

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

RODRIGO CRISTINO DE FARIA

Filosofia, história, astronomia: um estudo sobre Ptolomeu

Versão corrigida

São Paulo

2019

Rodrigo Cristino de Faria

Filosofia, história, astronomia: um estudo sobre Ptolomeu

Versão corrigida

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia do Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Filosofia.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Pessoa Jr.

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

F224f Faria, Rodrigo Cristino de
Filosofia, história, astronomia: um estudo sobre
Ptolomeu / Rodrigo Cristino de Faria ; orientador
Oswaldo Pessoa Jr. . - São Paulo, 2019.
193 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras
e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
Departamento de Filosofia. Área de concentração:
Filosofia.

1. Filosofia da ciência . 2. História da ciência .
3. Astronomia. I. Pessoa Jr. , Oswaldo , orient. II.
Título.

ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE**Termo de Ciência e Concordância do (a) orientador (a)**

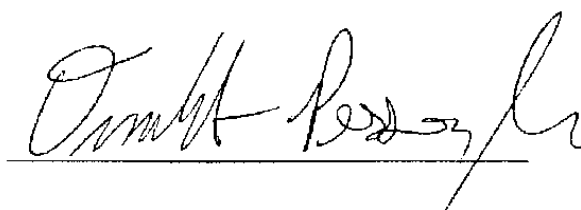
Nome do (a) aluno (a): Rodrigo Cristino de Faria

Data da defesa: 10/12/2019

Nome do Prof. (a) orientador (a): Osvaldo Pessoa Jr.

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, 03/01/2020



(Assinatura do (a) orientador (a))

*Para minha mãe, Hortência Cristina de Faria, e
para minha irmã, Rita de Cássia Cristina de Moraes,
com amor.*

Agradecimentos

Ao Prof. Osvaldo Pessoa Jr., por ter me guiado na minha formação filosófica desde a iniciação científica, pela confiança no meu trabalho, pela paciência e pelo apoio.

Aos membros da banca examinadora da defesa, Profa. Anastasia Guidi Itokazu, Prof. Claudemir Roque Tossato e Prof. Gildo Magalhães dos Santos Filho, pela gentileza em aceitar participar da defesa (e também aos dois últimos pela participação na qualificação). Todos contribuíram com observações e comentários perspicazes que me fornecerão material para reflexão nos próximos anos.

À Profa. Ermis Gamba, por ter gentilmente enviado seu artigo sobre Ptolomeu. À Luma Melo, que, por intermédio do meu orientador, enviou-me o livro de Gêmino.

Ao Prof. Pablo Mariconda, pela gentileza de ter me supervisionado no Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE).

À Marina, pelas muitas lições de história, pelo modelo de rigor intelectual e pelo apoio. O que esta tese porventura tiver de bom tem muito de sua influência.

À Thamara, pelo incentivo e pelo apoio cruciais durante a escrita desta tese.

À minha mãe, Hortência, e à minha irmã, Rita, pela confiança e pelo apoio durante toda a minha vida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Soy hombre: poco duro
y es enorme la noche.
Pero miro hacia arriba:
las estrellas escriben.
Sin entender comprendo:
también soy escritura
y en este mismo instante
alguien me deletrea.

(Octavio Paz, *Homenaje a Claudio Ptolomeo*, *Antología Palatina* 9.577)

When I heard the learn'd astronomer,
When the proofs, the figures, were ranged in columns before me,
When I was shown the charts and diagrams, to add, divide, and measure them,
When I sitting heard the astronomer where he lectured with much applause in the lecture-
room,
How soon unaccountable I became tired and sick,
Till rising and gliding out I wander'd off by myself,
In the mystical moist night-air, and from time to time,
Look'd up in perfect silence at the stars.
(Walt Whitman, *When I heard the learn'd astronomer*)

Resumo

FARIA, R. C. Filosofia, história, astronomia: um estudo sobre Ptolomeu. 2019. 193 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Ptolomeu é conhecido pela sua obra científica, especialmente pelas suas pesquisas astronômicas contidas no *Almagesto*. Defendo, porém, que Ptolomeu também possui um pensamento filosófico, com posições originais e que dialogam com a tradição e com os filósofos a ele contemporâneos. Essa filosofia ptolomaica não é um apêndice dispensável de suas pesquisas científicas, mas antes constitui o fundamento delas, e é delas indissociável. Ptolomeu advoga que a matemática é a única ciência que produz conhecimento, e que o homem só pode alcançar a virtude e se tornar semelhante ao divino através do estudo da astronomia. O caso de Ptolomeu não é uma exceção no cenário da Antiguidade, mas um exemplo do que defendo ser uma relação íntima entre filosofia e astronomia que passa por diferentes fases: uma primeira fase de sobreposição dos trabalhos dos filósofos e dos astrônomos, uma segunda, em que a sofisticação crescente dos modelos astronômicos torna a relação filosofia-astronomia mais nuançada, e uma terceira, em que os astrônomos, de posse de modelos capazes de fornecer previsões, passam a atuar também no campo filosófico, propondo concepções epistemológicas e éticas. Essa relação entre astronomia e filosofia é um caso de uma relação sempre existente entre ciência e filosofia, e assim defendo que a história da ciência deva ser praticada conjuntamente com a filosofia para que se possa apreender essa relação.

Palavras-chave: Ptolomeu, filosofia da ciência, história da ciência, astronomia antiga, filosofia antiga

Abstract

FARIA, R. C. Philosophy, history, astronomy: a study about Ptolemy. 2019. 193 f. Thesis (PhD) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Ptolemy is known for his scientific work, especially for his astronomical research contained in *Almagest*. I argue, however, that Ptolemy also has a philosophical thinking, with original positions that dialogue with tradition and with philosophers contemporary to him. This Ptolemaic philosophy is not an expendable appendix to his scientific research, but rather constitutes its foundation, and is inseparable from it. Ptolemy argues that mathematics is the only science that produces knowledge, and that only through the study of astronomy can man achieve virtue and become similar to the divine. Ptolemy's case is not an exception in the Antiquity scenario, but an example of what I argue is an intimate relationship between philosophy and astronomy that goes through different phases: a first phase of overlapping of the works of philosophers and astronomers, a second phase in which the increasing sophistication of astronomical models makes the philosophy-astronomy relationship more nuanced, and a third phase in which astronomers, with models capable of providing predictions, also start to act in the philosophical field, proposing epistemological and ethical conceptions. This relationship between astronomy and philosophy is a case of an ever-existing relationship between science and philosophy, and so I argue that history of science must be practiced in conjunction with philosophy in order to grasp this relationship.

Keywords: Ptolemy, philosophy of science, history of science, ancient astronomy, ancient philosophy

Observações

1. Todas as traduções para o português são minhas, exceto nos casos onde aparece o nome do tradutor nas referências bibliográficas;

2. Algumas fontes foram consultadas em formato eletrônico (arquivos “.epub”) que não apresentam paginação fixa. Nesses casos, ainda sem normatização, faço referência no texto ao nome do autor e ao ano de publicação da obra, mas indico que a paginação é irregular com a abreviação “n. p.”, de “não paginado”, seguido do capítulo e da seção onde se encontra o trecho citado.

Sumário

<i>Apresentação</i>	13
<i>Capítulo 1: Entre história e filosofia</i>	16
1. Preliminar historiográfica	16
1.1 Os quatro “vícios” de uma historiografia anacrônica da ciência	18
1.1.1 Uma postura “moderada”	23
1.2 Um mapeamento das posições em história da ciência	27
1.3 Um paradigma possível: a micro-história	29
2. Preliminar metafilosófica: o que é a filosofia?	36
2.1 Respostas descritivas e prescritivas	38
2.1.1 Filósofos e máquinas: história e filosofia em Paolo Rossi	44
3. História e filosofia da ciência como uma única disciplina	48
<i>Capítulo 2: A astronomia antiga e a filosofia</i>	51
1. Questões metodológicas da astronomia egípcia e babilônica.....	53
2. Grécia	61
2.1 A distinção entre astronomia e filosofia	62
2.2 Três relações entre astronomia e filosofia na Grécia	64
2.2.1 A primeira fase: a sobreposição de filosofia e astronomia	66
2.2.1.1 A questão da finitude do Universo em Aristóteles e nos atomistas	86
2.2.2 A “zona cinzenta” da relação entre filosofia e astronomia: os três “partidos” da astronomia helenística	93
2.2.2.1 As conquistas de Alexandre e a astronomia helenística	100
2.2.2.2 Astronomia helenística: o caso de Selêuco de Selêucia	103
2.2.3 A terceira fase da relação entre filosofia e astronomia: o caso de Hiparco de Niceia	107
2.2.3.1 Hiparco e a astronomia babilônica	107
2.2.3.2 Uma revolução científica na Antiguidade?	112
2.3 O período entre Hiparco e Ptolomeu	117

<i>Capítulo 3: Ptolomeu filósofo</i>	120
1. O estudo filosófico do pensamento de “cientistas”	120
1.1 A influência da filosofia sobre a ciência	123
1.2 Por que não estudar filosoficamente a obra de um “cientista”?	129
2. Ptolomeu	133
2.1 A filiação intelectual de Ptolomeu	133
2.1.1 O ensino filosófico nos períodos helenístico e imperial	135
2.1.2 O ensino astronômico na Antiguidade greco-romana	137
2.1.3 As influências sobre Ptolomeu	139
2.2 As diferenças entre Ptolomeu e Aristóteles	144
2.2.1 A classificação das ciências em Aristóteles	145
2.2.2 As ciências em Ptolomeu	149
2.2.2.1 A definição das ciências em Ptolomeu	154
2.2.2.2 A relação entre as ciências em Ptolomeu	157
2.3 A posição epistemológica da matemática e a função ética da astronomia	161
 <i>Conclusão</i>	 176
 <i>Bibliografia</i>	 178

Apresentação

Esta tese é, de certa forma, uma homenagem a dois grandes nomes da história e filosofia da ciência no século XX: Otto Neugebauer e Alexandre Koyré. Embora diferentes em suas abordagens, ambos tocam no tema da relação entre a ciência e a filosofia. Neugebauer foi um dos maiores – se não o maior – historiadores da astronomia antiga, e é impossível que se pesquise sobre essa história sem o recurso aos seus escritos, especialmente o seu monumental *A history of ancient mathematical astronomy* (NEUGEBAUER, 1975). Para Neugebauer, a história da astronomia deve ser feita através do foco em seus aspectos matemáticos, desconsiderando as questões sociológicas, biográficas, e, especialmente, filosóficas que permeiam essa história. Essa concepção é diametralmente oposta a de outro grande historiador e filósofo da ciência, Koyré: dele, trago a ideia de que a ciência está impregnada de filosofia, e a desenvolvo dentro do contexto da astronomia antiga, mostrando como mesmo um autor como Ptolomeu, considerado por muitos como o ápice da astronomia matemática na Antiguidade, desenvolveu ideias filosóficas que não são irrelevantes para o seu trabalho científico, mas que, antes, o fundamentam e lhe conferem um propósito. Essa é a tese principal deste texto.

