

O episódio copernicano revisitado pela via das práticas científicas e a utilização do Dispositivo de Tusi

The Copernican episode revisited through the scientific practices and the usage of Tusi's Device

EMANUEL CARDOSO

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | Cefet-RJ

MARCÍLIA BARCELLOS

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | Cefet-RJ

ANDREIA GUERRA

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | Cefet-RJ

Resumo O trabalho revisita o episódio copernicano sob a perspectiva das práticas científicas. Sob esse ponto de vista, surgem outros fatores sociais e personagens que influenciaram também a produção do conhecimento científico. As práticas mais latentes reveladas pela pesquisa foram aquelas de tradução, formação de grupos de estudos e redes de produção de conhecimento. Será abordado o dispositivo matemático conhecido como Par de Tusi, que se relaciona diretamente com a interpretação de unificação de movimentos circulares e retilíneos defendida por Copérnico. Esse dispositivo tem a marca da astronomia árabe e, a partir dele, é possível destacar a existência e importância de autores árabes como movimento de defesa da ciência como elemento cultural que é produzido no encontro de culturas. Compreender esse encontro passa por analisar o contexto da Universidade de Pádua e da relação da produção científica com o processo civilizatório vigente na época, no que diz respeito às migrações e interesses econômicos, as práticas de tradução e a incorporação cultural de conhecimento.

Palavras-chave história da ciência – Copérnico – ciência árabe.

Abstract *The paper revisits the Copernican episode from the perspective of scientific practices. This perspective allows the emergence of other social factors and characters that also influence the production of scientific knowledge. The most evident practices revealed by the research were the practices of translation, formation of study groups and networks of*

knowledge production. The mathematical device known as Tusi's Pair will be highlighted, which is directly related to the interpretation of the unification of circular and rectilinear movements defended by Copernicus. This device bears the mark of Arab astronomy and thenceforth it is possible to point out the existence and importance of Arab authors as a movement to defend science as a cultural element that is produced in the encounter of cultures. Understanding this encounter involves analyzing the context of the University of Padua and the relationship between scientific production and the civilizing process at the time, concerning migration and economic interests, the practices of translation and the cultural incorporation of knowledge.

Keywords history of science – Copernicus – Arabic science.

Introdução¹

É bastante comum os materiais didáticos e de divulgação científica creditarem a Nicolau Copérnico a primazia do modelo de mundo heliostático. Muito embora os trabalhos do astrônomo polonês possam representar alguma vanguarda na mudança do pensamento hegemônico na Europa – então ptolomaico –, alguns autores defendem que essa ideia já era bem difundida alguns séculos antes, no Oriente Médio,² junto às explicações e demonstrações de movimentos planetários.

Ragep,³ por exemplo, destaca que o modelo usado por Copérnico para apresentar seu sistema heliostático contém soluções estéticas e matemáticas para o movimento de órbitas similares às soluções apresentadas por astrônomos orientais. Essa proposição abre espaço para reflexões sobre a chance de o astrônomo polonês ter tido acesso a esses textos orientais como fonte de estudos. A possibilidade da proposição independente dessas soluções, isto é, sem que tivesse tido contato com os tratados árabes, torna-se, segundo Ragep,⁴ remota e a-histórica. Isso se dá, principalmente, a partir da descoberta de traduções de textos astronômicos árabes na Biblioteca do Vaticano, nos anos 1950, que continham modelos matemáticos para movimentos orbitais tais quais os que Copérnico usou, como apontam Kenedy e Roberts:⁵

Aqueles que advogam o desenvolvimento paralelo (ao mundo islâmico) parecem assim alegar que uma tradição de séculos sem precedentes na Europa foi recapitulada, de algum jeito, na vida de um indivíduo que, não só chegou às mesmas críticas, mas também aos mesmos modelos e revisões de modelos no período de uns trinta anos. Desnecessário dizer que tal abordagem é a-histórica ao extremo.⁶

Neste artigo, discutimos o episódio de construção do sistema heliostático de Copérnico partindo das considerações de Ragep⁷ de que o conhecimento das soluções apresentadas por astrônomos orientais foi fundamental para o sucesso do trabalho do astrônomo polonês. Para reforçar o destaque de Ragep,⁸ discutiremos o dispositivo matemático Par de Tusi e a Universidade de Pádua como um centro de circulação de conhecimento entre o mundo árabe e a Europa. Dessa forma, daremos atenção especial a práticas científicas daquele período, como aquelas referentes à criação de grupos, à sistematização do estudo de trabalhos já produzidos e a da tradução.⁹

Considerações sobre o dispositivo

O dispositivo, mais conhecido como Par de Tusi¹⁰ (ou Dispositivo de Tusi), trata-se do artifício matemático que supõe dois círculos de tamanhos diferentes – no nosso caso, órbitas –inscritos, que se circundam com velocidades diferentes e opostas. O círculo menor apresenta o dobro da velocidade do maior quando este tiver o dobro do raio da circunferência do menor, e assim sucessivamente. A Figura 1 apresenta o Dispositivo de Tusi descrito em texto astronômico árabe encontrado na Biblioteca do Vaticano, sob a referência MS Vat. Ar. 319:



Figura 1: A descrição do dispositivo matemático por al-Tusi

Fonte: Disponível em: https://digi.vatlib.it/view/MSS_Vat.ar.319/0062. Acesso em: 6 dez. 2020.

