

CRISES E REVOLUÇÕES: A REVOLUÇÃO COPERNICANA SEGUNDO THOMAS KUHN

Marcelo Moschetti
Departamento de Filosofia
Unicentro, Guarapuava - PR

Resumo: A necessidade de crise no paradigma científico é essencial na Filosofia da Ciência de Thomas S. Kuhn. Alguns estudiosos argumentam que não havia crise na Astronomia quando Copérnico publicou o *De Revolutionibus* porque ele não trouxe qualquer avanço na precisão dos cálculos astronômicos. Esta posição é examinada de maneira a incrementar a compreensão do modelo de ciência descrito na *Estrutura das Revoluções Científicas*, assim como da própria revolução copernicana.

Palavras-chave: Revolução científica; Kuhn; Copérnico

Abstract: The need of a crisis in the scientific paradigm is essential to the Philosophy of Science, by Thomas S. Kuhn. Some scholars argue that there was no crisis in Astronomy when Copernicus published *De Revolutionibus*, because he had not brought any advance in the accuracy of Astronomical Calculus. Such viewpoint is examined in order to improve the understanding of the model of Science described in *The Structure of Scientific Revolutions*, as well as in the Copernican revolution itself.

Key-words: Scientific revolution; Kuhn; Copernicus

Uma das críticas mais freqüentes que o modelo kuhniano de ciência tem sofrido é atribuída a Gingerich Owen (ÉVORA, 1993, v.1, p. 119 e BRACKENRIDGE, 1985, p. 448). Ele calculou, com a precisão atual, a posição dos astros na época de Copérnico (1473-1543). Verificando que os cálculos copernicanos não apresentavam maior precisão em relação aos ptolomaicos, Owen questionou se a astronomia estava realmente em crise quando ocorreu a chamada revolução copernicana. A idéia de crise no

paradigma é central na caracterização de uma revolução científica kuhniana, e a crítica é ainda reforçada pelo destaque que Kuhn dá à revolução copernicana e ao texto do próprio Copérnico na caracterização da crise.

É exatamente durante a crise que se põe em dúvida os princípios da ciência em questão, abrindo caminho para o surgimento de uma nova teoria, o que a torna o fator determinante do momento em que ocorre uma revolução científica. O capítulo 5 da *Estrutura*, chamado *As crises e a emergência das teorias científicas*, trata justamente da defesa da presença de uma crise para que ocorra a revolução. Já no início Kuhn declara as causas da crise no trabalho normal do cientista:

A emergência de novas teorias é geralmente precedida por um período de insegurança profissional pronunciada, pois exige a destruição em larga escala de paradigmas e grandes alterações nos problemas e técnicas da ciência normal. Como seria de esperar, essa insegurança é gerada pelo fracasso constante dos quebra-cabeças da ciência normal em produzir os resultados esperados. O fracasso das regras existentes é o prelúdio para uma busca de novas regras. (KUHN, 1996, p. 95)

O período de insegurança profissional se deve à falta de confiança dos cientistas nos princípios sobre os quais se sustenta seu trabalho. Com o fracasso das regras existentes, os cientistas passam a questionar os princípios da ciência que praticam, já que ela não tem sido capaz de resolver os problemas que propõe. Com as repetidas tentativas frustradas de adaptá-las às anomalias (os resultados inesperados que causaram a crise), os cientistas passam a não seguir mais as mesmas regras e é chegado o momento propício para o surgimento de uma nova teoria que se proponha a resolver as dificuldades que geraram essa crise: “Na manufatura, como na ciência – a produção de novos instrumentos é uma extravagância reservada para as ocasiões que o exigem. O significado das crises consiste exatamente no fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos” (KUHN, 1996, p. 105). A crise, determinada pelo fracasso de um paradigma em resolver os problemas que deveria, cria a oportunidade ideal para que surjam novas soluções.

Examino esta questão no caso específico da revolução iniciada por Copérnico, ressaltando dois momentos diferentes do pensamento de Kuhn: na *Estrutura das Revoluções Científicas* e na *Revolução Copernicana*, obra anterior do autor, esta na área da história da ciência. Devo ressaltar que a proposta deste trabalho não é fazer uma exposição mais abrangente do modelo kuhniano, mas apenas colocar alguns elementos mais estreitamente ligados ao problema da crise na astronomia que teria gerado a revolução copernicana.