Para desenvolver essa ideia, é necessário, primeiramente, propor um modelo de prática conjunta de história e filosofia da ciência, como forma de apreender as conexões entre os aspectos que poderíamos chamar de mais propriamente científicos e aqueles mais propriamente filosóficos. É isso que faço no capítulo 1, uma espécie de “discurso do método” que pretende mostrar como entendo a relação entre as duas disciplinas. No caso da história da ciência, trato de algumas questões metodológicas e apresento a micro-história como um paradigma possível. Ainda que este não seja um trabalho de micro-história, sou influenciado por algumas de suas diretrizes metodológicas, como a variação de escala, ora num nível de análise mais geral, ora mais local, a interpenetração do que é “externo” e “interno”, o trabalho indiciário e o caráter preponderantemente multidisciplinar.

Nesse contexto, o que é a filosofia, e o que significa dizer que Ptolomeu é um filósofo? Para responder a essas questões, proponho uma análise metafilosófica, visando chegar a uma concepção de filosofia suficientemente abrangente para abranger uma ampla variedade de práticas que foram e são reconhecidas como filosofia, e que permita a interação com a história da ciência. O exemplo do trabalho de Paolo Rossi é dado como forma de ilustração dessa união das disciplinas, em que a história da ciência é iluminada pela filosofia (e pela história da filosofia), e vice-versa. Tal como as concebo, e essa é uma tese secundária deste texto, história da ciência e filosofia da ciência não são apenas disciplinas afins que podem ser praticadas conjuntamente em contextos específicos, mas indissociáveis uma da outra.

Após esse “discurso do método”, passo, no capítulo 2, a um panorama histórico das relações entre filosofia e astronomia na Antiguidade, dos egípcios a Hiparco, visando tanto fornecer um pano de fundo para as ideias filosóficas de Ptolomeu, quanto, numa aplicação das ideias do capítulo 1, mostrar como uma abordagem que uma história e filosofia da ciência permite que se note alguns pontos por vezes deixados de lado: refiro-me ao fato de que a astronomia antiga sempre esteve ligada, de uma forma ou de outra, à filosofia.

A história da astronomia e da sua relação com filosofia vai contra uma tese comum da historiografia da astronomia antiga. Essa tese se relaciona com certa interpretação de Gêmino feita por autores como Pierre Duhem, e propõe uma divisão da astronomia antiga em categorias estanques: astronomia científica, matemática, de um lado, e astronomia não científica, filosófica (ou física, ou cosmologia, segundo o caso), de outro. Assim, argumento – e essa é outra tese secundária deste texto – que durante a história da astronomia antiga, astronomia matemática (a astronomia, propriamente dita) e a filosofia (ou física, ou cosmologia) caminham sempre juntas, de formas que variam com o tempo. E nesse sentido, argumento que na história da astronomia grega há três momentos dessa relação.

Ptolomeu parece ser um contraexemplo a essa tese da divisão em categorias estanques: Norwood Hanson argumenta que Ptolomeu está na tradição matemático-preditiva (naquilo que venho chamando simplesmente de “astronomia”), mas, contra ele, há textos ptolomaicos que mostram suas preocupações cosmológicas. E, mais que isso, Ptolomeu desenvolve uma obra filosófica que chega a conclusões completamente originais, da qual trato no capítulo 3. Esse tipo de estudo é semelhante ao que Andrew Janiak e Edwin Burt fizeram sobre Newton, ao estudá-lo como um filósofo. Janiak, principalmente,

advoga pela prática de uma disciplina híbrida que una a história da ciência com a história da filosofia. Ptolomeu pode ser considerado um filósofo, e suas ideias filosóficas são a base de sua obra científica, não um apêndice dispensável.

Assim, esta tese pretende homenagear Neugebauer e Koyré, sendo uma nota de rodapé à obra do primeiro, ao mostrar como os aspectos filosóficos da astronomia antiga são sim importantes, e uma extensão das concepções do segundo para a astronomia antiga e Ptolomeu em particular.

Capítulo 1: Entre história e filosofia

Se podemos afirmar que a atividade *científica* de Cláudio Ptolomeu – que constitui uma das principais bases sobre as quais se erige a ciência desde o fim do século II d. C. até os albores da Modernidade –, notadamente através das pesquisas em astronomia que estão sintetizadas no seu *magnum opus*, o *Almagesto*, é um dos produtos intelectuais mais notáveis da Antiguidade, podemos também afirmar, e esse é a tese que defendo neste escrito, que Ptolomeu também produziu um pensamento que poderíamos chamar mais propriamente de *filosófico*, e que ele é um produto de envergadura comparável.

Claro, devemos levar em conta que as fronteiras entre ciência e filosofia são sempre fluidas e movidas pelos ventos das épocas, das culturas e das ideias dominantes, o que não impede, contudo, uma utilização pragmática, próxima do senso comum, dessa distinção. Esse pragmatismo, que tende a considerar como ciência aquilo que é visto como tal pelos cientistas e como filosofia aquilo que é visto como tal pelos filósofos¹, tem a vantagem de se adequar à prática corrente nos departamentos, mas a desvantagem, se levado ao extremo, de eliminar do *canon* os casos oblíquos, as zonas cinzentas e, em última instância, as ideias não utilizadas e não referenciadas pelos grandes nomes. Minha visão é que, mesmo que adotemos uma distinção pragmática, história da ciência e filosofia (e a história da filosofia) devem ser entendidas e praticadas como disciplinas auxiliares uma da outra.

1. Preliminar historiográfica

A história da ciência é uma disciplina *sui generis*. Diferentemente das outras disciplinas históricas, não é feita quase que exclusivamente por historiadores, mas também por cientistas e filósofos. Essa pluralidade na produção da história da ciência corresponde a um entendimento diverso da própria disciplina, daquilo que deva ser, afinal, seu objeto, seus métodos e seus usos. Também nela se nota um reflexo da distinção entre a cultura

¹ Esse tipo de “atitude” é chamado de “deflacionária”. Sobre isso, ver a seção 2.1 deste capítulo.

científica, de um lado, e a humanística, de outro: as pesquisas históricas feitas por cientistas tendem (e enfatizo aqui que se trata apenas de uma tendência que não esgota todo o campo), *grosso modo*, a tratar a ciência como um empreendimento unificado universalmente, igual ou ao menos razoavelmente identificável em todas as épocas, e aquelas feitas por historiadores de formação tendem a ser mais voltadas para o estudo da ciência vista como uma manifestação cultural entre outras – enquanto nas versões produzidas pelos filósofos tendem a ser um meio-termo entre as duas tendências anteriores, ou então um repositório de estudos de casos para investigações sobre método científico².

Essas diferenças se refletem também na metodologia historiográfica utilizada. Enquanto a história da ciência feita por cientistas tende a se focar nos grandes nomes, mostrando como foram capazes de obter resultados que se mantêm até hoje, a história dos historiadores tende a se focar no contexto, seja político, econômico ou social, no qual a ciência se desenvolveu. Em casos extremos, são produzidas histórias da ciência que consistem apenas de aspectos ditos “internos” a uma especialidade científica, sem qualquer preocupação com as outras dimensões da vida do cientista e da sociedade da época, ou apenas de aspectos “externos”, trazendo uma descrição completa dos diversos contextos no qual o cientista viveu e produziu, mas sem adentrar na sua produção científica propriamente dita.

Também nos usos essas duas formas de se fazer história da ciência divergem entre si. Um tipo procura na história da ciência as raízes para o conhecimento que temos hoje (e ressalto que não há necessariamente anacronismo nessa posição), enquanto outro busca a compreensão da ciência do passado em seus próprios termos. Uma frase da historiadora Frances Yates ilustra bem essa divergência, e aponta, ainda que de maneira não muito otimista, para a necessidade de integração das duas abordagens e tipos de investigação em história da ciência:

[...] a história da ciência [...], em vez de ser lida apenas para frente pelas suas premonições daquilo que está por vir, deveria também ser lida para trás, procurando as conexões com o que foi antes. Desses esforços poderá surgir uma história da ciência que será exagerada e parcialmente errada. Mas a história da ciência a partir apenas do ponto de vista para frente também tem sido exagerada e parcialmente errada, interpretando erroneamente os pensadores antigos ao escolher, fora do contexto de seu pensamento como um todo, apenas

² Brush (1995) apresenta um breve relato histórico sobre a divisão interna da história da ciência, junto com uma proposta de reunião.

o que parece apontar na direção dos desenvolvimentos modernos. Apenas no futuro distante, talvez, um balanço adequado será estabelecido entre os dois tipos de investigação [...] (YATES *apud* FINDLEN, 2005, p. 232).