Nas anotações guardadas na Biblioteca do Vaticano,¹¹ há fragmentos particularmente interessantes de tradução dos tratados astronômicos de al-Tusi (apresentados na Figura 2) do árabe para o grego. Esses fragmentos, encontrados nos documentos oriundos da biblioteca da Universidade de Pádua junto a outras traduções de al-Shatir, não estão identificados (o que reforça a hipótese de tratar-se de um rascunho). Apesar disso, Di Bono¹² e Ragep¹³ defendem que as traduções (Figura 2) são de Gregory Chioniades, um astrônomo bizantino contemporâneo de al-Shatir. Chioniades também trabalhou em traduções de textos astronômicos do árabe para o grego. Os fragmentos podem ser encontrados sob a referência MS Vat. Gr. 211:

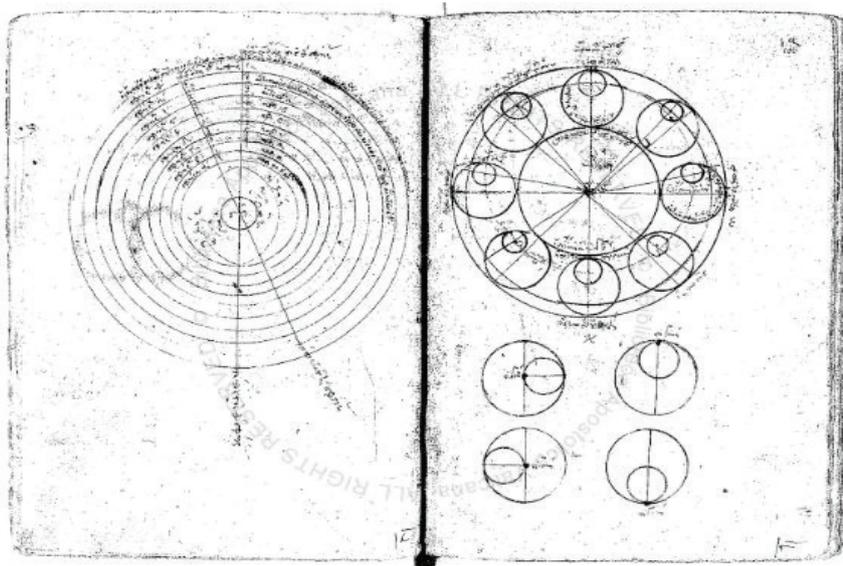


Figura 2: Fragmentos de tradução encontrados na Biblioteca do Vaticano, que datam de 1360, aproximadamente.

Fonte: Disponível em: https://digi.vatlib.it/view/MSS_Vat.gr.211/0118. Acesso em: 6 dez. 2020.

De acordo com Di Bono,¹⁴ em meados dos anos 1200 EC,¹⁵ al-Tusi descreve seu dispositivo que demonstra que “se um círculo rotaciona, carregando consigo um outro círculo, cujo raio tenha a metade do seu e que gire na direção oposta com o dobro da velocidade do primeiro, o ponto inicial de contato entre eles oscilará em linha reta de um extremo a outro do diâmetro do círculo maior”.¹⁶ O Dispositivo de Tusi foi classificado como “trivial, porém revolucionário”.¹⁷ Isso porque o modelo, de forma simples, indicava a produção de um movimento retilíneo a partir de um movimento circular, dando, assim, instrumentos matemáticos de contestação da proposição aristotélica de que havia distinção entre o movimento circular celeste e o movimento retilíneo terrestre.

Copérnico, ao descrever a órbita da Lua, utilizou um dispositivo semelhante, e o descreveu da seguinte forma:

Admitindo existir uma linha reta AB. E que ela pode ser dividida em quatro partes iguais nos pontos C, D e E. Em torno de D desenha-se os círculos ADB e CDE, igualmente centrados e no mesmo plano. Na circunferência do círculo interior admite-se qualquer ponto F aleatoriamente. Tendo F como centro e o raio FD, desenha-se o círculo GHD. Este círculo intercepta o segmento AB num genérico ponto H. Desenha-se o diâmetro DFG. Isso deve mostrar que o ponto móvel H desliza para cima e para baixo nas duas direções sobre a reta AB de acordo com a combinação de movimento dos círculos GHD e CFE. Isso acontecerá se H tiver o movimento compreendido em direção oposta a F e duas vezes mais longe.¹⁸

A Figura 3 apresenta uma reconstituição do modelo apresentado por Copérnico e foi incluída nesta página para facilitar o acompanhamento da citação anterior:

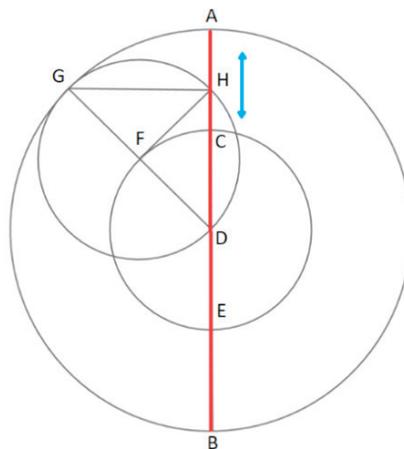


Figura 3: Reconstituição do dispositivo representado por Copérnico
Fonte: Elaborada pelos autores.

Embora Copérnico tenha descrito a conversão do movimento circular em retilíneo de uma maneira mais sustentada pela geometria dos pontos que compõem os círculos e al-Tusi tenha descrito de uma maneira mais “cinética”, fica claro que a unificação dos movimentos era uma questão cara aos dois. Dessa forma, o modelo orbital apresentado por eles representa uma mudança importante na descrição do movimento que, à época, considerava os movimentos retilíneos e terrenos de natureza diferente dos movimentos circulares presentes no plano celestial. E, assim, que um não poderia ser descrito a partir do outro.

Para melhor discutirmos como as duas descrições podem ser fundidas e apresentadas de maneira concomitante, apresentamos a Figura 4. Na medida em que o círculo interno descreve uma trajetória no sentido horário de forma a tocar o círculo externo em apenas um ponto, o diâmetro do círculo interno (sempre definido por EF) coincide com os raios AO no esquema ao norte da figura; BO no esquema ao sul; DO no esquema leste e CO no esquema oeste. Desta

maneira, o ponto E oscila única e exclusivamente sobre o diâmetro AB e que o ponto F oscila apenas sobre o diâmetro CD em todos os esquemas.