Kuhn é enfático ao descrever a crise na astronomia do século XVI: “A astronomia ptolomaica estava numa situação escandalosa, antes dos trabalhos de Copérnico” (KUHN, 1996, p. 94). Tal escândalo astronômico é descrito pelo autor nos seguintes termos:

(...) Quando de sua elaboração, no período de 200 a.C. a 200 d.C., o sistema precedente, o ptolomaico, foi admiravelmente bem sucedido na predição da mudança de posição das estrelas e dos planetas. Nenhum outro sistema antigo saía-se tão bem: a astronomia ptolomaica é ainda hoje usada para cálculos aproximados; no que concerne aos planetas, as predições de Ptolomeu eram tão boas como as de Copérnico. Porém, quando se trata de uma teoria científica, ser admiravelmente bem sucedida não é a mesma coisa que ser totalmente bem sucedida. Tanto com respeito às posições planetárias, como em relação aos equinócios, as predições feitas pelo sistema de Ptolomeu nunca se ajustaram perfeitamente às melhores observações disponíveis. Para numerosos sucessores de Ptolomeu, uma redução dessas pequenas discrepâncias constituiu-se num dos principais problemas da pesquisa astronômica normal (...) (KUHN, 1996, p. 95)

O autor descreve rapidamente o estabelecimento da astronomia ptolomaica, ressaltando alguns dos quebra-cabeças (termo utilizado por Kuhn para caracterizar o trabalho normal dos cientistas, mais exatamente “resolução de quebra-cabeças”) que determinaram o trabalho normal do astrônomo que seguiu esta tradição. Para os ptolomaicos, ao contrário de Copérnico, as discrepâncias seriam eliminadas com a aplicação das mesmas técnicas sobre o mesmo sistema geocêntrico. Só quando essas dificuldades passaram a ser consideradas anomalias o paradigma Ptolomaico entrou em crise. É digno de nota que as mesmas dificuldades que foram consideradas pelos ptolomaicos como quebra-cabeças da ciência normal se apresentaram, para Copérnico, como anomalias, fazendo com que este questionasse o paradigma tradicional.

Um dos fatores que causaram essa crise – que colocaram em evidência as anomalias – é, para Kuhn, o fracasso continuado do trabalho dos astrônomos em adaptar os cálculos aos fenômenos:

Durante algum tempo, os astrônomos dispunham de todos os motivos para supor que tais tentativas de aperfeiçoamento da teoria seriam tão bem sucedidas como as que haviam conduzido ao sistema de Ptolomeu. Dada uma determinada discrepância, os astrônomos conseguiam invariavelmente eliminá-la, recorrendo a alguma adaptação especial do sistema ptolomaico de círculos compostos. Mas, com o decorrer do tempo, alguém que examinasse o resultado acabado do esforço de pesquisa normal de muitos astrônomos, poderia observar que a complexidade da Astronomia estava aumentando mais rapidamente que sua precisão e que as discrepâncias corrigidas em um ponto provavelmente reapareceriam em outro. (KUHN, 1996, p. 96)

Em outras palavras: com o passar do tempo mais observações astronômicas foram acumuladas, tornando mais claras as divergências entre elas e o sistema que pretendia descrevê-las. O tempo que os astrônomos passaram tentando adaptar o modelo ptolomaico às observações teria, então, devido à ausência de um progresso significativo nas predições

e ao acúmulo de observações, tornado evidente o fracasso técnico do paradigma astronômico.

Kuhn também aponta outros fatores que teriam causado a crise, mas é taxativo em defender o fracasso técnico como o mais importante deles:

Certamente o fracasso da atividade técnica normal de resolução de quebra-cabeças não foi o único ingrediente da crise astronômica com a qual Copérnico se confrontou. Um estudo amplo discutiria igualmente a pressão social para a reforma do calendário, pressão que tornou particularmente premente o problema da precessão dos equinócios. A par disso, uma explicação mais completa levaria em consideração a crítica medieval a Aristóteles, a ascensão do neoplatonismo da Renascença, bem como outros elementos históricos significativos. Mas ainda assim o fracasso técnico permaneceria como o cerne da crise. Numa ciência amadurecida – a Astronomia alcançara esse estágio já na Antiguidade – fatores externos como os acima citados possuem importância especial na determinação do momento do fracasso do paradigma, da facilidade com que pode ser reconhecido e da área onde, devido a uma concentração da atenção, ocorre pela primeira vez o fracasso. Embora sejam imensamente importantes, questões dessa natureza estão além dos limites deste ensaio (...) (KUHN, 1996, p. 97)