1.1 Os quatro “vícios” de uma historiografia anacrônica da ciência

Em história da ciência, a postura que, nas palavras de Yates, “só olha para a frente” pode se desvirtuar no culto aos grandes cientistas e no esquecimento de tudo aquilo que, numa época, é marginal e desafiador da ortodoxia científica, e levar a um malfadado anacronismo que só consegue enxergar a ciência do passado através das lentes das ideias científicas aceitas no presente. Nisso, não apenas cientistas menos conhecidos, mas campos inteiros de investigação, como a astrologia, seriam relegados ao desprezo do historiador da ciência, que tenderia a explicar os casos anômalos a partir de fatores causais outros que não as razões internas de uma tradição. Esse tipo de historiografia apresenta quatro “vícios” (KRAUGH, 2001, p. 105):

- (i) avaliação e concessão de *status*;
- (ii) formalização;
- (iii) pressuposições de coerência e racionalidade, avaliados de acordo com a concepção contemporânea daquilo que é o trabalho racional de um cientista;
- e
- (iv) antecipação.

Os pontos (i) e (iii) são aqueles mais comumente entendidos como a típica abordagem anacrônica em história da ciência, e consistem na utilização de um padrão científico de referência de uma época (geralmente, mas não necessariamente, a ciência contemporânea) como medida da *racionalidade* da ciência (e dos cientistas) de outra. Não se trata apenas de afirmar que certa teoria, disciplina, ou mesmo a inteira ciência de uma época ou povo é irrelevante para as preocupações atuais, e assim tentar justificar certa concepção que vê na utilidade o principal valor de uma pesquisa, mas de algo mais profundo: que essa teoria, disciplina ou ciência é *irracional*, baseada em padrões e princípios totalmente diversos daqueles que regem a pesquisa propriamente científica – e racional – tomada como referência. Dessa forma, tais produtos intelectuais são vistos como contaminados por erros de toda espécie, e, em última instância, são apresentados como

exemplos da incapacidade de se atingir o pináculo da razão. Helge Kragh cita como ilustração desse tipo de atitude um caso típico, que é a lamentação sobre a incapacidade dos cientistas do passado de verem a verdade, brilhante como o Sol, que se lhes apresenta: ao comentar a teoria dos alquimistas da Idade Média, segundo a qual todos os metais seriam compostos de enxofre e mercúrio, o historiador da química Ernst von Meyer avalia que

É surpreendente que os químicos dos séculos XIII e XIV, cujo conhecimento da química era bastante abrangente, aceitassem este tipo de especulação sobre a composição dos metais, sem fazerem uma tentativa séria para descrever as substâncias absorvidas nestes e noutros corpos (MEYER *apud* KRAGH, 2001, p. 105).

Note-se, porém, que a avaliação de Meyer se deve a uma compreensão falha sobre os conceitos de “enxofre” e “mercúrio” utilizados pelos alquimistas medievais, que não eram definidos da mesma forma que o eram na química contemporânea ao historiador.

Outro famoso historiador da ciência, J. L. E. Dreyer, incorre no mesmo tipo de erro. Dreyer, ao mencionar que Heródoto considerava “inacreditáveis” [*incredible*] certas histórias sobre povos do norte que dormiriam por seis meses do ano, afirma que “certas pessoas devem ter sido capazes de perceber as consequências da Terra ser uma esfera” (DREYER, 1953, p. 39). Ora, observações que para nós, a partir das concepções científicas e culturais que temos, podem parecer provas óbvias e cabais de determinadas hipóteses e teorias não o eram na mesma medida para pessoas de outras épocas e lugares. Como afirma Dirk Coupric (2011 p. 67), “astrônomos [...] e marinheiros assistiram por séculos esse tipo de fenômenos sem relatá-los ao formato da Terra”. Ainda que esse problema seja tratado pela filosofia da ciência dentro da problemática da subdeterminação das teorias pelos dados³, esse exemplo pode ser considerado, no campo disciplinar da história da ciência, como uma instância de projeção de um padrão de racionalidade de uma época sobre aquele de outra diferente.

Esse tipo de atitude é pernicioso por dois motivos: em primeiro lugar, porque impede que se estude a ciência do passado em seus próprios termos, de acordo com seus próprios padrões e valores. Obviamente, nem sempre isso é possível, pela eventual dificuldade no acesso e estabelecimento das fontes, e mesmo pela impossibilidade de se

³ Sobre isso, ver Bonk (2008).

encontrá-las e defini-las em certos casos. O conhecimento da matemática babilônica, por exemplo, apresenta lacunas não apenas pelas dificuldades inerentes à descoberta arqueológica dos tabletas de barro, isto é, pela dificuldade de se conseguir as fontes materiais, mas, sobretudo, pelas dificuldades ligadas à decifração desses tabletas⁴. Um texto da astronomia babilônica, uma efeméride, levou cerca de 75 anos para ser restaurado a partir de nove fragmentos e decifrado (NORTH, 1989, p. 54), e o arqueólogo Paul Zimanski (2005, p. 323) chega a afirmar que, apesar dos progressos recentes, “encontrar tabletas continuou sendo um dos objetivos primários da arqueologia no Oriente antigo”. John Steele (2018, p. 73) afirma que “existem muitos tabletas não estudados [...], e áreas consideráveis da astronomia mesopotâmica que continuam apenas imperfeitamente entendidas”. Mas, mesmo com dificuldades desse tipo, o estudo de uma ciência do passado em seus próprios termos continua sendo um ideal da pesquisa.

Esse tipo de atitude anacrônica é pernicioso sobretudo por outro motivo. Ao se estabelecer um padrão, uma norma de cientificidade e de racionalidade em comparação com a qual serão julgados os saberes de outros povos e épocas, corre-se o risco de se identificar o diferente ao irracional. De fato, essa é uma das bases daquilo que Edward Said chama de “orientalismo”, e que define como “um estilo de pensamento baseado numa distinção ontológica e epistemológica feita entre ‘o Oriente’ e (na maioria das vezes) ‘o Ocidente’” (SAID, 1979, p. 3). Essa distinção epistemológica, sobre a qual fala Said, fundamenta-se numa visão essencialista das diferenças entre modos de pensar, de se fazer ciência e, por fim, na própria capacidade de se valer da razão. A ciência passa a ser, assim, uma atividade praticada numa determinada região, por determinadas pessoas e de determinada forma, e, na ótica orientalista, o que é ocidental é científico, enquanto tudo que não é ocidental, não é científico (RESTIVO & LOUGHLIN, 2000, p. 142)⁵. As implicações políticas dessa visão vão desde o desprezo por certas práticas, saberes e tecnologias – os médicos ingleses do século XVIII contestavam o procedimento da inoculação da varíola, que levaria à vacina, pelo fato de ter sido inicialmente praticada numa “região de ‘pessoas iletradas e irreflexivas’” (SOARES, 2018, p. 43); atualmente, a

⁴ Mathieu Ossendrijver (2012, p. 1-16) apresenta um bom panorama do estabelecimento de textos astronômicos babilônicos. T. de Jong (2016) traça um panorama histórico dos estudos sobre a astronomia babilônica.

⁵ Além de Restivo & Loughlin (2000), uma boa discussão sobre a essencialização da ciência como um produto “ocidental” pode ser encontrada em Elshakry (2010).

falta de uma consideração séria da agroecologia como alternativa sustentável para a produção de alimentos em larga escala é um caso particularmente instrutivo (LACEY, 2002) – até a instauração de um “choque de civilizações” que justificaria intervenções militares em determinados países (BRASTED & KHAN, 2012, p. 283-5).

O ponto (ii) se refere a certa utilização de formalismo lógico-matemático moderno na apresentação da ciência do passado ou de outras culturas. Quando um historiador quer transmitir as ideias científicas do passado para um público moderno, muitas vezes se faz necessária essa utilização de algumas ferramentas matemáticas com o objetivo de gerar uma espécie de “tradução” de uma “linguagem científica” para outra, conhecida do público-alvo. Talvez se possa questionar em que medida essa “tradução” é fiel, principalmente se levarmos em conta as teses da incomensurabilidade e da inexistência de uma linguagem neutra, puramente observacional. Thomas Kuhn nota que

A tradução, em suma, sempre envolve compromissos que alteram a comunicação. O tradutor deve decidir quais alterações são aceitáveis. Para fazer isso, precisa saber quais aspectos do original são mais importantes de se preservar e também algo sobre a educação prévia e a experiência daqueles que lerão o trabalho. [...] Para mim, ao menos, o que a existência de traduções sugere é que um recurso [*recourse*] está disponível para cientistas que sustentam teorias incomensuráveis. Esse recurso não precisa, entretanto, ser a reformulação completa numa linguagem neutra sequer das consequências das teorias. [...] Por que a tradução, seja entre teorias ou línguas, é tão difícil? Porque, como tem sido frequentemente notado, as línguas cortam [*cut up*] o mundo de formas diferentes, e nós não temos acesso a um meio de comunicação sub-linguístico neutro (KUHN, 1970a, p. 268).

Parece-me que, aqui como em literatura, *traduttore, traditore*. Mas, mesmo que se aceite essa tese, traduções são necessárias e importantes para permitir o acesso a ideias que de outra forma jamais seriam conhecidas, e devem ser avaliadas também pela sua *fertilidade* em produzir novas ideias. Podemos então concordar com Kragh (2001, p. 106), quando este afirma que

[...] não há forçosamente algo anti-histórico quer em traduções modernizadas, quer em conversões para formas matemáticas, desde que os conteúdos conceituais não sejam significativamente alterados em relação ao original.

Cabe, portanto, à sensibilidade do historiador decidir quais casos são passíveis de reformulação em linguagem matemática moderna, e quais não: a infidelidade à letra é perdoável se for mantida a fidelidade ao espírito.