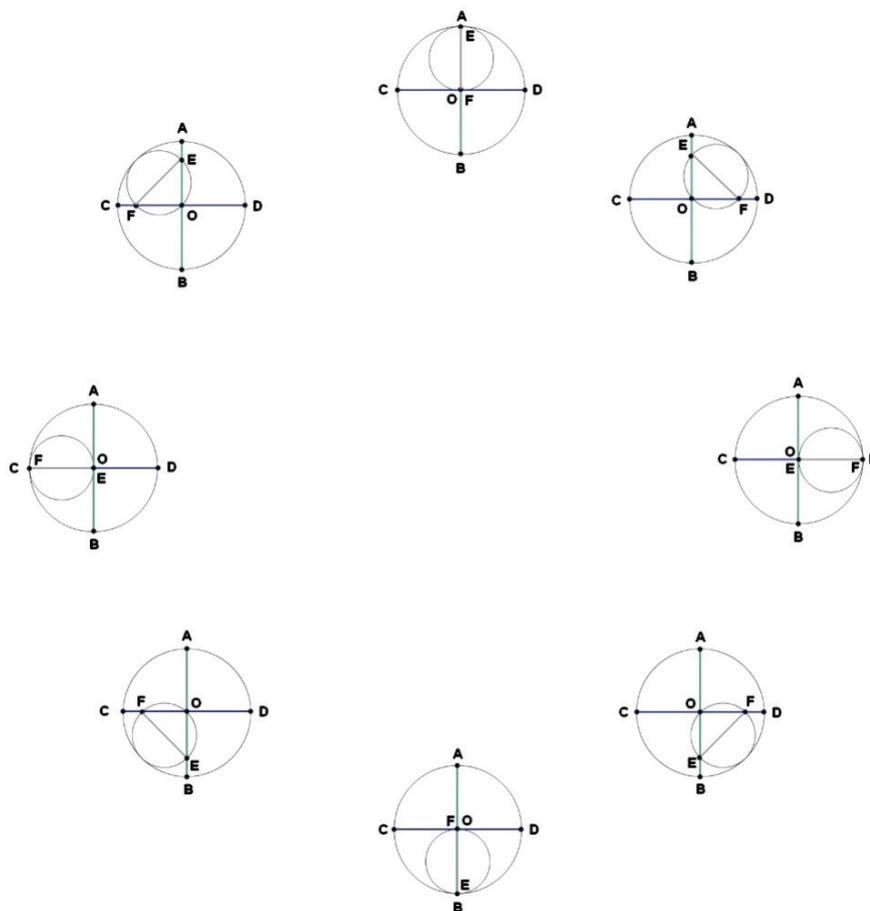


Figura 4: Esquema visual da descrição dispositivo matemático

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse dispositivo matemático utilizado por al-Tusi e por Copérnico dá conta de explicar regressões no movimento de planetas, como as “laçadas de Marte”, sem utilizar a ferramenta dos equantes. Assim, o dispositivo dá validade à explicação dos epiciclos ptolomaicos e extingue a necessidade do equante na explicação das trajetórias dos planetas, sem, entretanto, abandonar o círculo como figura geométrica para descrever o movimento dos corpos celestes.

É necessário dizer ao leitor não especializado que um ponto equante é um ponto dentro de uma órbita circular que está à mesma distância do centro da órbita e diametralmente oposto ao ponto onde se encontra o planeta “gerador” da órbita. Mesmo reconhecendo a precisão e contribuição do modelo ptolomaico, Copérnico e alguns astrônomos islâmicos defenderam que o fato de no sistema de Ptolomeu o movimento circular perfeito não poder ser observado com velocidade uniforme do seu próprio centro, se colocava como uma solução matemática mal acabada.¹⁹ Para Copérnico, por exemplo, a solução do ponto equante dada por Ptolomeu para adequar seu sistema às órbitas planetárias parecia uma solução não justificável para salvar um modelo da não observação de uma velocidade uniforme a partir do referencial do centro da órbita.²⁰ Assim, Copérnico buscava uma solução alternativa ao ponto equante para que as órbitas se mantivessem perfeitamente circulares e com velocidade uniforme do centro das mesmas.²¹

A busca de Copérnico por uma solução alternativa se dá ao longo de sua trajetória enquanto astrônomo. Nessa trajetória, Copérnico esteve na Universidade de Pádua e, como melhor descreveremos a seguir, teve contato com tratados árabes traduzidos para o latim que, provavelmente, o levaram a conhecer o Dispositivo de Tusi. Esse dispositivo não se

apresentava como uma solução hierarquicamente melhor do que os equantes, mas permitia manter os movimentos celestiais perfeitos, ou seja, órbitas perfeitamente circulares e com velocidade uniforme do centro delas.

Na próxima seção, abordaremos algumas questões que evidenciam a produção de conhecimento científico como um ente poroso que é perpassado pelas culturas e práticas que não necessariamente têm a ver com o fazer científico. Neste episódio, a existência de companhias e rotas comerciais possibilita uma circulação de ideias²² muito particular pela maneira como ocorre. A circulação de pessoas entre a Europa e o mundo árabe (pelos mais diversos fins) possibilitou a circulação dos documentos, tratados, livros, cartas, relatos etc.