Mesmo assim, a importância dos fatores externos faz com que Kuhn reconheça a revolução copernicana como uma exceção. Diz ele no capítulo 5 - sobre a crise - ao comentar três exemplos de revoluções científicas, entre as quais a copernicana não se encaixa perfeitamente:

Esses três exemplos são (quase) inteiramente típicos. Em cada um desses casos uma nova teoria surge somente após um fracasso caracterizado na atividade normal de resolução de problemas. Além disso, com exceção de Copérnico, em cujo caso fatores alheios à ciência desempenharam papel particularmente importante, o fracasso e a proliferação de teorias que os tornam manifestos ocorreram uma ou duas décadas antes do enunciado da nova teoria. (KUHN, 1996, p. 103)

A importância de fatores externos na ocorrência da revolução copernicana é uma dificuldade assumida por Kuhn na aplicação de seu modelo a ela. Ele admite fatores externos também na demora do reconhecimento do fracasso: “Tais dificuldades só foram reconhecidas muito lentamente, pois a tradição astronômica sofreu repetidas intervenções externas e porque, dada a ausência da imprensa, a comunicação entre os astrônomos era restrita” (KUHN, 1996, p. 96). De qualquer maneira, para Kuhn, a revolução só aconteceu quando o momento era propício: o *De Revolutionibus* foi de certa maneira antecipado por Aristarco séculos antes de Ptolomeu. Contudo, devido à ausência de crise, não teria ocorrido, naquele momento, uma revolução. Somente com a combinação do fracasso

técnico, principalmente, e dos chamados fatores externos, chegou o momento da substituição do paradigma em crise.

Em diversas passagens, e particularmente em seus prefácios autobiográficos, Kuhn declara a decisiva influência de Alexandre Koyré em seu pensamento. Ele diz ter aprendido com Koyré e outros historiadores da ciência que, para compreender um determinado evento na história da ciência se deve tentar pensar como um cientista da época. Por isso ele recorre a Copérnico e a um colaborador:

No século XVI, Domênico de Novara, colaborador de Copérnico, sustentou que nenhum sistema tão complicado e impreciso como se tornara o ptolomaico poderia ser realmente a expressão da natureza (...) O próprio Copérnico escreveu no prefácio do *De Revolutionibus* que a tradição astronômica que herdara acabara criando tão-somente um monstro. No início do século XVI, um número crescente dentre os melhores astrônomos europeus reconhecia que o paradigma astronômico estava fracassando nas aplicações a seus próprios problemas tradicionais. Esse reconhecimento foi um pré-requisito para a rejeição do paradigma ptolomaico por parte de Copérnico e para sua busca de um substituto. Seu famoso prefácio fornece ainda hoje uma das descrições clássicas de um estado de crise. (KUHN, 1996, p. 96)

Este testemunho de um contemporâneo, mais ainda de um colaborador de Copérnico, ao lado da palavra do próprio astrônomo polonês, parece mesmo estar repleto de indicações sobre os motivos da revolução. Vejamos também a passagem de Copérnico que, de acordo com a *Estrutura*, descreve tão bem o estado de crise, na qual Kuhn destaca o reconhecimento do fracasso técnico como responsável pelo monstro:

... nenhum outro motivo me levou a pensar num método diferente de calcular os movimentos das esferas do Universo senão o fato de ter verificado que os matemáticos não estão de acordo consigo próprios na investigação de tais movimentos. É que em primeiro lugar eles se encontram de tal maneira inseguros quanto ao movimento do Sol e da Lua que nem a duração regular do ano corrente são capazes de explicar e formular. Em segundo lugar, ao determinarem os movimentos das esferas do Universo e dos cinco planetas não usam até dos mesmos princípios e premissas que nas demonstrações dos movimentos e revoluções aparentes. Com efeito, uns apenas se servem de círculos concêntricos e outros de círculos excêntricos e de epiciclos com os quais, porém, não atingem completamente o que pretendem. (COPÉRNICO, 1984, p. 8)

Copérnico se queixa daquilo que Kuhn chama de multiplicação das versões do paradigma, ou seja, a falta de acordo que Copérnico descreve entre os praticantes da astronomia, e a preocupação com o cálculo da duração regular do ano também o incomoda. As duas coisas estão relacionadas com a idéia de fracasso técnico, sendo que a segunda está ligada também àquilo que Kuhn chama de “pressão social para a reforma do calendário”

(um fator externo). Também aparece outro fator considerado externo: a incompatibilidade entre a cosmologia aristotélica e a astronomia ptolomaica.