Para Kragh (2001, p. 106-7), não é isso que ocorre num passo da famosa obra de E. J. Dijksterhuis, *A mecanização da imagem do mundo [De Mechanisering van het Wereldbeeld]*. Dijksterhuis (1980, p. 43) escreve que a teoria do movimento de Aristóteles pode ser resumida na seguinte equação, que chama de “lei fundamental da dinâmica [aristotélica]”:

$$v = f \times \frac{F}{I},$$

que representaria o fato de que Aristóteles considerava que a velocidade (v) de um corpo em movimento é diretamente proporcional à força (F) que age sobre ele e inversamente proporcional à resistência (I , que Dijksterhuis também chama de “inércia”); (f) é uma constante de proporcionalidade. Ainda que Dijksterhuis (*ibidem*) afirme que essa formalização está “sem dúvida de acordo com as mais profundas intenções de Aristóteles, mesmo se não com as suas palavras efetivas”, Kragh considera que ela apresenta três níveis de anacronismo: (a) aplica uma forma matemática que era estranha a Aristóteles e ao seu tempo; (b) usa termos (como “força” e “velocidade”) que só surgiram muito tempo depois; e (c) trabalha com o conceito de “lei natural”, estranho à física aristotélica. Se cada um desses três problemas não é, por si só, reprovável, o que Kragh reprova na formalização de Dijksterhuis é o fato de este ter extrapolado o quadro conceitual de Aristóteles e da ciência do seu tempo, e aplicado na apreciação da física aristotélica noções que lhe eram totalmente estranhas com o objetivo de relacioná-la ao saber sancionado de outra época. Corre-se o risco, em casos assim, de se passar uma imagem da ciência em desacordo não apenas com as palavras, mas mesmo com as mais profundas intenções dos autores⁶.

Dijksterhuis (*ibidem*, p. 44) acreditava que a equação acima era a versão antiga da equação $F = ma$ de Isaac Newton. A busca por precursores é o quarto e último dos “vícios” da história da ciência, e consiste numa prática genealógica de hipóteses e teorias. Essa prática, como no caso da formalização, não tem nada de errado por si só, mas torna-se problemática quando se esquece que os “precursores” operavam num meio completamente distinto daquele posterior. Se isso for levado em conta, a busca por precursores pode

⁶ Obviamente se pode argumentar que mesmo formalizações como essa de Dijksterhuis, que Kragh reprova, podem ser utilizadas para fins didáticos, e o próprio Dijksterhuis (1980, p. 44) reconhece o anacronismo presente nelas. Aqui, como no caso da tradução, a *fertilidade* é um valor a ser utilizado na avaliação – e acredito que a formalização de Dijksterhuis permite que ele a utilize na criação e no desenvolvimento de novas ideias, que se tornaram importantes na literatura.

tornar-se até um exercício interessante de história das ideias, mostrando como elas mudam de acordo com a rede de ideias nas quais estão inseridas e através do tempo.

1.1.1 Uma postura “moderada”

Esses “vícios” que Kragh apresenta podem ser compreendidos como balizas na análise histórica da ciência. Mas é possível – e mais, desejável – que se produza uma história da ciência completamente livre de anacronismos? Parece-me que não, e que certa moderação e tolerância com algumas doses de anacronismo é necessária, por duas razões distintas: em primeiro lugar, simplesmente não é possível que se produza um relato historiográfico (seja de qual subdisciplina histórica for) completamente livre de anacronismos. R. G. Collingwood sustenta que a escrita historiográfica tem uma diferença fundamental em relação à filosófica, ainda que ambas sejam bastante semelhantes como produtos do pensamento: para ele, um relato historiográfico

[...] é uma tentativa de comunicar ao leitor algo que o escritor seleciona para a comunicação, a partir de seu estoque de conhecimento. Ele nunca tenta escrever tudo que sabe sobre seu tema, mas apenas parte disso. [...] Nós tentamos ficar distantes [*steer clear*] das dúvidas e problemas, e fixar no que é certo. [...] Essa divisão daquilo que sabemos entre aquilo que sabemos com certeza e o que sabemos de forma duvidosa ou problemática [...] dá a todo escritor histórico um ar de conhecer mais do que ele sabe. [...] Toda escrita histórica é assim endereçada a um leitor, e um leitor relativamente desinformado (COLLINGWOOD, 2005, p. 208-9).

Já a escrita filosófica é uma escrita direcionada “do autor para si mesmo” (*ibidem*, p. 209), em que as dúvidas e dificuldades são mostradas com o fim de serem superadas. A filosofia, segundo Collingwood, é um diálogo da mente consigo mesma, num monólogo interno que busca superar suas próprias contradições e obstáculos: filosofia é, sobretudo, confissão (*ibidem*, p. 210).

Collingwood pretende, com essas considerações, mostrar o caráter essencialmente didático da história, em oposição à marcha irresistível e sem concessões do pensamento filosófico. No entanto, o mesmo Collingwood, num dos textos seminais da filosofia da história, *A ideia de história* [*The Idea of History*], sustenta que a historiografia é “a reencenação do pensamento passado, na mente do próprio historiador” (COLLINGWOOD,

1980, p. 215). Ora, essa aparente contradição entre, de um lado, a história como comunicação intersubjetiva e didática, e, de outro, como mergulho na subjetividade dos atores históricos pode ser resolvida se levarmos em conta que é impossível para o historiador pensar com as próprias categorias mentais dos atores que estuda. Ele, como todas as pessoas, é fruto de seu tempo, de uma cultura e de um sistema de pensamento historicamente localizado, e assim, por mais que tente “reencenar” na sua própria mente o teatro dos pensamentos de seus atores, sempre será limitado pela própria impossibilidade de pensar radicalmente como um outro, de se tornar um outro. Essa reencenação, como “mergulho total no passado”, não é mais que uma baliza da pesquisa histórica, e, mesmo que fosse possível para objetos de estudo cujas fontes fossem superabundantes⁷, o historiador não pode simplesmente apresentá-la sem mais para seus leitores, sem servir ele, historiador, de intermediário entre o passado e o presente. Caso assim o fizesse, correria o risco de simplesmente não ser compreendido – algo como uma viagem no tempo em que se traria alguém do passado para o presente e se abandonaria essa pessoa, com todos os mal-entendidos decorrentes da interação entre o viajante e as pessoas do tempo presente.

Se levarmos essas considerações para a história da ciência, veremos que é impossível pensar como os cientistas do passado, por mais que esse seja o horizonte visado. Isso é especialmente verdade para períodos com escassez de fontes ou em que essas são de difícil interpretação. Um exemplo é o da astronomia babilônica: é possível falar de “método” ao tratar das práticas dos sacerdotes de registrar as posições dos astros (os diários astronômicos), e posteriormente de criar esquemas aritméticos de predição? Pode-se argumentar que não, já que não há registros de uma reflexão autóctone sobre “método”, mas para nossas mentes treinadas numa determinada tradição de pensamento, é quase impossível, ao estudar os esquemas babilônicos, não pensar em termos como “observação”, “teoria”, “predição”, “aproximação” etc. Desde que se tenha em mente que essas categorias são nossas, e não dos sacerdotes mesopotâmicos, não me parece que haja problema em usá-las como recursos analíticos e didáticos.

Além disso, uma história da ciência completamente livre de anacronismos, se isso significar uma abordagem de completa imersão no passado como a única correta, é filosoficamente falha. Esse tipo de historiografia anacrônica cujos vícios venho

⁷ A micro-história procura traçar, com riqueza de detalhes, a trajetória de um ator histórico, para que se perceba nele vários níveis de influências, e procura, de certo modo, reencenar o pensamento desse ator. Sobre isso ver a seção 1.3 deste capítulo.

descrevendo recebeu, de Herbert Butterfield, o nome de “interpretação *whig* da história” [*whig interpretation of history*]. Butterfield referia-se aos historiadores políticos ingleses de tendências liberais, ligados ao partido *Whig*, para os quais a história era o desenrolar-se de uma tendência cada vez mais forte em direção à expansão e ao alargamento dos direitos humanos, em contraposição às tendências contrárias presentes nas intenções dos políticos do partido rival, o *Tory*. Segundo Butterfield, esse tipo de interpretação aparece em todos os tipos de escritos historiográficos – incluindo de história da ciência – que veem o “passado com referencia ao presente” (BUTTERFIELD, 1931, p. 11), e deve ser evitado não porque seja errado interpretar o passado de alguma forma para torná-lo inteligível para os leitores modernos, mas por representar um veredito da história, uma reconstrução que irá selecionar apenas os fatos e eventos que se adéquam a determinada visão teleológica dela.

O termo *whig* como sinônimo de anacronismo se tornou bastante famoso no campo da história da ciência, assim como a concepção de Butterfield – não isenta de críticas – de como essa deva ser. Para Keith Sewell (2005, p. 46), há uma contradição profunda no pensamento de Butterfield e de outros que advogam uma história radicalmente anti-anacrônica: ao negar o valor das interpretações, com vistas a promover uma visão diacrônica da história tal qual foi vivida pelos atores originais, eles se esquecem de que a própria ideia da existência da história aquém e para além das interpretações já é, ela mesma, uma interpretação.

Outras críticas já são mais pertinentes dentro do campo disciplinar da história da ciência. O historiador da biologia Ernst Mayr (1990) aponta que, em primeiro lugar, Butterfield não leva em consideração a diferença entre a história das ideias políticas, que podem mudar drasticamente de um governo para outro, quando são de ideologias distintas, e a história da ciência, que apresenta uma componente importante de continuidade entre teorias que se sucedem, pelo menos quando tratam dos mesmos problemas. Em segundo lugar, Mayr defende um certo tipo de historiografia, que chama de *desenvolvimentista* [*developmental*] como a mais adequada, mas não a única, para tratar da história da ciência. Para ele, essa historiografia leva em conta os desenvolvimentos da ciência através do tempo e mira mais na “clarificação conceitual do que na completude histórica” (MAYR, 1990, p. 304) e não pode ser acusada de ser anacrônica (ou *whig*) justamente porque seus interesses são outros. Mayr afirma que os problemas de uma historiografia da ciência anacrônica (que foram mencionados *supra*) devem ser evitados em qualquer disciplina

histórica, e que a seleção dos eventos históricos que entrarão em determinado relato historiográfico é algo importante e que não pode ser suprimido, pois uma história que “meramente recorda fatos e apresenta documentos é anti-intelectual” (*ibidem*, p. 309). Não se trata de selecionar fatos históricos apenas porque confirmam certa visão adotada pelo historiador, mas de selecioná-los por razões explicativas, porque alguns fatos, mais do que outros, ajudam a explicar determinado estado de coisas.

