

LIÇÕES DE COPÉRNICO

Hugh M. Lacey

Diz-se por vezes que para compreender a ciência se deve ir a um laboratório e fazer o que o cientista faz. Há um grão de sabedoria nesta afirmação: compreender e fazer são inseparáveis. Mas ela é insuficiente, pois não reconhece a enorme esfera de atividades que constituem o fazer do cientista. Compreender a ciência — sua racionalidade e dinâmica — implica o estudo de seu crescimento, dos problemas e contextos nos quais teve origem, e dos grandes cientistas que a modelaram. O estudo dum grande cientista pode fornecer lições esclarecedoras. Neste artigo, proponho-me extrair algumas lições que julgo serem de importância apreciável para a compreensão e ensino da ciência, a partir de um estudo de Copérnico.¹

1. *Situação histórica.*

Copérnico não trabalhou num vazio científico, mas numa atmosfera dominada pelas categorias físicas de Aristóteles e pela teoria astronômica de Ptolomeu. Assim, o mundo herdado por Copérnico era concebido diferentemente do nosso. O mundo aristotélico era, literalmente, um organismo, explicável, como qualquer outro organismo dentro de categorias teleológicas. As coisas moviam-se, ou mudavam, sempre em relação a uma finalidade. Os movimentos eram naturais ou impostos. Um movimento natural é aquele que uma coisa realiza quando não é impedida pelo exterior. Ao contrário do movimento

(1) — Minha descrição da contribuição de Copérnico e seus predecessores para a teoria científica não tem qualquer pretensão de originalidade. Os materiais secundários de que livremente me aproveitei incluem: T.S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Harvard University Press, Cambridge, 1957), O. Neugebauer, "On the planetary Theory of Copernicus", *Vistas in Astronomy*, 10, 89 (1968), D.J. de Solla Price, "Contra-Copernicus: a Critical Re-estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus and Kepler", *Critical Problems in the History of Science*, ed. M. Clagget (University of Wisconsin Press, Madison, 1959), N.R. Hanson, "Contra-Equivalence: a Defense of the Originality of Copernicus", *Isis*, 55, 308 (1964), N.R. Hanson, "The Copernican Disturbance and the Keplerian Revolution", *Journal of the History of Ideas*, 22, 169 (1961).



the 1990s. The 1990s saw a significant increase in the number of people who were employed in the public sector, and a significant increase in the number of people who were employed in the private sector. This was due to a number of factors, including the expansion of the public sector and the growth of the private sector. The public sector was expanded as a result of the increasing demand for public services, and the private sector grew as a result of the increasing demand for private goods and services. This led to a significant increase in the number of people who were employed in both sectors, and a significant increase in the number of people who were employed in the private sector.

The 1990s also saw a significant increase in the number of people who were employed in the public sector, and a significant increase in the number of people who were employed in the private sector. This was due to a number of factors, including the expansion of the public sector and the growth of the private sector. The public sector was expanded as a result of the increasing demand for public services, and the private sector grew as a result of the increasing demand for private goods and services. This led to a significant increase in the number of people who were employed in both sectors, and a significant increase in the number of people who were employed in the private sector.

The 1990s also saw a significant increase in the number of people who were employed in the public sector, and a significant increase in the number of people who were employed in the private sector. This was due to a number of factors, including the expansion of the public sector and the growth of the private sector. The public sector was expanded as a result of the increasing demand for public services, and the private sector grew as a result of the increasing demand for private goods and services. This led to a significant increase in the number of people who were employed in both sectors, and a significant increase in the number of people who were employed in the private sector.

The 1990s also saw a significant increase in the number of people who were employed in the public sector, and a significant increase in the number of people who were employed in the private sector. This was due to a number of factors, including the expansion of the public sector and the growth of the private sector. The public sector was expanded as a result of the increasing demand for public services, and the private sector grew as a result of the increasing demand for private goods and services. This led to a significant increase in the number of people who were employed in both sectors, and a significant increase in the number of people who were employed in the private sector.

ponto da circunferência do deferente. Ambos os círculos giram uniformemente em torno de seus respectivos centros. Variando as dimensões dos raios e as velocidades dos círculos, pode obter-se uma variedade considerável de curvas.