As queixas de Copérnico não se limitam a estas, mas Kuhn, na *Estrutura das Revoluções científicas*, parece não dar muita importância a uma parte especialmente esclarecedora da insatisfação do astrônomo:

...também não conseguiram descobrir ou concluir a partir desses círculos um fato de mais interesse ou seja a forma do Universo e a justa simetria das suas partes, mas aconteceu-lhes como a alguém que fosse buscar a diferentes pessoas mãos, pés, cabeça e outros membros, perfeitamente apresentados sem dúvida mas sem formarem um corpo uno, e sem qualquer correspondência mútua entre si, de tal maneira que resultaria deles mais um monstro que um homem (...) se suas hipóteses admitidas não fossem falsas, tudo o que delas se conclui verificar-se-ia sem margem de dúvida... (COPÉRNICO, 1984, p. 8)

Por isso, o texto de Copérnico, que deveria apresentar uma descrição clássica do estado de crise de acordo com a *Estrutura*, pode também se prestar a outra interpretação: a prática astronômica vinha de uma longa tradição instrumentalista - não se preocupava em descrever a realidade, mas apenas em salvar as aparências (no caso, prever com a maior precisão possível os movimentos dos astros). No século XVI alguns astrônomos, como Domênico de Novarra (1454-1504) e Copérnico, passaram a se preocupar com a descrição da realidade. A mudança seria então nos objetivos da astronomia: tanto Copérnico como seu colaborador se incomodaram com esta incompatibilidade porque esperavam que a astronomia descrevesse a realidade. A unidade que Copérnico pretendia – e que o fazia ver o modelo tradicional como um monstro – deveria explicar o movimento de cada planeta da mesma maneira, e ser de tal forma orgânico que todos os planetas, cada um em sua órbita, pudessem ser concebidos conjuntamente e em harmonia uns com os outros. Uma nova sensibilidade está profundamente ligada a estas novas pretensões:

...admitindo os movimentos que eu à Terra atribuo na obra infra, com perguntas e longas observações, descobri que, se estabelecermos relação entre a rotação da Terra e os movimentos dos restantes astros, e os calcularmos em conformidade com a revolução de cada um deles, não só se hão-de deduzir daí os seus fenômenos mas até se hão-de interligar as ordens e grandezas de todas as esferas e astros assim como o próprio céu, de modo que, em parte nenhuma, nada de si se possa deslocar sem a confusão das restantes partes e de toda a universalidade... (COPÉRNICO, 1984, p. 9)

Copérnico tinha, em seus objetivos científicos, uma especial preocupação com a simetria e com a harmonia que se havia tornado comum no espírito da época. Por causa dela, ele não podia conceber algo como os equantes ptolomaicos. Ele usou quase todos os mesmos artifícios tradicionais da astronomia, como epiciclos e deferentes e excêntricos, mas o equante (artifício através do qual o movimento do planeta era descrito

com movimentos circulares não uniformes) era, para o astrônomo, realmente escandaloso (Sobre equantes, epiciclos e outros artificios da astronomia ptolomaica ver ÉVORA, 1993). Embora Copérnico utilizasse um número de círculos até um pouco maior que o de Ptolomeu para descrever os movimentos celestes, seu sistema ganhava em harmonia por um outro motivo, de ordem técnica: na astronomia ptolomaica o movimento de cada planeta era descrito inicialmente com um círculo principal e um epiciclo (este epiciclo descrevia o movimento retrógrado), que eram acrescidos de outros círculos (epiciclos) para corrigir as discrepâncias entre observação e teoria. Com Copérnico, o primeiro epiciclo já não era mais necessário, restando aqueles que ajustavam detalhes (ÉVORA, 1993, v.1, p. 153-159):

...o movimento retrógrado, em particular, é transformado em uma consequência natural e imediata da geometria das órbitas centradas no Sol. Mas só os astrônomos que valorizavam elegância qualitativa muito mais que precisão quantitativa (e houve poucos, Galileu entre eles) poderiam considerar este argumento convincente frente ao complexo sistema de epiciclos e excêntricos elaborado no *De Revolutionibus*... (KUHN, 1957, p. 171)

Copérnico não aumentou a precisão dos cálculos, mas, do ponto de vista estético, seu modelo era muito mais atraente àqueles que protagonizaram a revolução científica dos séculos XVI e XVII, como Galileu (1564-1642) e Kepler (1571-1630). A chamada revolução copernicana só se concretizou através de seus sucessores.