Nesse sentido, é possível que o historiador da ciência utilize o conhecimento da ciência atual na avaliação de aspectos da ciência do passado. Todo historiador tem conhecimentos que escapavam aos atores históricos, seja pelo estado da ciência da época, seja porque foram obtidos a partir de desenvolvimentos posteriores, e esse conhecimento pode ser utilizado na análise. É importante que essa utilização seja conscienciosa, e não perca de vista o contexto histórico e a disponibilidade de conhecimentos numa determinada época. David Hull (1979, p 14-5) afirma que

[...] o conhecimento do presente é absolutamente crucial para o historiador [...]. Da sua posição no presente, o historiador deve usar todas as evidências e ferramentas disponíveis para ele na reconstrução do passado, mesmo se esse conhecimento era indisponível para as pessoas no período sob investigação.

Assim, o historiador pode utilizar seus conhecimentos para analisar, por exemplo, pontos que condicionaram os desenvolvimentos de uma disciplina científica. Um exemplo disso é a análise que Osvaldo Pessoa Jr. (2010) faz da ciência do magnetismo. Ao estudar a história do magnetismo em algumas culturas diferentes (América Central, China e Europa), Pessoa chega à conclusão de que aquilo que hoje chamaríamos de “bussola de precisão” é um fator comum e condicionante em todas as histórias possíveis da ciência do magnetismo, algo que o autor chama de *gargalo* (PESSOA JR, *ibidem*, p. 204). Outro exemplo é o uso que James Evans faz de dados contemporâneos das posições dos planetas para a avaliação da precisão do modelo astronômico babilônico e do ptolomaico (EVANS, 1998, p. 316-7; 359-62) – o objetivo de Evans é mostrar que, contrariamente à crença comum, o modelo ptolomaico não apresentava problemas graves de precisão (ao menos não mais que os de Copérnico e outros) no período da Revolução Copernicana.

1.2 Um mapeamento das posições em história da ciência

Além das questões ligadas ao anacronismo, outro ponto metodológico fundamental é aquele acerca dos fatores que devem ser considerados na história (e na filosofia da ciência). Há dois extremos: uma abordagem “externalista” que abarca os vários condicionantes considerados externos às ideias vistas como propriamente científicas, sejam eles sociais, econômicos, religiosos etc., e outra “internalista”, focada naquilo que se considera ser, de fato e de direito, ciência⁸. Acredito que há pelo menos duas espécies de “internalismo”: um é aquele que utiliza a versão atual da ciência como modelo a ser aplicado na ciência do passado, como critério de demarcação entre o que é ciência e o que não é; outro é aquele que procura se manter fiel à letra dos textos (quando existem) dos cientistas do passado, visando esclarecer as conexões internas entre os conceitos através da análise lógica e filosófica dos escritos – algo semelhante ao que se convencionou chamar de “leitura estrutural” em filosofia. Um internalismo cai nas armadilhas da historiografia anacrônica; outro, se radical, corre o risco de ficar surdo às exigências históricas que atuam fora do livro científico⁹.

O filósofo David Miller (2012) argumenta que o campo da história da ciência pode ser mapeado, como primeiro passo visando uma maior integração com a filosofia da ciência. Para Miller, a disciplina da história da ciência é constituída de uma miríade de posições que chegam mesmo a serem antagônicas. No entanto, essas divisões são vistas por ele como artificiais e derivadas de razões institucionais:

Os preconceitos que dividem a disciplina [*a história da ciência*] são, na verdade, imposições acidentais, nascidas na história *mainstream* [...] quando a história da ciência procurou relações institucionais e intelectuais com as disciplinas mais estabelecidas da história e da filosofia. Isso levou à segregação artificial do campo nas suas variações história da ciência e história da filosofia da ciência. Mas a história da ciência não é nem filosofia nem história *mainstream* (MILLER, *ibidem*, p. 44-5).

Miller (*ibidem*, p. 143) propõe uma maneira interessante de mapear as questões tanto do internalismo e do externalismo em história da ciência, quanto do anacronismo:

⁸ Sobre isso, ver Kragh (2001, p. 39; 80-7) e Magalhães dos Santos F^o (2004, p. 7-17).

⁹ É impossível evitar certa dose de anacronismo, quando, por exemplo, se chama de “cientista” algum(a) estudioso(a) do passado. Creio que tal dose é pequena e que envolve apenas uma preocupação com a uniformidade dos termos utilizados, sem compromissos definitórios e universalmente demarcatórios.

para ele, o historiador pode escolher uma posição determinada por dois eixos, um relacionado ao papel causal de fatores intelectuais e não intelectuais na análise da atividade científica, e outro relacionado à finalidade da pesquisa historiográfica. Quanto ao primeiro eixo, as posições extremas do internalismo e do externalismo são, respectivamente, uma que “nega qualquer eficácia causal ao contexto sociocultural no desenvolvimento da ciência”, e que por isso se foca na lógica interna à determinada disciplina; e outra segundo a qual as mudanças na ciência se devem apenas ao “contexto não intelectual que circunda a atividade científica”. Já o segundo eixo tem como extremos, de um lado, a concepção de que a história deva mostrar a ciência “tal como ela realmente foi”, obrigando assim o historiador a “imersão no passado, com toda a sua embaralhada complexidade, assustado pelo fantasma do anacronismo”, e de outro lado, uma posição presentista que, por razões didáticas ou filosóficas, apenas leve em consideração a ciência que pode ser avaliada como uma antecessora da ciência atual. Esses eixos podem ser representados como na figura abaixo:

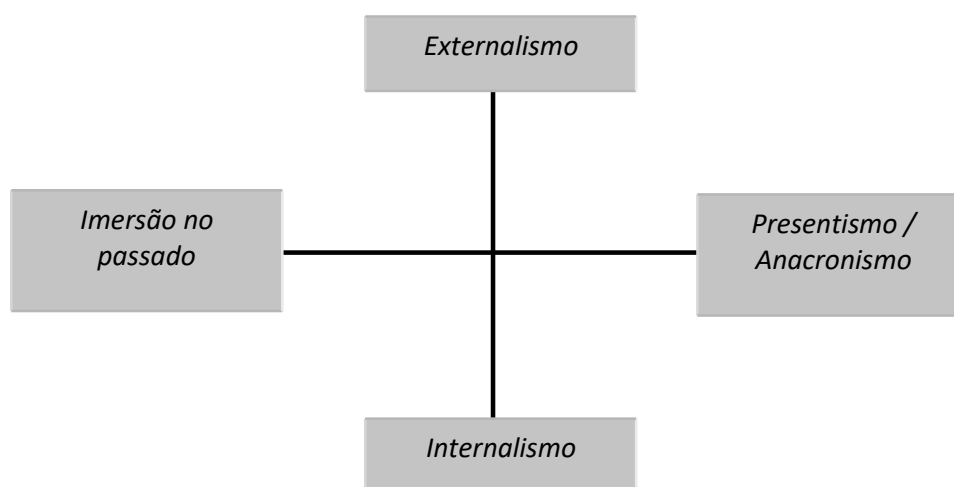


Figura 1: Eixos para a pesquisa em história da ciência.

Os dois eixos de Miller deixam claro que as posições dos historiadores e filósofos sobre o anacronismo e a questão do internalismo vs. externalismo se inserem dentro de um *continuum*. Assim, embora os quatro “vícios” do anacronismo apresentados acima sirvam como balizas ideais do que deve ser evitado na história da ciência, pode-se sustentar que certa dose de anacronismo é não somente inevitável e filosoficamente aceitável, mas, em

determinadas circunstâncias e de acordo com a finalidade da investigação, mesmo desejável. Cabe ao pesquisador determinar os fins que deseja alcançar, e, a partir deles, definir o quão grande – evitando-se, obviamente, que se caia nos vícios supramencionados – essa dose de anacronismo será. Quanto ao eixo do internalismo e do externalismo, adoto uma abordagem preponderantemente, mas não exclusivamente, internalista do segundo tipo, isto é, um internalismo não exclusivista, que aceita o papel causal de fatores não intelectuais na história da ciência.

1.3 Um paradigma possível: a micro-história¹⁰

Boa parte da história da história da ciência recente tem sido feita a partir do ponto de vista da longa duração, ou seja, visando mostrar como se dão mudanças na ciência em longos períodos de tempo. A historiadora Paula Findlen credits isso sobretudo ao projeto de se mostrar a emergência da ciência no início da Modernidade, numa tentativa de se aferir historicamente a presença de uma “revolução científica” (FINDLEN, 2005, p. 232). Outra razão possível é a dominação da disciplina da história (em geral, e não apenas a da ciência) pelo paradigma de Fernand Braudel¹¹, os estudos da *longue durée*, principalmente entre os anos 1950-1980, época de um renascimento dos estudos históricos sobre o início da ciência moderna.

No entanto, esse paradigma sofreu uma crise, principalmente na história social e econômica, e várias escolas historiográficas surgiram a partir de então, como a história das mentalidades¹², a chamada “nova história cultural”, e a micro-história¹³. É dessa última e de suas possibilidades para a história da ciência que me ocuparei nesta seção, procurando mostrar seus principais contornos teóricos assim como algumas de suas perspectivas para a história da ciência.

¹⁰ Uma versão desta seção foi publicada em Faria (2018).

¹¹ O *locus* clássico é Braudel (1958).

¹² Jacques Roger (1993) advoga o uso da história das mentalidades na história da ciência.

¹³ Para uma noção de conjunto da crise da historiografia nos anos 1970-1980, ver Vainfas (2002, p. 13-52).

A micro-história é, antes de tudo, uma prática historiográfica experimental. Com isso, quero dizer que ela não possui textos programáticos explícitos em sua fundação¹⁴, e que ela agrega historiadores de diversas procedências teóricas e com diversos objetos de estudo. Além disso, podem ser reconhecidas ao menos duas versões distintas da micro-história: uma versão americana, baseada no chamado “paradigma indiciário” de Carlo Ginzburg, que veremos a seguir no que consiste, e outra ítalo-francesa, que encara a micro-história como “uma interrogação sobre a história social e sobre a construção de seus objetos” (REVEL, 1994, p. 550).