Pádua, um ponto de encontro

No século XVI, a Universidade de Pádua era chancelada pela Igreja, tendo, portanto, suas atividades apoiadas por essa instituição, o que lhe conferia apoio financeiro e a possibilidade de possuir obras consideradas proibidas. A Universidade tinha, então, em seu acervo, materiais de propriedade e de interesse do Vaticano. Num período em que o acervo físico era a única – ou quase única – forma de acesso a um registro, as universidades, como a de Pádua, que recebiam esses materiais de conhecimento relevante para a época, passaram a ser centros de ensino e produção de conhecimento importante. O apoio financeiro e os acervos materiais,²³ como as traduções dos tratados astronômicos de al-Shatir,²⁴ fizeram com que a instituição fosse reconhecida como um importante centro de produção do conhecimento, para o qual se deslocavam pessoas de diferentes lugares. Copérnico foi um dos que se deslocou de uma periferia científica (a Polônia) para um centro de produção de conhecimento científico e, com isso, teve acesso a materiais que não teria na Polônia.

Nicolau Copérnico ordenou-se na Igreja aos dez anos, logo após a morte do pai. Copérnico ficou sob a tutela do tio materno, Lukas Watzenrode, também bispo de Várnia, na Polônia.²⁵ Dividindo sua vida entre os cargos administrativos da Igreja, a rotina clerical e os estudos seculares, Copérnico, assim como muitos filósofos naturais de seu período, dedicou-se ao estudo em muitas áreas: matemática, astronomia, medicina, filosofia e direito.²⁶ Após passar pela Universidade de Cracóvia e, segundo Bukowski,²⁷ entrar em contato com tratados antigos gregos e islâmicos, Copérnico transfere-se para Bolonha, na Itália, e lá conhece Domenico da Novara.²⁸ Após esse período na Itália, Copérnico volta à Polônia por ter sido chamado para assumir funções administrativas como diretor do Capítulo de Várnia.^{29,30}

Por conta do cargo, Copérnico obteve atribuições políticas, como a responsabilidade de cuidar da economia local e a indicação de bispos para as igrejas da região.³¹ Após permanecer três anos no castelo de Várnia, ele pede permissão para retornar à Itália, agora para Pádua, para continuar seus estudos. Pesquisas indicam^{32,33,34} que lá Copérnico encontrou um ambiente acadêmico inclinado à proposição de ideias novas e não à manutenção das hegemônicas explicações ptolomaicas. Mais que isso, em Pádua, Copérnico encontrou companhia de mais astrônomos – aparentemente – tão inspirados na tradição astronômica árabe quanto ele. Após seu período em Pádua, Copérnico retorna à Várnia, onde permanece até sua morte em 1543.

O simples fato de um personagem desta narrativa ter permanecido na Universidade de Pádua em algum momento da vida não é razão isolada para tornar as práticas desenvolvidas naquela universidade um objeto de estudo. Porém, Ragep³⁵ nos traz uma informação importante: Copérnico não foi o único astrônomo europeu a lançar mão de dispositivos matemáticos já conhecidos no mundo árabe, também não foi o primeiro e, certamente, não foi o último.

Ainda antes de Copérnico, um astrônomo austríaco e professor da Universidade de Viena, Georg von Peurbach, utilizou em seu livro *Theoricae novae planetarum*, que revisa e comenta aspectos do *Almagesto*, um dispositivo que aparece em publicações árabes décadas anteriores. A Figura 5 apresenta uma imagem usada por Ragep³⁶ para ilustrar os dispositivos de Ali Qushji³⁷ e Peurbach.

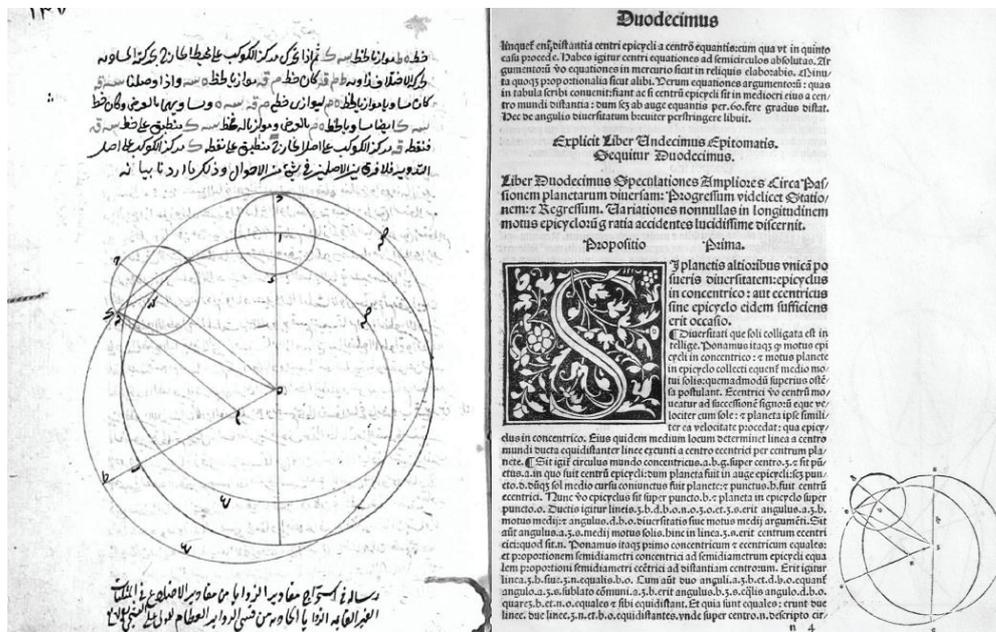


Figura 5: À esquerda, o modelo de Ali Qushji (1420–30); à direita, o modelo de Peurbach (1496)

Fonte: Reprodução de Ragep.³⁸

Aliado ao fato de que há uma rede de conhecimentos que conecta com grau de proximidade bastante grande Copérnico a Peurbach, como veremos a seguir, Ragep³⁹ ainda destaca que há outros astrônomos contemporâneos a Copérnico que utilizaram o mesmo Dispositivo de Tusi em seus trabalhos: Giovanni Battista Amico e Girolamo Fracastoro.