Koyré, que tanto influenciou Kuhn, é famoso por defender a tese de que a chamada ciência clássica – da qual Copérnico é um dos pais – teria sido motivada pelo senso estético neoplatônico que se desenvolveu nos intelectos da época (Ver KOYRÉ, 1957). Embora o termo neoplatonismo seja impreciso, carregado de significados díspares e por fim a tese sobre o neoplatonismo dos séculos XVI e XVII seja inadequada, a palavra é mantida porque se trata, neste momento, de uma descrição das idéias de Koyré; ainda assim, sustento que seu conteúdo, a sensibilidade maior para as simetrias e harmonias, é fator extremamente relevante na compreensão da revolução científica que é objeto deste trabalho. Assim, segundo Koyré, os neoplatônicos do século XVI, que prezavam a harmonia e a simplicidade, não poderiam aceitar tal monstro.

A importância dessa tese é minimizada por Kuhn, mas sem grandes explicações. Ora, a revolução iniciada por Copérnico não é qualquer detalhe, facilmente dispensável dentro do modelo apresentado na *Estrutura*. Ao contrário, a semelhança entre palavras de Copérnico e o vocabulário kuhniano é tanta (o leitor de Kuhn reconhece no texto de Copérnico muitas fórmulas características do discurso de Kuhn) que, sem medo de exagero, não haveria o filósofo da ciência Thomas Kuhn sem a revolução copernicana, ao menos como o conhecemos. Além disso, não há dúvida de que suas teses epistemológicas estão profundamente ligadas ao seu trabalho de historiador. Por isso, quando ele diz que esta discussão está além dos limites da *Estrutura*, sua afirmação nos induz a buscar mais elementos na *Revolução Copernicana*, obra anterior à *Estrutura* e

mais propriamente classificada como história da ciência. Nesta, baseado no caminho tortuoso que o saber antigo seguiu até chegar ao ocidente latino medieval, na dificuldade dos medievais em assimilá-lo e na chegada dos originais gregos dos textos apenas pouco tempo antes de Copérnico, Kuhn considera este último o sucessor praticamente imediato de Ptolomeu.

Como fatores determinantes da revolução, Kuhn aponta o estado de agitação política, religiosa e intelectual do Renascimento, as grandes navegações, a crítica medieval a Aristóteles, a pressão para a reforma do calendário e o fracasso técnico e, finalmente, chega ao campo da sensibilidade estética do neoplatonismo renascentista, ligado ao humanismo. Ele atribui, na *Revolução Copernicana*, importância maior ao meio intelectual renascentista:

Qualquer entendimento possível do momento da Revolução e dos fatores que a levaram adiante devem (...) ser encontrados principalmente fora da astronomia, dentro do meio intelectual mais amplo habitado pelos praticantes da astronomia (...) a integração medieval entre ciência e teologia, os séculos de crítica escolástica, e as novas correntes de pensamento e vida da Renascença, tudo se combinou para mudar a atitude dos homens frente à herança que aprenderam na escola (...) (KUHN, 1957, p. 131)

Em outra passagem ele é bem mais explícito em relação à sua herança teórica de Koyré:

... cada um dos argumentos [empregados por Copérnico para persuadir seus contemporâneos da validade de seu novo enfoque] se refere a um aspecto das aparências que pode ser explicado tanto pelo sistema de Copérnico como pelo de Ptolomeu, tentando mostrar em todos e cada um dos casos quanto mais harmoniosa, coerente e natural é a explicação copernicana. O número dos tais argumentos é elevado e a soma de provas em favor da harmonia é, antes de tudo, impressionante (...) Os argumentos de Copérnico não são pragmáticos. Não apelam para o sentido utilitário de quem pratica a astronomia, senão única e exclusivamente para o seu senso estético (...) (KUHN, 1957, p. 180)

Vemos então que, nessa obra, Kuhn defende a tese estética. Assim, na verdade, a *Revolução Copernicana* não concorda inteiramente com a *Estrutura*. A idéia de crise na astronomia, na *Estrutura*, tem como fator principal idéia de fracasso técnico. Já na *Revolução Copernicana* Kuhn parece concordar com Koyré quanto ao motivo da revolução. Ainda assim, a tese de que houve crise não é incompatível com a *Revolução Copernicana*. Apenas é necessário ressaltar que, nesta última, o principal motivo da crise não teria sido o fracasso técnico.