O termo “micro-história” (do italiano *microstoria*) foi cunhado por um grupo de historiadores italianos reunidos em torno da revista *Quaderni Storici* nos anos 1970¹⁵, assim como foi o nome de uma coleção de livros publicados pela editora Einaudi nos anos 1980, chamada *Microstorie*, dirigida por dois expoentes dessa corrente, Ginzburg e Giovanni Levi. Enquanto a revista *Quaderni Storici* se propunha a publicar artigos principalmente de história social e econômica, a coleção *Microstorie* é mais diversificada, e conta com textos famosos, como *A herança imaterial [L’eredità imateriale]* de Levi (2000), e um conhecido e polêmico trabalho de história da ciência, o *Galileu herético [Galileo eretico]*, de Pietro Redondi (1991)¹⁶.

A micro-história nasce de uma dupla crise: uma crise interna à disciplina da história e outra, muito maior, de um ceticismo em relação aos modelos de explicação social e econômica da sociedade, que ajudou a precipitar a primeira (LEVI, 1991, p. 93-94). A crise historiográfica deveu-se sobretudo à crescente desconfiança para com os procedimentos comuns empregados na escrita da história até por volta dos anos 1970. Esses procedimentos diziam respeito ao modo como os historiadores definiam seu objeto, bem como ao modo de explorar as fontes. A escola dos *Annales*, que consagrou esses procedimentos, tinha como postulado básico a ideia de que a história só poderia ser escrita a partir do “evento repetível e suas variações, [e das] regularidades observáveis a partir das quais seria possível extrair leis”. Disso, resultam as características dessa historiografia: “o privilégio conferido ao estudo dos agregados o mais maciços possível, a prioridade dada à

¹⁴ Mas talvez poderíamos considerar o texto de Edoardo Grendi (1977) como um dos primeiros textos programáticos da micro-história.

¹⁵ Ainda que o termo já existisse antes; sobre isso, veja-se Ginzburg (1994, p. 511-14).

¹⁶ Vainfas (2002, p. 71) apresenta uma lista com os títulos da coleção *Microstorie* no período de 1981-1988.

quantificação na análise dos fenômenos sociais, a escolha de uma duração suficientemente longa” (REVEL, 1994, p. 551). Essas diretrizes metodológicas permitiram que a história respirasse novos ares ao abandonar o estudo exclusivo dos grandes nomes, ao recusar o etnocentrismo e ao poder explicar as mudanças em longos períodos de tempo. Por outro lado, apresentavam desvantagens – três, segundo Ginzburg (1994, p. 520): em primeiro lugar, não serviriam para a história antiga e medieval; em segundo, excluíam temas da história das ideias, da história da ciência e da história política; e, em terceiro e mais importante, sugeririam uma equalização dos indivíduos como agentes sócio-econômico-culturais que não levaria em conta certos casos anômalos. Para Ginzburg, isso é tanto esquecer que a documentação é função das situações de poder, quanto descurar de certos casos que não se adéquam à série utilizada.

É aí que entra a redução da escala de observação, a principal característica da micro-história (Levi, 1991, p. 95). Essa redução da escala significa não apenas o exame analítico minucioso das fontes e uma circunscrição mínima do objeto, mas a possibilidade de se obter conhecimentos que permanecem escondidos num nível macro. Para Ronaldo Vainfas (2002, p. 116-121), a redução da escala traz quatro redefinições para a historiografia: em primeiro lugar, a redefinição dos pressupostos da análise socio-histórica, isto é, a decisão de se buscar na própria sociedade estudada os critérios de ordenamento e as classificações, ao invés de se basear em esquemas *a priori*. Em segundo lugar, a redefinição da noção de estratégia social, que consiste na atenção dada às diversas possibilidades de escolha que os atores históricos possuíam, o que torna esse tipo de historiografia diverso daqueles que utilizam modelos estruturais-funcionalistas nos quais o indivíduo é simples função do meio em que vive. É interessante notar que essa atenção ao sujeito histórico abre caminho para os contrafactuais, ao reconhecer as incertezas que ele possuía e o campo de escolha que a sociedade em que viveu lhe dava. Em terceiro lugar, a redefinição da noção de contexto, um conceito não muito claro que em geral serve como ponto de partida do historiador, algo como um fundo comum a todos os atores, dentro do qual se passa aquilo que é o tema da pesquisa. A redução da escala transforma uma noção inerte de contexto em algo dinâmico, ao permitir que o objeto de estudo seja visto em suas várias manifestações simultâneas, que o atravessam, o moldam e por ele são moldadas de várias formas. Por fim, e como consequência dos pontos anteriores, a redefinição da hierarquia das problemáticas históricas, através da qual não é mais possível estabelecer uma separação rígida entre os diversos contextos nos quais os atores históricos se inserem,

mas torna-se imperativo reconhecer que cada um deles participa de diversos níveis e processos, desde os mais locais até os mais gerais e aparentemente distantes. Dessa forma, diz Vainfas (*ibidem*):

[...] o reconhecimento desse pertencimento dos indivíduos à determinada classe social, a uma categoria ou ofício ou à determinada região em certa época assume tanta importância quanto seu estado civil, suas sociabilidades, seus talentos e afetos individuais.

Para além do estudo de caso ou da história regional, a redução da escala proposta pela micro-história é, portanto, uma forma de revelar aspectos do mundo que se manifestam apenas quando se olha para a realidade através, digamos, do microscópio, e não apenas do telescópio.

Não se deve pensar, entretanto, que a micro-história seja simplesmente uma defesa da escala reduzida. A micro-história procura trabalhar com a ideia de contexto não mais como algo imposto “de cima”, uma explicação generalizante que dá significado às diversas ações, eventos e processos, mas como algo a ser desvelado a partir “de baixo”, ao se trabalhar com as diversas dimensões do objeto analisado. Giovanni Levi (1991, p. 107) sustenta que

[...] a redução da escala é uma operação experimental precisamente por causa deste fato, por assumir que as delimitações do contexto e sua coerência são aparentes e por revelar as contradições que apenas aparecem quando a escala de referência é alterada.

Levi reconhece que tal clarificação poderia ocorrer, incidentalmente, através de um alargamento da escala – nesse sentido, a escolha da dimensão micro se deve à preponderância das análises macro-históricas. Como afirma Revel (1994, p. 572), é a variação da escala que é fundamental, e não uma escala específica, como mostram os estudos macro-históricos da *New Economic History* americana, uma abordagem historiográfica também experimental que se utilizou dos contrafactuais como forma de se obter conhecimentos que de outro modo não seriam alcançáveis.

A especificidade da micro-história está relacionada com a variação da escala de observação, e não necessariamente com o tamanho do objeto. O exemplo mais clássico dessa abordagem talvez seja *O queijo e os vermes* [*Il formaggio e i vermi*], de Ginzburg (1976). Através do estudo detalhado do julgamento do moleiro Menocchio pela Inquisição, que termina na condenação desse à morte, Ginzburg analisa tanto a cosmologia que o réu

acaba por apresentar diante dos juízes quanto procura descobrir suas fontes, chegando assim à ideia de uma “circularidade cultural” (GINZBURG, 1976, p. xiii), que apresenta a cultura popular como alternativa à cultura das classes dominantes, e não subalterna a ela¹⁷. No moleiro de Ginzburg estão presentes tanto sua tagarelice quanto a invenção da imprensa, tanto suas relações com os outros habitantes da sua aldeia no Friuli quanto os processos de tradução e interpenetração cultural que tornaram o Corão uma das fontes de sua cosmologia.

Outro ponto metodológico importante da micro-história é sua proximidade com as pesquisas etnográficas. Já em 1977, Edoardo Grendi (1977, p. 511) sugere o uso na história da “abordagem holística” da antropologia, e isso principalmente na versão proposta por Clifford Geertz. Nessa versão, o antropólogo deve fazer uma “descrição densa” [*thick description*], isto é, entender a cultura primeiramente como algo a ser interpretado através da descrição das várias “redes de significação” (GEERTZ, 1973, p. 5) em que o indivíduo, e não apenas o grupo, está inserido. Isso faz com que se renuncie às teorias generalizantes sobre o funcionamento da cultura a ser estudada, até mesmo em suas versões mais básicas, como as ideias sobre a racionalidade humana, por exemplo. Cada cultura é única, e assim deve ser estudada. Segundo Geertz, a pesquisa etnográfica assim conduzida é microscópica (*ibid.*, p. 21), e procura captar o funcionamento da sociedade-objeto a partir de dentro.

Essas ideias influenciaram os primeiros historiadores que trabalharam com a micro-história. Eles passaram a ver a cultura e a sociedade em geral como formada por uma teia de relações, dentro de um sistema de regras e significados a serem interpretados (APPUHN, 2001, p. 106). Tal interpretação apenas se torna possível pelo exame analítico do comportamento dos indivíduos ou de grupos circunscritos, para neles serem percebidas as várias camadas de significado e interação. Contudo, um ponto de divergência dos micro-historiadores, principalmente Giovanni Levi, em relação à antropologia de Geertz está no relativismo que essa última parece implicar: ao tratar cada cultura como única e ao evitar qualquer teorização generalizante, Geertz elimina tanto a possibilidade de comparação entre culturas quanto o reconhecimento de estruturas transculturais que poderiam afetar de maneiras semelhantes povos diversos. Para Levi, uma das formas de se evitar isso é através da “consideração da diferenciação social”, empregando uma “leitura mais formal das ações, comportamentos, estruturas sociais, papéis e relacionamentos” (LEVI, 1991, p.

¹⁷ Esse tema já fora explorado, ainda que de modo diverso, por Mikhail Bakhtin; sobre isso, veja-se Barros (2007).

105). Com isso, Levi pretende tanto evitar o relativismo de Geertz quanto manter o diálogo com a historiografia tradicional, reconhecendo o papel das estruturas no condicionamento da vida do indivíduo.