72

Esta tradição astronômica árabe encontra suas raízes em um famoso observatório fundado pelo próprio al-Tusi⁴⁰ no século XIII EC, na cidade de Maragha, atual Irã. O observatório contava com um grande corpo de funcionários. Não só astrônomos trabalhavam nele, mas também técnicos, serventes, estudantes e assistentes de laboratório. Segundo Blake,⁴¹ essa organização levou o Observatório de Maragha a ser uma instituição científica modelo, copiada por outros importantes observatórios como o de Samarcanda (onde estudou Ali Qushji)⁴² e o de Gaocheng, no coração do Império Mongol.⁴³

Os astrônomos formados sob a tradição do Observatório de Maragha utilizavam-se de artifícios matemáticos, entre eles o Dispositivo de Tusi, da mesma forma que astrônomos posteriores que tiveram contato com essa tradição. Mesmo não sendo unanimidade a interpretação heliocêntrica dentro da Escola de Maragha, havia vozes importantes dentro da Escola – como Ali Qushji, al-Shatir e Ibn al-Haytham⁴⁴ – que utilizavam os tais dispositivos matemáticos para sustentar a interpretação heliocêntrica.⁴⁵ Copérnico, em princípio, não teria qualquer ligação com a tradição Maragha não tivesse sido aluno de Domenico da Novara,⁴⁶ que foi aluno de Peurbach, e esse, por fim, ter tido contato com os materiais de Ali Qushji.⁴⁷ Assim como Copérnico, os seus contemporâneos Amico e Fracastoro teriam entrado em contato com as ideias da Escola de Maragha em Pádua por conta da atividade de Novara e Peurbach.⁴⁸

Vemos, neste ponto, um dos aspectos que indica a maneira como o conhecimento circulou⁴⁹ entre o então Império Islâmico, a Europa e até o Império Mongol. A tradição astronômica de Maragha surgiu como um “padrão formativo” de um observatório no Oriente Médio, tendo se tornado um modelo de sucesso a ser expandido e propagado. A formação de astrônomos passava pelo aprendizado de ferramentas matemáticas e experimentais, de maneira que podemos compreender a existência de um método de aprendizado, bem como perceber a documentada existência de material didático.^{50,51,52,53} Material esse que circulou pela rede que liga os trabalhos de al-Tusi a Ali Qushji; Ali Qushji a Peurbach; Peurbach a Novara; e, por fim, Novara a Copérnico, Amico e Fracastoro.

Pela dificuldade de conservação e/ou de acesso a documentos tão antigos quanto esses, não pudemos encontrar documentos originais dos modelos propostos por Amico e Fracastoro para trazer à comparação. Mas encontramos em Di Bono⁵⁴ reconstruções dos modelos propostos por eles.

A análise dessas reconstruções nos permite ver, entre outras coisas, no interior do esquema de Giovanni Amico (Figura 6), inspiração no dispositivo de órbitas inscritas, já que a movimentação delas é descrita⁵⁵ por um círculo, centrado na origem dos eixos e que tem seu raio projetado em um ponto genérico B. Desloca-se então este primeiro círculo no sentido anti-horário (descrevendo a trajetória M – 2M – 3M – 4M) sobre a circunferência limitada no diâmetro *B.Septentrio-B.Meridies* um círculo de igual diâmetro. Um círculo menor, centrado em O (limite do raio do círculo rotante), desloca-se na superfície do círculo maior, em sentido horário e com o dobro da velocidade desse. Os pontos de contato dos dois círculos rotantes descreverão uma trajetória retilínea apoiada sobre o eixo *Oriens-Occidens*.⁵⁶

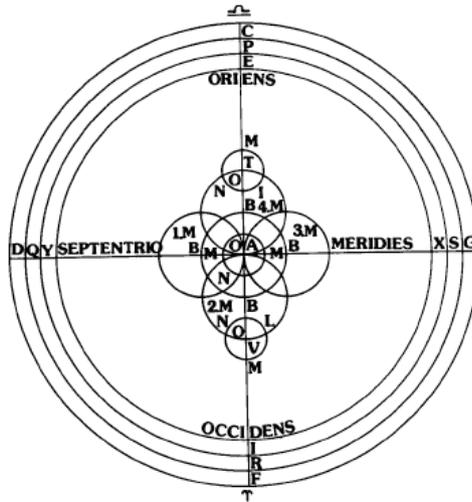


Figura 6: Modelo proposto por Giovanni Amico (1540)

Fonte: Reprodução de Di Bono.⁵⁷

73

Também de acordo com Di Bono,⁵⁸ a publicação do mecanismo de Fracastoro no seu livro *Homocentrica* possui uma série de coincidências com as publicações da chamada Escola de Maragha. Ainda segundo Di Bono,⁵⁹ o dispositivo usado por Fracastoro (Figura 7) também descrevia “duas esferas rotacionando em direções opostas, a segunda com o dobro da velocidade da primeira e o resultado dessa oscilação é descrito sobre uma linha reta. Assim, se a taxa de velocidade delas é diferente, a oscilação adquire alguma latitude”.⁶⁰