Uma maior flexibilidade foi obtida, primeiramente através da remoção da terra do centro dos círculos deferentes, (isto é, introduzindo “excêntricos”), e a seguir introduzindo a noção de um “equante”, um ponto à mesma distância do centro do deferente que a terra mas diametralmente oposto a ela. Considerando constante a velocidade angular do planeta em relação a este ponto, podia-se apreender melhor as variações aparentes da velocidade do planeta; e em terceiro lugar algumas vezes eram acrescentados epiciclos a esses epiciclos. Com estas construções a flexibilidade era tão grande que as “aparências” de qualquer planeta podiam ser salvas, podendo até ser feitas previsões razoavelmente seguras acerca de futuras posições angulares do planeta. Além do mais, qualquer divergência na previsão podia facilmente, a breve trecho, ser reabsorvida através da variação de um ou outro dos parâmetros.

Fica claro que a astronomia de Ptolomeu não engrena muito bem com a física de Aristóteles. É verdade que dentro dela os movimentos dos planetas são construídos a partir de movimentos circulares uniformes; mas os epiciclos nunca se acham centrados na terra e os deferentes raramente o estão, de forma que os planetas variam em distância à terra e algumas vezes a uniformidade é relativa ao “equante” e não ao centro. Esta incompatibilidade nunca foi resolvida cientificamente, isto é, a conciliação nunca foi levada a cabo dentro duma teoria científica mais geral. Houve uma aparente conciliação, mas apenas na metateoria epistemológica da ciência. Dizia-se então que a tarefa da astronomia era puramente matemática, a de salvar as aparências, nunca tratando das causas ou das verdadeiras trajetórias dos movimentos celestes. Só a física lidava com as causas. Assim se configura uma separação entre explicação causal e explicação matemática, e entre teoria e realidade. A teoria astronômica é apenas um instrumento preditivo: a física é que atinge a realidade e a causalidade.

Mas não deve pensar-se que o universo geocêntrico era sustentado por faltarem alternativas. Tanto Aristóteles como Ptolomeu argumentaram explicitamente contra o movimento terrestre, inclusive contra hipóteses heliocêntricas.

Referindo-se aos pitagóricos que sustentavam a tese do movimento terrestre, diz Aristóteles:

“Com tudo isto não buscam teorias e causas para dar conta dos fatos observados, mas forçam suas observações e tentam acomodá-las a certas teorias e opiniões suas”²

“Os fatos observados acerca da Terra (isto é, o elemento) não são apenas que esta permanece no centro, mas também que ela se move para o Centro”³

Desta maneira a Terra móvel é rejeitada porque a tese entra em conflito com o observado, tratando-se pois de mais uma interessante ilustração de como nossas observações estão impregnadas de teoria. Ptolomeu, por outro lado, compreendeu que a observação não é decisiva, pois pronuncia-se somente acerca de noções relativas; por exemplo, a observável revolução diária das estrelas pode explicar-se tanto em termos de postular sua revolução, quanto recorrendo a uma rotação da terra em sentido contrário. Mas Ptolomeu deu suporte aos argumentos teóricos de Aristóteles:

“Para aceitarmos estas coisas, eles teriam que admitir que o giro da terra é o mais veloz de todos os movimentos, em virtude de efetuar tão grande revolução em pouco tempo, de forma que todas aquelas coisas que não estivessem em repouso sobre a terra pareceriam ter um movimento contrário ao movimento da terra, e nunca poderíamos ver uma nuvem mover-se para oriente ou qualquer outra coisa que voasse ou fosse atirada no ar. Pois a terra andaria sempre mais depressa que elas em seu movimento para oriente, de modo que todos os outros corpos pareceriam ser deixados para trás, e moverem-se para ocidente.”⁴

Por que? Porque o movimento das coisas não ligadas à terra seria imposto, e este exige uma força de contato constantemente atuante. Onde se originaria uma tal força? Assim vê-se que o principal argumento a favor da imobilidade da terra não surgiu de observações astronômicas, mas de uma ampla teoria física.