A questão que se colocava, então, era de como adaptar as ideias de Geertz na história. O historiador trabalha – ainda que não necessariamente – com o passado, e não pode utilizar os métodos de obtenção de dados à disposição do antropólogo. Além disso, a antropologia muitas vezes elimina a dimensão temporal, sendo incapaz de mostrar as mudanças pelas quais passou a sociedade estudada. Duas soluções foram propostas, ainda que não universalmente aceitas e empregadas: um “paradigma indiciário” (assim chamado, em alusão ao conceito de Thomas Kuhn, pelo próprio proponente, Carlo Ginzburg¹⁸), e um paradigma que chamarei de “nominativo”. Começemos pelo segundo.

O paradigma nominativo, proposto por Ginzburg e Carlo Poni em 1979, sugere que o melhor modo de reconstruir as teias de relações que passam pelo indivíduo é através da busca do nome próprio em vários tipos de arquivos (GINZBURG & PONI, 1979, p. 185). Sendo essa a unidade básica de análise, o historiador pode buscar as várias recorrências do mesmo nome e traçar as relações do indivíduo com outros e com as várias instituições. Os autores reconhecem que uma pesquisa assim só pode ser conduzida num âmbito restrito, de forma a encontrar o mesmo indivíduo ou grupo em contextos sociais diversos, justificando a opção pela micro-história. O nome é, assim, o “fio de Ariadne que guia o pesquisador no labirinto arquivístico” (*ibid.*).

Porém, é num outro texto de 1979, chamado “Sinais: raízes de um paradigma evidenciário”, que Ginzburg vai mais fundo. Não se trata mais de propor um trabalho arquivístico diverso do que se fazia até então, mas de oferecer um novo tipo de visão da disciplina da história, com padrões de evidência distintos daqueles das ciências da natureza. Para Ginzburg, o método da história é semelhante ao trabalho do detetive perspicaz, capaz de encontrar nos detalhes mínimos a solução do caso, ou do *expert* que descobre as falsificações através dos detalhes mais subestimados dos quadros, justamente aqueles aos quais o falsificador não dá atenção, ou mesmo do psicanalista que trabalha com os particulares triviais como meio de acesso aos produtos mais elevados do espírito e aos seus cantos mais recônditos. A história, para o italiano, é, tal como as várias ciências

¹⁸ Ginzburg & Poni (1979, p. 183) afirmam, a partir de um ponto de vista kuhniano, que a história está num estágio pré-paradigmático, e que o uso do termo “paradigma” tem valor metafórico.

humanas e a medicina, uma disciplina indiciária, que tem por objeto “casos, situações e documentos individuais, enquanto individuais”. Nas ciências da natureza,

o emprego da matemática e o método experimental, de fato, [*implicam*] respectivamente a quantificação e a repetibilidade dos fenômenos, enquanto a perspectiva individualizante [*da história*] excluía por definição a segunda e admitia a primeira apenas em funções auxiliares. Tudo isso explica por que a história nunca conseguiu se tornar uma ciência galileiana (GINZBURG, 2007, p. 156).

Por trabalhar com indícios, o historiador deve fazer conjecturas, deve procurar lançar hipóteses a partir de evidências que lhe faltam, procurando a melhor explicação para os vários rastros que possui. Na história da ciência antiga, deve-se muitas vezes recorrer a esse tipo de método, tanto pela escassez de fontes para determinados temas quanto pela existência de pontos que isoladamente não parecem fazer sentido. No entanto, o trabalho com indícios não dá liberdade absoluta para o historiador; é preciso que se deixe

[...] as fontes em registros de intertextualidade, deixar que uma ilumine a outra [...]. Trabalha-se ao nível das contradições e ambiguidades – não contra estas ambiguidades, mas sim se tirando partido delas (BARROS, 2007, p. 184).

Num artigo elencando dez questões atuais para a história e a filosofia da ciência, Peter Galison (2008, 119-122) cita a questão da localidade da micro-história *versus* a globalidade de práticas científicas que parecem ser generalizadas, e o problema de como integrar as duas perspectivas. Tal questão tem surgido também entre os historiadores sociais (TRIVELLATO, 2001). Seja qual for a solução e os modos de empregar a micro-história na história da ciência, talvez seja útil mantermos em mente a máxima de Jacques Revel (2000, p. 28): “por que ser simples quando se pode ser complicado?”.

É justamente essa “complicação”, ao abolir as fronteiras disciplinares rígidas entre história e filosofia (e, dependendo do caso, antropologia, economia, psicanálise etc.) que me interessa. Ainda que não seja o caso, na presente tese, de aplicar mecanicamente um método pronto e acabado da micro-história, devemos manter em mente aqueles que talvez sejam os principais achados dessa escola historiográfica, (i) a interpenetração daquilo que é “externo” e “interno” a um dado evento nas várias relações, micro e macro, que passam através dos atores históricos e que podem influenciá-lo de vários modos, e (ii) a variação dos pontos de vista de análise, ora mais próximos ao texto, ora num olhar amplo, de

conjunto. A micro-história aparece, assim, como um paradigma possível para a história da ciência antiga, mesmo que não se aplique uma cartilha de métodos prontos.

2. Preliminar metafilosófica: o que é a filosofia?

Dizer que Ptolomeu produziu também uma obra filosófica levanta, já de partida, uma questão espinhosa: o que é a filosofia? Essa questão é extremamente complexa, e minha intenção aqui não é senão fornecer alguns marcos que permitam a justificação de uma leitura filosófica de Ptolomeu.

Martin Heidegger (1997, p. 9) mostra como essa pergunta pode ser respondida “a partir dos pontos de vista mais diversos” e como ela encerra em si uma dificuldade fundamental: ao perguntar “o que é filosofia”, falamos sobre a filosofia, como que estando numa zona “acima e, portanto, fora da filosofia”. Mas é impossível dizer o que é filosofia “sem penetrar na filosofia, sem se demorar nela e se comportar no modo que lhe é próprio”. Responder à pergunta “o que é a filosofia” já é filosofar.

Alfred Whitehead (1929, p. 39) escreveu uma das frases mais célebres sobre a filosofia: “a caracterização geral mais segura da tradição filosófica europeia é que ela consiste em uma série de notas de rodapé a Platão”. Lacônica e exagerada como é, obviamente essa caracterização não pretende – e nem pode – ser a visão definitiva sobre a história da filosofia. Concordo com Isabelle Stengers quando afirma que o que Whitehead tinha em mente, ao escrever essa frase, é que a filosofia é uma atividade em que filósofos escrevem e leem outros filósofos. Para Stengers, a comunicação entre eles revela o espírito da frase de Whitehead:

O que são os filósofos além daqueles que leem outros filósofos? Mas eles os leem de uma forma que irá comunicar com a escrita, que os fará adicionar, subtrair, modificar e inserir as “notas de rodapé” que fazem um texto mudar (STENGERS, 2011, p. 273).

A filosofia é, desse ponto de vista, uma tradição em que filósofos respondem, comentam, criticam e desenvolvem os pensamentos daqueles que os precederam. Às vezes, a criação filosófica se dá mesmo pela má compreensão de um texto por outro filósofo – dois exemplos: já se afirmou que Immanuel Kant não teria compreendido corretamente as ideias de David Hume sobre a causalidade (BECK, 1996, p. 140), e que o movimento pragmatista

teria começado a partir da má compreensão por parte de William James do pensamento de Charles Peirce (ALLEN, 1995, p. 56)¹⁹.

O elemento de criação como característica da filosofia aparece em Gilles Deleuze e Félix Guattari, que em seu *Qu'est-ce que la philosophie?* [*O que é a filosofia*] afirmam que a filosofia é sobretudo criação de conceitos. Os autores enfatizam a importância da reflexão filosófica na criação de novas condições de vida: “a criação de conceitos faz apelo em si mesma a uma forma futura, ela chama uma nova terra e um povo que ainda não existe” (DELEUZE & GUATTARI, 1991, p. 104). Alain Badiou (2015, p. 50) afirma que “o presente da filosofia é também a interpretação do passado para o futuro”, a criação constante de novas interpretações dos filósofos do passado para que se produza um pensamento que não apenas seja útil para o futuro, mas que o crie²⁰. A filosofia tem as duas faces de Jano: uma olha para o passado, ancorada numa tradição que deve ser reinterpretada a todo momento para que adquira significado, e outra para o futuro, ao criar conceitos e propor novas visões e possibilidades.

¹⁹ Esses dois exemplos vão ao encontro da tese de Oswaldo Porchat (2010) no seu *Discurso aos estudantes sobre a pesquisa em filosofia*, em que o filósofo afirma que se deveria incentivar os alunos de filosofia a produzirem um pensamento próprio, e não apenas a comentarem, da maneira mais rigorosa possível, os textos dos grandes filósofos (ainda que não se negue a extrema importância do exercício do comentário filosófico). Segundo Porchat, uma das razões pela qual se evita dar voz própria aos estudantes de filosofia seria o medo da falta de rigor das suas criações intelectuais. Ora, como mostram os exemplos das supostas más compreensões de Kant e James, mesmo erros de interpretação não deveriam ser tão temidos se produzirem bons frutos filosóficos: a fertilidade levaria a melhor sobre a austeridade interpretativa.

²⁰ Pode-se depreender dessas caracterizações da filosofia feitas por Deleuze & Guattari e Badiou a importância da criação de um pensamento filosófico local. Ora, se a criação de conceitos e a reinterpretação da tradição levam à criação de novas possibilidades no futuro, deve-se, no espírito do *Discurso* de Porchat, incentivar a criação, e não apenas a exegese calcada numa rígida leitura estruturalista do texto filosófico. Essas questões são importantes para uma aproximação ao problema da existência de uma filosofia brasileira e latino-americana.