Devido a essa duplicidade, Évora aponta “duas leituras kuhnianas sobre as causas que teriam levado Copérnico a abandonar o geocentrismo, iniciando uma revolução na astronomia” (ÉVORA, 1993, v. 1, p. 121). Em um primeiro momento, na *Revolução*

Copernicana, ele abordou o fato como um historiador. Já na *Estrutura*, em função de sua tese mais geral sobre revoluções científicas, diminuiu a importância de certos fatores e ampliou a de outros. No artigo chamado “A História e a Filosofia da Ciência”, publicado no *Essential tension*, Kuhn parece indicar esta saída, ao falar das duas disciplinas: “Elas diferem em muitas de suas características constitutivas centrais, das quais as mais gerais e evidentes são suas metas (...) A narrativa histórica deve tornar plausíveis e compreensíveis os eventos que descreve (...) O filósofo, por sua vez, tem como objetivo principalmente generalizações explícitas e aquelas com âmbito universal” (KUHN, 1977, p. 45). Ao descrever a revolução copernicana como historiador, Kuhn fez uma análise cuidadosa dos fatores envolvidos nesta determinada revolução, ao passo que na *Estrutura*, enquanto filósofo, estava mais preocupado em tratar das regularidades encontradas em todas as revoluções científicas. Nesta última o fracasso técnico mereceu maior destaque, pois Kuhn considerou que ele poderia ser generalizado, ao passo que a tese do senso estético se refere a um caso particular.

De fato, é trabalho do historiador compreender a singularidade de cada um de seus objetos, enquanto o filósofo da ciência trabalha com generalizações, ou, mais exatamente, universalizações. O que subsiste como incômodo, mas está além dos objetivos desta análise, é a maneira indutiva com que Kuhn apresenta suas generalizações. Uma idéia antiga e talvez fora de moda exige da filosofia um maior rigor com as afirmações generalizantes, o que poderia desautorizar uma das principais contribuições kuhnianas: a necessidade de buscar as generalizações epistemológicas como regularidades na história da ciência. Embora a crítica feita por Kuhn aos epistemólogos tradicionais – “ciência é aquilo que o cientista faz” – seja em alguma medida relevante, penso que a filosofia da ciência anterior à *Estrutura*, por tratar do “dever ser” da ciência, e não dela mesma, justificava melhor sua pretensão à universalidade.

É muito mais simples defender Kuhn da crítica de Owen. Seu questionamento da crise que teria gerado a revolução copernicana depende fundamentalmente da prova de que Copérnico não aumentou a precisão dos cálculos. Em primeiro lugar, isso equivale a dizer que não houve progresso técnico, e não que não havia fracasso técnico. Owen não nota que o progresso técnico viria com o modelo semi-heliocêntrico de Tycho Brahe (1546-1601), o qual, por ser matematicamente equivalente ao de Copérnico (os círculos supostos nos cálculos são praticamente os mesmos) e tecnicamente superior à tradição (em precisão), prova ao menos que o heliocentrismo levou, em algumas décadas, a um progresso técnico superior ao que ocorreu em todos os séculos que separam Copérnico de Ptolomeu (conforme mostrei em MOSCHETTI, 2002, p. 45). Ainda assim, no modelo exposto na *Estrutura* a idéia de fracasso técnico não está necessariamente indicando que uma revolução científica traz progresso técnico (a única consequência necessária do argumento de Owen). Por isso, creio que, no mínimo, a crítica fica suavizada. Além disso, mesmo que se concedesse que não havia fracasso técnico, isso não significaria que a astronomia não estava em crise, pois a crise poderia ter sido causada por outros fatores, como uma mudança na sensibilidade dos cientistas.

Referências bibliográficas

BRACKENRIDGE, J. B. Kuhn, Paradigms, and Astronomy: Astronomy as a Case Study of Kuhnian Paradigms. In: **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 129, n. 4, 1985.

COPÉRNICO, N. **As revoluções dos orbes celestes**. Trad. de A. D. Gomes e G. Domingues. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1984. ÉVORA, F. R. R. **A revolução copernico-galileana**. 2v. Campinas: CLE-UNICAMP, 1993.

KOYRÉ, A. **From the close to the infinite universe**. Baltimore: John Hopkins, 1957.

KUHN, T. S. **The essential tension**. Chicago: The University of Chicago Press, 1977.

_____. **The copernican revolution**. Cambridge: Massachussets, 1957.

_____. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1996.

MOSCHETTI, M. **A unificação do cosmo: o rompimento de Galileu com a distinção aristotélica entre céu e terra**. Campinas, 2002. 194 p. Dissertação (mestrado em Filosofia) – IFCH, UNICAMP.