Isto, juntamente com mais uma multidão de refinamentos técnicos, era essencialmente a ciência que Copérnico herdou: uma teoria física que implicava a centralidade e imobilidade da terra, junto com uma teoria astronômica considerada como um instrumento preditivo.

(2) — Aristóteles, *On the Heavens*, livro II, cap. 13 (Random House, Nova York, 1941), p. 428.

(3) — *Ibid.*, p. 432.

(4) — Ptolomeu, *The Almagest*, livro I, cap. 7 (Great Books of the Western World, Chicago, 1952, vol. 16).

A teoria física, além de imperativa por si própria, tinha ficado tão entrelaçada com concepções teológicas sobre o mundo que um desafio a ela tornar-se-ia, de fato, um desafio lançado ao Estado e à Igreja. Nunca uma teoria científica tivera tal domínio sobre o espírito dos homens, e sobre suas percepções.

2. *As críticas de Copérnico*

O que levou então Copérnico a recusar a antiga teoria? Em que consistiu a sua façanha? E que nos diz ela acerca da racionalidade da mudança científica?

No Prefácio a *Sobre as Revoluções das Esferas Celestes*, Copérnico explica suas razões para discordar da teoria prevalecente. (1) As previsões não eram precisas, e isso num grau tal que o calendário era consideravelmente confuso. (Pode parecer que isto entra em conflito com minha observação anterior de que as construções ptolomaicas davam razoavelmente bem conta de todos os fenômenos. Mas não é assim, porque pequenos erros no início de uma teoria, com o decorrer dos séculos, transformam-se em erros significativos. (2) Não existia um conjunto único de construtos ptolomaicos. Alguns teóricos usavam só círculos concêntricos (como Eudóxio); outros, aplicavam variavelmente excêntricos, epiciclos e equantes. Os primeiros permaneciam fieis ao princípio de construir os movimentos celestes somente a partir de movimentos circulares uniformes, mas não davam exatamente conta de todos os fenômenos observados. Os segundos explicavam melhor os fenômenos observados, mas à custa da violação do princípio da uniformidade dos movimentos celestes. Observe-se que esta objeção seria irrelevante para uma pessoa que interpretasse a astronomia de maneira puramente instrumental. A objeção só ganha força se for rejeitada a dissociação radical entre a física e a astronomia, isto é, se se considerar a astronomia como sendo limitada por princípios físicos. (3) Mais importante ainda, a teoria ptolomaica não pode explicar “a forma do universo e a imutável simetria de suas partes”

“É como se um artista fosse reunir as mãos, os pés, a cabeça e outros membros para realizar suas figuras, tirando-os de diversos modelos, estando cada parte excelentemente desenhada, mas não relacionada com um corpo único, de tal modo que, não combinando as partes umas com as outras, o resultado seria um monstro e não um homem”⁵

(5) — Copérnico, *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*, Prefácio. Em M.K. Munitz, ed., *Theories of the Universe* (The Free Press, Nova York, 1957).

Isto quer dizer que a teoria ptolomaica violou uma concepção de simplicidade, unidade e racionalidade que Copérnico acreditava dever existir numa boa teoria.

Até aqui temos apenas objeções internas à velha teoria. Implicam objeções conceptuais a alguns de seus aspectos, e mostram que ela falhou na realização de alguns objetivos por ela própria colocados. Nenhuma das objeções se apoia em novas provas, não surgindo de um programa observacional ou experimental. Além disso, no contexto, a primeira é a menos importante. Qualquer falha preditiva pode ser facilmente remediada *post hoc*, através da variação de um dos parâmetros disponíveis. Mas qualquer “remendo” apenas serve para reforçar as outras objeções. E os remendos não melhoram a qualidade das predições por muito tempo. Tampouco abrem novas fronteiras para a pesquisa. A teoria ptolomaica fora trabalhada até à exaustão. Os tempos estavam maduros para inovações.