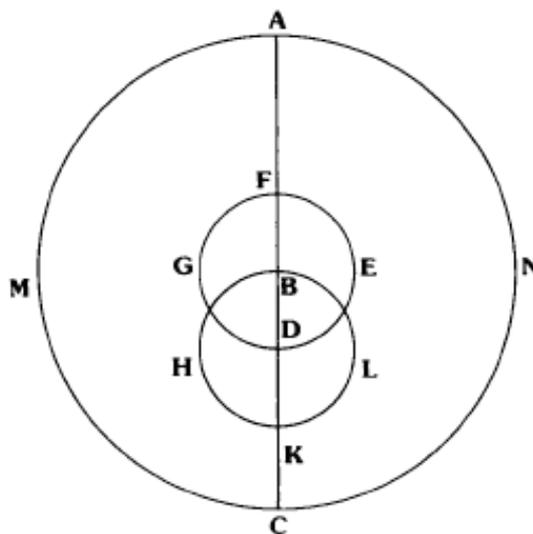


Figura 7: Modelo proposto por Girolamo Fracastoro (1538)

Fonte: Reprodução de Di Bono.⁶¹

A partir do uso do Par de Tusi por astrônomos ligados à Universidade de Pádua, Di Bono⁶² sugere a existência de um estudo sistemático de tal dispositivo matemático – seja por um grupo de estudos ou por alguma disciplina – naquela universidade. Essa sugestão pode ser corroborada quando estudamos esse episódio à luz das práticas científicas do período e, assim, reconhecemos o protagonismo da Universidade de Pádua naquele contexto.

Andreas Vesalius, nascido em Bruxelas, publicou na Universidade de Pádua, em 1543,⁶³ sua representação do corpo humano, a partir de suas técnicas de dissecação de corpos. Deve-se saber que a dissecação de corpos não era prática comum na Europa à época. Porém Vesálio (como chamado em muitos textos em português) incorpora, em Pádua, práticas das ciências médicas árabes⁶⁴ e trabalha com dissecações. Uma outra prática característica à Universidade de Pádua é a representação dos corpos para além das descrições. O inglês William Harvey, no século seguinte, também se graduou em Pádua. Da Universidade de Pádua, Harvey carrega as práticas das publicações médicas paduanas: a dissecação e a representação gráfica. Segundo Rebollo,⁶⁵ essas práticas são características porque, nessa universidade, o curso de medicina estava lotado num “departamento” de artes. Dessa forma, todo médico paduano seria também um bacharel em artes.

De alguma maneira, o conhecimento produzido no mundo árabe encontrava seus caminhos na Europa pelas universidades na Itália e, mais intensamente, pela Universidade de Pádua. O encontro da cultura europeia com a árabe, ao menos no campo das ciências, fez com que novos saberes pudessem dialogar com saberes antigos e, por consequência, provocassem uma “expansão de horizontes”⁶⁶ nesse campo.

O polonês Copérnico e, antes dele, o austríaco Peurbach encontraram naquela Universidade o ambiente propício para o estudo e divulgação de modelos de mundo diferentes do pensamento hegemônico europeu. A mesma coisa podemos dizer de Vesalius que encontrou a possibilidade de aprimorar técnicas de desenho e de dissecação.⁶⁷ Esses três personagens, que, sob uma perspectiva triunfalista, poderiam cravejar a história da ciência como grandes expoentes de uma revolução científica, são identificados por Pimentel⁶⁸ como integrantes de um processo que trouxe à Pádua pessoas de diversos lugares da Europa a fim de desenvolverem seus estudos. No século XVI, por causa da limitação física de circulação de materiais de estudos, os estudos eram mais locais e pessoais do que hoje em dia, o que intensificou movimentos de migração de pesquisadores. E, durante todo esse século, o destino mais comum dessas pessoas foi, como representado na Figura 8, a Universidade de Pádua.⁶⁹

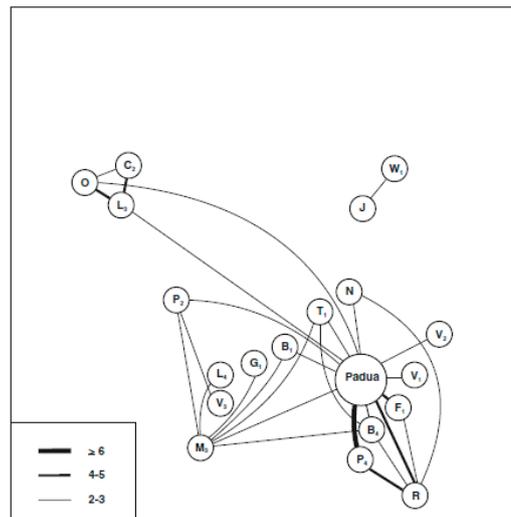


Fig. 3 Sixteenth century networks of scientific practice. City codes for Figs. 3–6: A₁ Amsterdam, A₂ Avignon, B₁ Basel, B₂ Bath, B₃ Berlin, B₄ Bologna, B₅ Bonn, B₆ Breslau, C₁ Caen, C₂ Cambridge, C₃ Copenhagen, D Dijon, E Edinburgh, F₁ Ferrara, F₂ Florence, F₃ Freiburg, G₁ Geneva, G₂ Giessen, G₃ Glasgow, G₄ Göttingen, H₁ Halle, H₂ Heidelberg, H₃ Helmstedt, J Jena, K₁ Kiel, K₂ Königsberg, L₁ Leiden, L₂ Leipzig, L₃ London, L₄ Lyons, M₁ Marburg, M₂ Modena, M₃ Montpellier, M₄ Munich, N Nuremberg, O Oxford, P₁ Padua, P₂ Paris, P₃ Pavia, P₄ Pisa, R Rome, S₁ St Petersburg, S₂ Stockholm, S₃ Strasbourg, T₁ Tübingen, T₂ Turin, U Uppsala, V₁ Venice, V₂ Vienna, V₃ Vienne, W₁ Wittenberg, W₂ Würzburg, Z Zurich

Figura 8: Rede de produção de conhecimento científico por cidades na Europa, séc. XVI.

