação: no de Adler é a história de um complexo de inferioridade felizmente compensado; no de Marx a reacção da História à necessidade de melhores tabelas de navegação; no do geneticista a história de uma singular combinação de genes. Se fosse assim, porém, todo gaço viria a ser um Demóstenes e os pais sádicos deveriam estar supervalorizados. Talvez seja uma boa explicação, como qualquer outra, a conjunção de Mercurio com Marte, unida a uns poucos raios cósmicos de sal.

III. DORES CRESCENTES

1. A TAÇA COSMICA

A inspiração acerca dos cinco sólidos perfeitos viera a Kepler quando ele contava vinte e quatro annos, em julho de 1595. Durante os seis meses seguintes, trabalhara febrilmente no *Mysterium*. Em todos os passos do caminho, communicou-se com Maestlin, de Tuebingen, deramando as idéias em longas cartas e pedindo o auxilio do antigo mestre, o que Maestlin deu, resmungando, mas generosamente.

Era Michael Maestlin uma espécie de Rético invertido, com relação a Kepler. Tinha vinte annos mais, e no entanto iria sobreviver-lhe. Uma gravura da época o apresenta como varão de barba, dotado de rosto jovial e um tanto despreocupado. Ocupara a cátedra de matemática e astronomia em Heidelberg, depois na cidade natal de Tuebingen, e era mestre competente, senhor de sólida reputação académica. Havia publicado um livro de astronomia do tipo convencional, baseado no sistema ptolemaico, embora nas suas falasse com admiração de Copérnico, acendendo a centelha no espirito inflamável de Kepler. A moda dos medicres de boa índole que conhecem e aceitam os seus limites, tinha uma ingénua admiração pelo génio do antigo discípulo e deu-se enorme trabalho para ajudá-lo, não obstante resmungasse, de vez em quando, contra os incessantes pedidos de Kepler. Quando o livro ficou pronto e o senado de Tuebingen pediu a opinião de Maestlin, Maestlin, antipatheticamente recomendou fosse publicado, e quando veio a licença, elle próprio supervisionou a impressão. Naquelle tempo, um trabalho desses significava perder o dia inteiro; em resultado, foi Maestlin reprimido pelo Senado universitário por descurar o proprio trabalho. Queixou-se com Kepler em palavras compreensivelmente irritadas. Respondeu Kepler, por entre as habituais estufas de gratidão, que Maestlin não devia aborrecer-se com a repressão, uma vez que, accorpanhando a impressão do *Mysterium*, adquirira fama immortal.

Em fevereiro de 1596, ficou pronto o esboço do livro e Kepler pediu aos superiores de Graz licença para visitar a cidade natal de Wuertemberg e fazer os preparativos para a publicação. Pediu uma licença de dois meses, mas ficou fora durante sete, por se ter envolvido numa quinhena tipicamente Kepleriana. Perseguiu Frederico, depois de Wuertemberg, a mandar trazer um modelo do universo, incluindo os