3. *O feito de Copérnico.*

O que fez Copérnico? Desenvolveu uma teoria astronômica com as seguintes características, que a distinguem da teoria dominante: (1) O universo tem por centro o sol, (mais precisamente, é heliostático e centrado próximo do sol). (2) A terra move-se. (3) A terra é um planeta e move-se de acordo com os mesmos princípios dos outros planetas. (4) Existe mais do que um centro verdadeiro do movimento celeste: o sol, em redor do qual os planetas se movem, e a terra em torno da qual se move a lua. (5) As órbitas traçadas pelos planetas são fechadas, circulares em sua maior parte e heliocêntricas. (6) Os movimentos aparentes do sol e dos planetas, incluindo os de oriente para ocidente, são explicados a partir de uma combinação dos seus movimentos com os da terra. Os astrônomos antigos “atribuíram erroneamente qualidades terrestres aos corpos celestes”⁶

A nova teoria não difere da antiga nos seguintes aspectos: (1) O universo é finito e esférico. (2) São usadas as mesmas técnicas matemáticas, com exceção do equante. Uma vez que as órbitas não são exatamente circulares e há irregularidades observadas nos movimentos dos planetas, os excêntricos e epiciclos eram ainda usados para salvar as aparências. (3) As bases observacionais das duas teorias eram virtualmente idênticas. Copérnico não era um observador significativo. Baseou-se quase que exclusivamente nos dados de Ptolomeu. (4) A nova teoria não possuía uma explicação física adequada. (5) Ambas as teorias salvavam as aparências igualmente bem. Esta

(6) — *Ibid.*, livro 1, cap. 4. Veja-se também H. Guerlac, “Copernicus and Aristotle’s Cosmos”, *Journal of the History of Ideas*, 29, 109 (1968).



nômenos” Ora cada construto possui certos elementos em comum. Cada um tem um componente diário e um anual, que existem sem uma explicação de princípio. (Nos casos de Marte, Júpiter e Saturno o componente anual é o período do maior epiciclo; nos casos de Vênus e Mercúrio o do deferente.)

A simples hipótese do duplo movimento da terra, rotação diária e revolução anual, é suficiente para eliminar estes aspectos inexplicados, e mesmo para explicar por que são necessários nas construções ptolomaicas. A mesma hipótese também serviu para explicar os movimentos de oriente para ocidente dos planetas, e o fato de Mercúrio e Vênus nunca aparecerem para além de um certo deslocamento angular a partir do sol. Uma hipótese única traz unidade aos fenômenos, e cria um sistema. Além do mais, as construções ptolomaicas nada implicam acerca das distâncias relativas dos planetas à terra e entre si. Os planetas foram posicionados no cosmos de acordo com a hipótese *ad hoc* que o período do deferente varia diretamente com a distância ao centro do universo. Isto funcionava bem para os planetas que Copérnico colocou além da órbita da terra, mas os deferentes de Mercúrio e Vênus tinham o mesmo período que o do Sol. A nova teoria estabelece imediatamente que Mercúrio está mais perto do sol porque o seu deslocamento máximo em relação do sol é menor que o de Vênus. A nova teoria tornou factível o estudo rigoroso das distâncias planetárias.

Por estas razões Copérnico podia argumentar que: “ as ordens e magnitudes de todas as estrelas e esferas, e os próprios céus, acham-se tão ligados que nada em parte alguma pode ser tirado de seu lugar sem provocar a confusão das outras partes e do Universo como um todo”⁷.

É esta a simplicidade à qual Copérnico aspirava: unidade e sistema em vez de construtos não relacionados.

É certo que tal simplicidade constitui um ganho, mas será suficiente para exigir nossa adesão? E constituirá uma resposta adequada à crítica de Copérnico a Ptolomeu? Anula a dissociação entre física e astronomia? Fica claro que a nova teoria, interpretada como uma descrição da realidade, é incompatível com a física aristotélica. Tem-se afirmado (inclusive por Osiander, o editor de “Sobre as revoluções”, numa nota introdutória à grande obra) que Copérnico pretendia que sua obra fosse apenas um instrumento matemático. O próprio Osiander sugere até que nada além disso se pode conseguir em astronomia:

(7) — Copérnico, *op. cit.*, Prefácio.