Fonte: Reprodução de Taylor, Hoyer e Evans.²⁰

Para alguns autores,^{71,72} Pádua se constitui como o principal centro de produção de conhecimento científico da Itália e da Europa, ao menos no que tange ao volume de publicações. Segundo Jöns,⁷³ isso acontece porque, em Pádua, havia espaço para criatividade de indivíduos externos à visão consensual produzida e propagada pelas já estabelecidas universidades de Oxford, Bolonha e Paris.

É interessante notar que Pádua está localizada na região nordeste da Itália, bastante próxima da fronteira com a Áustria. Pádua estava, portanto, entre a cidade de Viena e o mar Adriático (que conecta a costa leste italiana ao Mediterrâneo). Vizinha de Veneza, a cidade possuía posição geográfica privilegiada para o fluxo de conhecimentos e mercadorias. Por ali passava a Rota Veneziana de Especiarias – uma das maiores rotas comerciais da Idade Média⁷⁴ – que trazia especiarias dos portos da Síria e do Chipre pelos mares Mediterrâneo e Adriático, para serem distribuídas principalmente pelos afluentes do rio Pó, no norte da Itália.⁷⁵ Muitos mercadores que trabalhavam nessas rotas acabavam por permanecer em Pádua. Essa característica da cidade fazia com que aquele fosse um centro de encontro de pessoas de diferentes culturas, possibilitando circulação de idéias.⁷⁶



Figura 9: Segmento da Rota Veneziana de Especiarias
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de imagem do Google Maps.

Retomando o episódio da proposição do modelo heliocêntrico de Copérnico, entendemos que o contato da cultura árabe com a europeia estabelecido na cidade e na Universidade de Pádua permitiu a Copérnico trabalhar em um ambiente de contato com textos produzidos por estudiosos árabes, o que lhe permitiu construir soluções para problemas estabelecidos na ciência que se desenvolvia naquele contexto.

Considerações finais

As narrativas históricas são instrumentos para o entendimento do processo de construção da ciência quebrando narrativas triunfalistas e apontando para a importância do encontro de culturas na construção desse conhecimento. Entendemos que discutir o episódio de construção do sistema heliocêntrico de Copérnico à luz do estudo das práticas estabelecidas na Universidade de Pádua nos permite inferir que Copérnico esteve mergulhado no conhecimento astronômico de tradição árabe e, em específico, que conheceu o Dispositivo de Tusi. Esse encontro com estudos árabes, estabelecido também por outros astrônomos europeus, permitiu a Copérnico construir soluções para o problema do equante. Ou seja, lhe permitiu manter as órbitas celestes perfeitamente circulares e com velocidade uniforme do centro

das mesmas. Discutir esse encontro nos permite contextualizar a produção científica no tempo histórico de sua produção e destacar que da construção do sistema heliostático proposto por Copérnico participaram atores sociais, como al-Tusi e os tradutores dos textos árabes, que não são visíveis nas narrativas comumente apresentadas sobre o episódio.

A adição desses elementos e personagens à narrativa da história das ciências não passa pela intenção de revisão da história ou pela entrega de prêmio tardios. Narrativas e personagens não triunfais também desvelam aspectos sobre a própria criação das narrativas. São os apagamentos decorrentes das narrativas triunfalistas que acabam muitas vezes por mascarar a faceta multicultural da própria ciência.

Pudemos, neste trabalho, contextualizar a produção científica e relacioná-la ao processo civilizatório vigente na época, às migrações e interesses econômicos ligados à produção científica, a práticas de tradução e incorporação cultural de conhecimento, entre outros. Procuramos assim materializar a riqueza e a complexidade desse processo de construção do conhecimento científico, que se dá no encontro entre culturas.

Notas e referências bibliográficas

Emanuel Cardoso é mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet-RJ). E-mail: emanuelcardoso58@gmail.com

Marcília Barcellos é professora do Cefet-RJ e vinculada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (Cefet-RJ). E-mail: marcilia12@hotmail.com

Andreia Guerra é professora do Cefet-RJ e vinculada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (Cefet-RJ). E-mail: andreia.guerra96@gmail.com

- 1 O autor Emanuel Cardoso agradece o apoio financeiro da Capes.
- 2 RAGEP, F. Jamil. Copernicus and his Islamic predecessors: some historical remark. *The British Journal for the History of Science*. Cambridge, v. XLV, p. 65-81, 2007.
- 3 Idem.
- 4 Idem.
- 5 KENNEDY, Edward S.; ROBERTS, Victor. The planetary theory of Ibn al-Shatir. *Isis*. Chicago, v. 50, p. 227-235, 1959.
- 6 RAGEP, op. cit., 2007, p. 71.
- 7 Idem.
- 8 Idem.
- 9 Ainda em tempo, é necessário dizer que neste trabalho aparecerão imagens de fontes primárias, mas estas serão usadas para descrições dos dispositivos por parte dos autores, não como documentos objetos de análise historiográfica.
- 10 Por ter sido, supostamente, proposto pelo matemático e astrônomo al-Tusi, em 1240.
- 11 KENNEDY e ROBERTS, op. cit., 1959.
- 12 DI BONO, Mario. Copernicus, Amico, Fracastoro and Tusi's device: observations on the use and transmission of a model. *Journal for the History of Astronomy*, v. XXVI, p. 133-154, 1995.
- 13 RAGEP, op. cit., 2007.
- 14 DI BONO, op. cit., 1995.
- 15 Buscando uma linguagem mais laica possível, faremos a opção de usar "Era Comum" (EC) em lugar de "Depois de Cristo" (dC) para designar períodos após a adoção do calendário gregoriano.
- 16 Idem, p. 133-134.
- 17 HARTNER, Willy. Trepidation and planetary theories: common features in late Islamic and early Renaissance astronomy. In: *Atti del convegno internazionale sul tema: Oriente e Occidente nel Medioevo: filosofia e scienze*. Rome, 1971. p. 609-629 [p. 614].
- 18 COPERNICUS, Nicolaus. *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, libri VI. Tradução de Edward Rosen. Varsóvia: Polish Scientific Publications, 1978. p. 147.
- 19 KOESTLER, Arthur. *Os sonâmbulos: o homem e o universo*. Santos: Ibrasa, 1961.
- 20 Idem.
- 21 Idem.
- 22 HADDAD, Thomás. Um olhar estrangeiro sobre a "etnografia implícita" dos portugueses na Goa quinhentista. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 4, n. 2, p. 155-166, 2011.
- 23 Vale lembrar que, durante o século XVI, as Grandes Navegações, seja pelo intuito comercial ou conversão religiosa (ou ambos), tornaram a produção de conhecimento em astronomia muito valiosa.