“Pois é dever do astrônomo compor a história dos movimentos celestes através de cuidadosas e hábeis observações. E ao virar-se para as causas destes movimentos, ou para hipóteses acerca delas, deve conceber e inventar, uma vez que não pode de modo algum atingir as verdadeiras causas, hipóteses tais que, se admitidas, permitam calcular corretamente os movimentos a partir dos princípios da geometria, tanto para o futuro como para o passado. Pois é bastante claro que as causas dos movimentos aparentemente desiguais são completa e simplesmente desconhecidas desta arte. E se acaso quaisquer causas forem vislumbradas pela imaginação, como de fato muitas o são, não são elas apresentadas para convencer alguém de sua verdade, mas tão somente para fornecer uma base correta para o cálculo.. No que toca às hipóteses, não se deve esperar nada de certo da astronomia, que não pode oferecer certezas, nem se deve aceitar como verdades idéias concebidas noutra propósito, para que não se deixe este estudo mais desajuizado do que quando nele se entrou”⁸

Podemos perceber muito bem o que está por trás do prefácio de Osiander. Os instrumentos de cálculo não podem contradizer a Sagrada Escritura. Mas tal prefácio não representa o pensamento de Copérnico. Se assim fosse, sua crítica inicial a Ptolomeu seria ininteligível. Copérnico buscou um universo unificado e harmonioso, explicado por princípios físicos. Contudo, dado que sua teoria contradizia a velha física, ele tinha que construir uma nova física. Fez uma séria tentativa nesta direção, todavia nunca foi capaz de libertar-se da concepção teleológica que caracteriza essencialmente a física aristotélica, e que a ciência moderna rejeita.

5. *A Física de Copérnico.*

Na física de Copérnico existem movimentos naturais e provocados, mas não é mais em termos de movimentos naturais que os elementos, ou espécies de substâncias, são definidos. O movimento natural adequa-se à forma. Especificamente, existe um único movimento natural, o movimento uniforme circular, próprio dos corpos esféricos. É uma idéia libertadora. Rompe a separação rígida entre as leis dos movimentos celestes e terrestres no interior da física aristotélica. Céus e terra são tratados da mesma maneira, obedecendo às mesmas leis. O que por sua vez possibilita fisicamente os movimentos heliocêntricos. Também permite a Copérnico insistir vigorosamente na natureza uniforme e circular dos movimentos celestes. O que sejam os centros

(8) — Citado em E. Rosen, *Three Copernican Treatises* (Dover, Nova York, 1959), pp. 24-25.

destes movimentos dependerá da melhor forma de preservação da uniformidade. Se a hipótese heliocêntrica é a que melhor preserva a uniformidade, então o sol situa-se no centro. A teoria também é compatível com o sustentar-se que os diversos movimentos circulares da terra são naturais. O que lhe permite evitar o argumento de Ptolomeu contra a movimentação da Terra, alegando:

“Talvez o ar contíguo contenha uma mistura de matéria aquática ou terrestre, e assim obedeça à mesma lei natural que a terra, ou talvez o ar exija movimento em virtude da perpétua rotação da terra, por propinquidade e ausência de resistência”⁹

Esta afirmação, contudo, cria dificuldades à explicação da subida e queda dos corpos. O movimento em linha reta deixa de ser considerado natural. Resolve o problema da queda gravitacional, atribuindo-o à tendência do corpo a ser absorvido pela terra como um todo, de modo a preservar a forma esférica perfeita. E Copérnico generaliza esta noção para outros corpos esféricos, de sorte que todos os corpos tendem à absorção pelos todos de que são partes. A atração, portanto, é um fenômeno que não pertence apenas à terra, mas diz respeito a todos os corpos celestes, contudo em nenhuma parte sustenta Copérnico a idéia de que os corpos celestes se atraiam uns aos outros.

Embora à primeira vista esta teoria da gravidade seja tão plausível quanto a de Aristóteles, carece do caráter abrangente desta. Não possui uma explicação coerente da subida dos objetos aquecidos; destruiu o fundamento da definição dos quatro elementos terrestres, sem fornecer um que o substitua; e assim torna-se incapaz de explicar o conjunto de fenômenos de mudança e movimento abrangidos por Aristóteles.

Em suma, a física copernicana era consideravelmente inferior à antiga física. Assim Copérnico não foi capaz de refutar a principal objeção à realidade de seu sistema planetário. Dá-se o caso que ele não é coerente com a melhor física disponível, e assim o melhor argumento de Copérnico contra a teoria de Ptolomeu podia agora voltar-se contra ele próprio.

6. *Algumas lições.*

Na época, portanto, as provas e os argumentos não apoiavam Copérnico. É importante sublinhar este fato, pois uma certa sabedoria científica presume que foram apenas o obscurantismo e o fundamen-

(9) — Copérnico, *op. cit.*, livro 1, cap. 8.

talismo religiosos quem cortou o caminho à plena aceitação de Copérnico. A teoria era uma corajosa conjectura que, embora tardiamente, vemos que contém intuições fundamentalmente corretas. Mas era insuficientemente apoiada pela experiência e solapava a unidade do velho cosmos, concepção que fazia parte da ideologia que amparava tanto a Igreja como o Estado. Mesmo seguindo padrões metodológicos modernos, poderia hesitar-se em apoiar a queda de Aristóteles.

Sabemos, é claro, que Copérnico finalmente saiu vitorioso, mas não antes de sua teoria ser profundamente transformada. Antes do triunfo, a tese do movimento circular uniforme teve de ser rejeitada, e substituída pelas órbitas elípticas de Kepler, e sua física totalmente rejeitada e substituída pela física matemática que herdamos. Copérnico iniciou o processo através do qual, após sucessivas transformações, surgiu a ciência moderna. E como Copérnico antecipara, na nova ciência a dissociação radical entre física e astronomia desapareceu, e os corpos celestes e terrestres obedecem às mesmas leis físicas. Além do que as novas leis físicas (as leis da inércia e da gravitação de Newton) derivavam em grande parte da tentativa de explicar a versão kepleriana da teoria planetária copernicana.

Surge aqui uma estranha ironia. Noutro tempo a astronomia era estudada por causa da alma. Como disse Ptolomeu:

“E na verdade esta mesma disciplina prepararia mais do que qualquer outra as pessoas de entendimento no que diz respeito à nobreza das ações e do caráter, através da contemplação da igualdade, boa ordem, natural proporção e retidão existentes nas coisas divinas, tornando seus seguidores amantes daquela beleza divina, tornando habitual neles, como se natural fora, uma idêntica condição da alma”¹⁰.

Naturalmente era também estudada tendo por finalidade a navegação ou a elaboração de calendários, e a maior parte de seus maiores cultores usaram-na para fins ainda menos nobres. Como disse Kepler:

“A natureza, que proporcionou a cada animal seus meios de subsistência, ofereceu a astrologia como auxiliar e aliada da astronomia”¹¹

Mas, depois de Copérnico, a nova unidade entre os céus e a terra, algo que os astrólogos nem podiam imaginar, tornou-se tal que a

(10) — Ptolomeu, *op. cit.*, liv. 1, cap 1.

(11) — Citado na introdução à seleção de Kepler, *Great Books, op. cit.*, vol. 16.

contemplação dos céus por parte do homem conduziu a uma transformação fundamental da terra.