- 24 KENNEDY e ROBERTS, op. cit., 1959.
- 25 BUKOWSKI, Jerzy, In the footsteps of Copernicus. In: KOFFLER, Sandy (org.). Copernicus: a new vision of the universe. Philadelphia: The Unesco Courier, 1973.
- 26 ROSSI, Paolo, O nascimento da ciência moderna na Europa. Bauru: Edusc, 2001.
- 27 BUKOWSKI, op. cit., 1973.
- 28 Domenico Maria da Novara foi aluno do astrônomo austríaco Georg von Peurbach em Viena.
- 29 Idem.
- 30 KÜHNE, Andreas. Die edition von Briefen, Urkunden und Akten in der Münchner Nicolaus-Copernicus-Gesamtausgabe. In: ROLOFF, Hans-Gert; MEINCKE, Renate (org.). *Chloe Beihefte zum Daphnis*. Amsterdam: Rodopi, 1997. p. 141-155.
- 31 CUSTÓDIO, Márcio Augusto Damin; CUSTÓDIO, Sueli Sampaio Damin. O valor da moeda em Oresme e Copérnico. *Scientiae Studia*. São Paulo, v. 13, n. 4, p. 731-757, 2015.
- 32 DI BONO, op. cit., 1995.
- 33 JÖNS, Heinke, Modern school and university. In: LIGHTMAN, Bernard (org.) *A companion to the history of science*. Oxford: Wiley Blackwell, 2016. p. 310-329.
- 34 TAYLOR, Peter J.; HOYER, Michael; EVANS, David M. A geohistorical study of 'The rise of modern science': mapping scientific practice through urban networks, 1500-1900. *Minerva*, v. 46, p. 391-410, 2008.
- 35 RAGEP, op. cit., 2007.
- 36 Idem.
- 37 Astrônomo persa autor de livros didáticos para o ensino de astronomia no Império Otomano.
- 38 Idem, p. 74.
- 39 Idem.
- 40 BLAKE, Stephen P. The observatory in Maragha. In: BLAKE, Stephen P. (org.) *Astronomy and astrology in the Islamic World*. Edimburgo: Edinburgh University Press, 2016. p. 73-87.
- 41 Idem.
- 42 RAGEP, F. Jamil. Ali Qushji and Regiomontanus: eccentric transformations and Copernican revolutions. *Journal for the History of Astronomy*. Cambridge, v. 36, part 4, n. 125, p. 359-371, 2005.
- 43 BLAKE, op. cit., 2016.
- 44 SWERDLOW, Noel Mark; NEUGEBAUER, Otto. *Mathematical astronomy in Copernicus' De revolutionibus, Part 2*. Nova Iorque: Springer, 1984.
- 45 Idem.
- 46 KEARNEY, Hugh Francis, *Origins of Scientific Revolution*. Londres: Longmans, 1964.
- 47 RAGEP, op. cit., 2007.
- 48 DI BONO, op. cit., 1995.
- 49 HADDAD, op. cit., 2011.
- 50 RAGEP, op. cit., 2007.
- 51 DI BONO, op. cit., 1995.
- 52 KENNEDY e ROBERTS, op. cit., 1959.
- 53 BLAKE, op. cit., 2016.
- 54 DI BONO, op. cit., 1995.
- 55 Idem.
- 56 *Septentrio* significa Norte; *Meridies*, Sul; *Oriens*, Leste e, por fim, *Occidens*, Oeste.
- 57 Idem, p. 142.
- 58 Idem.
- 59 Idem.
- 60 Idem, p. 143.
- 61 Idem, p. 144.
- 62 Idem.
- 63 Mesmo ano de morte de Copérnico e publicação d'*As revoluções dos orbes celestes*.
- 64 BENOIT, Paul; MICHEAU, Françoise. O intermediário árabe? In: SERRES, Michel (coord.). *Elementos para uma história das ciências, v. I: da Babilônia à Idade Média*. Lisboa: Terramar, 1995. p. 183-211.
- 65 REBOLLO, Regina Andrés. A Escola Médica de Pádua: medicina e filosofia no período moderno. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*. Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 307-331, 2010.
- 66 PIMENTEL, Juan. Revolución científica. In: ARTOLA, Miguel (dir.); PARDOS, Julio Antonio (coord.) (orgs.). *Historia de Europa, t. II*. Madrid: Espasa Fórum, 2007.
- 67 ROSSI, op. cit., 2001.

- 68 PIMENTEL, op. cit., 2007.
69 TAYLOR, HOYER e EVANS, op. cit., 2008.
70 Idem, p. 405.
71 JÖNS, op. cit., 2016.
72 TAYLOR, HOYER e EVANS, op. cit., 2008.
73 JÖNS, op. cit., 2016.
74 LE GOFF, Jacques. *Mercadores e banqueiros da Idade Média*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
75 ABULAFIA, David. *O grande mar*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.
76 HADDAD, op. cit., 2011.

[Recebido em Dezembro de 2020. Aceito para publicação em Junho de 2021.]