O que aprendemos nós acerca da natureza da ciência refletindo sobre a obra de Copérnico? As provas e os dados não se constituem nos fatores cruciais ao avaliarmos uma inovação científica. Mais do que os dados, são as idéias que estão por trás das conjecturas mais arrojadas. A avaliação de determinada conjectura não depende de sua verificação, de sua aceitabilidade ou mesmo de sua inteligibilidade ao tempo em que é criada. Nem tão pouco depende da falsificação da teoria precedente. As teorias, à medida que vão passando, ocupam o seu lugar na história; atingem o seu máximo num determinado momento, e depois vão morrendo gradualmente. A teoria aristotélico-ptolomaica não foi falsificada, mas morreu. Podia ainda ter sofrido ulteriores elaborações, mas elas apenas acrescentariam maior complexidade ao sistema, e não conteriam os conceitos que nos permitiriam expandir os princípios explanatórios da teoria para novos domínios de fenômenos. Tinha sido pois trabalhada até ao seu limite possível, e já não podia aguentar um programa continuado de pesquisa. Em particular, séculos de reflexão tinham deixado claro que dentro de seu esquema a dissociação entre física e astronomia não podia ser rompida. Se alguém quisesse fazê-lo seria necessário começar tudo de novo. A teoria copernicana, a despeito de suas influências, ofereceu um novo ponto de partida. Mesmo em sua forma original, abriu a possibilidade de uma investigação séria de um novo domínio de fenômenos: as distâncias planetárias. E o tipo de simplicidade elogiado por Copérnico, e confirmado pelas descobertas de Kepler, sugeriu a possibilidade de uma verdadeira explicação física. Mais do que isso: uma vez que a nova teoria física supunha que a terra e os planetas eram uma mesma espécie de coisa, surgiu a possibilidade de descobrir leis comuns subjacentes a seus respectivos processos. Esta possibilidade foi finalmente realizada com a descoberta de leis que podiam forjar uma conexão entre os movimentos dos corpos celestes e o deslizar de esferas em planos inclinados, conexão essa que antes seria ininteligível.

O que venho sugerindo é que, na época da publicação de “Acerca das Revoluções”, não existia nada semelhante a uma racionalidade que autorizasse a aceitação da teoria copernicana, a não ser que fossem assumidos certos valores: especificamente o valor segundo o qual se devia lutar pela unidade e coerência geral das ciências, e o valor segundo o qual é desejável um programa de pesquisa aberto e em continua expansibilidade, *ou*, se se quiser, que é bom explorar os limites do conhecimento. Estes valores não são de modo algum universais. Poucos homens no séc. XVI deles participavam, e menos

ainda alguém que desejasse manter a ordem social estabelecida. Mas sem comprometimento com estes valores não poderia ter-se alcançado aquele tipo de prova que apoia a nova ciência, pois não se teria configurado uma boa razão para aperfeiçoar, transformar e explorar as implicações da teoria copernicana. Não que eu esteja sugerindo que, de algum modo, o aceitar estes valores implique a verdade da teoria copernicana. Mas antes que, dada a escolha na época entre as duas teorias, os valores levaram a optar por explorar as implicações da teoria copernicana. Pois que no contexto daquela escolha se acha o único caminho que permite o progresso científico. Apesar das imperfeições da teoria copernicana, a existência dessa escolha foi essencial para o progresso. Sem ela não existia centro para levar a pesquisa adiante, nem modelo dentro do qual fosse possível estabelecer que determinados fenômenos não confirmavam a antiga teoria. As descobertas telescópicas de Galileu, por exemplo a das luas de Júpiter e a das fases de Vênus, desconfirmam a teoria de Ptolomeu tão somente porque são prontamente explicadas dentro da teoria copernicana e não dentro da de Ptolomeu.

Como conclusão, permitam-me reafirmar quatro teses gerais que extraio de minha análise da obra de Copérnico. (1) Os dados não são a fonte inicial da inovação científica. (2) Uma antiga teoria não é falsificada por dados observacionais; é suplantada quando uma nova teoria incorpora ou explica de maneira mais simples um certo conjunto de fenômenos. Isto é, na altura da mudança teórica, uma teoria não enfrenta os dados sozinha: são ambas as teorias que se confrontam com os dados. (3) É racional seguir as implicações de teorias novas, mesmo quando estas são imaturas e não se acham suficientemente desenvolvidas para se compararem com a teoria dominante. A racionalidade sugere um pluralismo teórico, e apoia a demanda do maior grau de unidade e coerência geral alcançável nas ciências. (4) A racionalidade científica depende da aceitação de certos valores¹²

Department of Philosophy, Swarthmore College.

Tradução de Armando Mora de Oliveira

(12) — Este artigo baseia-se numa conferência proferida no Swarthmore College em abril de 1973, e na Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Rio de Janeiro, em julho de 1973. As discussões com meu colega Prof. U. Henke ajudaram-me a esclarecer alguns pontos.