Num âmbito mais amplo que o do Departamento de Filosofia da USP, cujos estudantes eram os destinatários de Porchat, Paulo Margutti (2013; 2014, *passim*) mostra que a tradição portuguesa e colonial na qual se assenta a produção filosófica brasileira é dominada, salvo algumas exceções, por uma abordagem fundamentalmente exegética, e que a implantação do ensino universitário de filosofia no Brasil não mudou esse *modus operandi*, antes o intensificou, dotando-o de rigor acadêmico. Já Ivan Domingues (2017, p. 34-9) faz uma comparação entre a situação da filosofia na França e no Brasil: enquanto na França os filósofos atuam em, por assim dizer, dois campos, o universitário e o público, sendo solicitados frequentemente no debate de ideias mais amplo da sociedade francesa, no Brasil o filósofo, salvo raras exceções, não exerce influência além dos muros da universidade. O resultado disso, segundo Domingues, é “o taylorismo acadêmico, disseminando a entropia e aumentando o descarte” (p. 39).

No contexto dos países latino-americanos – e devemos notar que a reflexão metafilosófica é mais avançada nos países de língua espanhola do que no Brasil – Stefan Muñoz (2016, p. 445-58) assinala como aquilo que chama de “normalização filosófica” (um conceito de Francisco Romero) fez com que a filosofia latino-americana não tenha “nem validade nem legitimidade na academia” (p. 457). Essa “normalização” é uma certa visão que prescreve um modo de fazer (o europeu), um local institucional (os departamentos de filosofia) e uma problemática (os problemas universais e jamais os locais e práticos) como constituintes e determinantes daquilo que é filosofia, e de quem é filósofo – segundo Muñoz, a “normalização filosófica” tem como corolário que a filosofia se torna uma atividade profissional de uma elite econômica (p. 453).

2.1 Respostas descritivas e prescritivas

Numa tentativa de análise exaustiva do problema, Søren Overgaard et al. (2013, p. 18) escrevem que a pergunta “o que é a filosofia” admite dois tipos de resposta, uma *descritiva* e outra *prescritiva*, isto é, podemos respondê-la apontando para o que de fato é feito quando se faz “filosofia”, ou para o que deve ser feito, para quais características deve ter, que tipos de fins deve almejar alguém que produz um pensamento, um discurso, um texto “filosófico”. Devemos levar em conta, entretanto, que as duas respostas se imbricam, já que uma leitura daquilo que *é* de fato a filosofia traz em si uma interpretação, uma leitura, baseada em parte em alguma visão daquilo que ela *deva ser*.

Seguindo a sugestão de Overgaard et al. (*ibidem*, p. 20), podemos dar dois tipos de resposta descritiva, uma *deflacionária* e outra *essencialista*, à pergunta. *Grosso modo*, uma explicação ou teoria é deflacionária quando não assume a existência de nenhuma natureza ou essência subjacente a um dado fenômeno, objeto ou evento, natureza essa que seria uma propriedade comum a todas as instâncias; uma explicação deflacionária do significado de matriz wittgensteiniana, por exemplo, defende que o significado é dado apenas pelo uso: “o significado de uma palavra é constituído pelo seu uso – pelas regularidades que governam o emprego das sentenças nas quais ela aparece” (HORWICH, 1998, p. 3). Uma resposta deflacionária à pergunta “o que é a filosofia”, então, será que o significado da palavra “filosofia” é dado pelo uso feito pelas pessoas que a utilizam, e assim filosofia é qualquer coisa que pessoas reconhecidas como filósofos em universidades façam e seja reconhecida pelos pares como tal²¹. Segundo Quine (*apud* OVERGAARD et al., 2013, p. 20),

Filosofia é um dos termos de uma série de termos gerais [*blanket terms*] usados por decanos e bibliotecários na sua tarefa necessária de agrupar a miríade de tópicos e problemas da ciência e da erudição [*scholarship*] sob um número manejável de rótulos.

²¹ Num interessante estudo sociológico, Randall Collins (1998) faz um levantamento panorâmico do desenvolvimento histórico da filosofia, dentro de uma perspectiva descritiva. Collins estuda não apenas a tradição filosófica ocidental, mas também as asiáticas, como a chinesa e a indiana, e afirma que “a história da filosofia é, em grande medida, a história de grupos” (p. 3). Collins afirma também que os filósofos estão inseridos em comunidades sociais típicas, com redes e rivalidades entre si, que essas redes “exibem dinâmicas sociais definidas através da expansão da história mundial” (p. 12) o que permite a criação de uma “sociologia da filosofia” (ou “das filosofias”, como escreve Collins).

Nesse sentido, a *instituição* – ou a *autoridade*, seja um professor, seja um grupo – desempenha um papel fundamental: na Antiguidade, eram as escolas, como a Academia platônica, o Liceu peripatético, o Pórtico estoico etc., que desempenhavam o papel de aglutinadores e avalizadores do pensamento que se produzia como filosofia. Essas escolas tinham as funções tanto de ensinar quanto de fornecer uma base teórica e um quadro de problemas para o filósofo trabalhar, e por isso era a norma que os filósofos se filiassem a alguma escola. Essa caracterização se coaduna com aquela feita por Stengers, apresentada acima.

Se a resposta deflacionária não tem nenhuma pretensão de dar uma definição imutável para o que seja a filosofia, a resposta *essencialista* procura exatamente isso: chegar ao núcleo imutável da filosofia, indo além das diferenças subdisciplinares, dos acidentes, para apreender a sua própria essência. Overgaard et al. (2013, p. 20) dividem as tentativas de resposta essencialista em duas classes: as respostas *metodológicas* e as respostas *tópicas*. As primeiras veem num certo método a essência da filosofia, aquilo que a distingue das demais disciplinas das humanidades. Esse método pode ser a dialética platônica, o monólogo interior agostiniano, o comentário a Aristóteles, a meditação cartesiana etc. Esses diferentes métodos seriam unificados, na sua essência, por uma tentativa de clarificação conceitual da linguagem. Um exemplo desse tipo de concepção pode ser encontrado no artigo de Alice Ambrose (1992), onde a filósofa defende que as proposições filosóficas não são factuais, mas analisam simplesmente a linguagem – uma proposta que, segundo Roderick Chisholm (1992, p. 158) é “ao menos problemática”. Esse tipo de resposta tende a identificar a parte com o todo, a utilizar a característica de uma corrente filosófica do século XX – a filosofia analítica da linguagem – como definidora de toda a tradição filosófica; no entanto, boa parte daquilo que se convencionou chamar de “filosofia continental” procura não apenas analisar a linguagem, mas ir além, procurando as próprias bases do ser e da lógica (por exemplo, o Heidegger de *O Ser e o Tempo*)²². Considerações semelhantes podem ser feitas para concepções da filosofia como uma disciplina baseada no uso do argumento (entendido em sentido amplo), ou na criação de conceitos (tal como preconizam Deleuze e Guattari).

²² Sobre a separação da filosofia contemporânea entre “analíticos” e “continentais”, que acredito ser hoje muito mais superficial e de estilo de escrita do que metodológico ou tópico, tal qual foi no passado, e sobre o projeto filosófico heideggeriano em relação ao método e à lógica, ver D’Agostini (1997, p. 57-82).

As respostas tópicas distinguem a essência da filosofia nos assuntos dos quais ela trata, e procuram definir um conjunto mais ou menos restrito de questões ou de resultados para a pesquisa filosófica. As “grandes questões” como o ser, a natureza do conhecimento, os fundamentos da moral etc. são vistos como o domínio próprio de investigação do filósofo – e essa é, *grosso modo*, a visão que o público geral tem da filosofia. Sentido semelhante aparece numa das acepções do verbete “filosofia” do dicionário filosófico editado por André Lalande: a filosofia é

[...] qualquer conjunto de estudos ou de considerações que apresentam um alto grau de generalidade, e que tendem a conduzir seja uma ordem de conhecimentos, seja todo o saber humano, a um pequeno número de princípios diretores (LALANDE, 2010, p. 774).

Mas, como Overgaard et al. (*ibidem*, p. 21) afirmam, caracterizar a filosofia dessa maneira é “lançar uma rede muito grande”: pode-se argumentar que também a literatura e a arte, em geral, lidam com essas grandes questões e podem chegar a respostas baseadas em um “pequeno número de princípios”; é por isso que Wilhelm Dilthey vê na diversidade irreduzível de tópicos da filosofia uma semelhança desta com a religião e a arte:

Os sistemas filosóficos não são ligados na unidade do processo de conhecimento por um objeto comum. A filosofia não é, por isso, uma ciência como a botânica ou a zoologia. Ela é afim, pela sua intenção, à religião e à arte, enquanto é ligada às outras ciências pelo pensamento conceitual e a pretensão, contida nele, de validade universal (DILTHEY, 1997, p. 267).

Já as respostas prescritivas para a questão “o que é a filosofia” oferecem modelos ideais que devem servir como medida e fim da pesquisa filosófica. Esses modelos são, em geral, intimamente ligados às concepções filosóficas substanciais dos vários autores, fazendo parte, e mesmo sendo uma fundação, dos próprios sistemas filosóficos. Há inúmeros modelos propostos na história da filosofia, e não pretendo ser exaustivo aqui, mas apenas indicar alguns deles:

- (i) filosofia como doutrina das ideias – ou numa acepção platônica, das “Ideias”: concepção clássica da filosofia, de corte platônico, e que tem ressonâncias em Descartes e outros, com a importância dada às ideias “claras e distintas” e à busca da compreensão de algo além (ou aquém) da realidade empírica (CORRIGAN & TURNER, 2007, *passim*);

- (ii) filosofia como propedêutica e continuação da ciência, ou como metaciência (“ciência” entendida, nesse caso, principalmente como “ciências da natureza”): concepção que aparece nas diversas formas de relação da filosofia com as várias ciências – por exemplo FRANK (1957);
- (iii) filosofia como clarificação lógica do pensamento: essa concepção foi proposta por Ludwig Wittgenstein (1968, p. 76-7) no *Tractatus Logico-Philosophicus*, 4.112 (“a finalidade da filosofia é o esclarecimento lógico dos pensamentos. [...] A filosofia deve tomar os pensamentos que, por assim dizer, são vagos e obscuros e torná-los claros e bem delimitados.”), e foi uma das bases do Círculo de Viena;
- (iv) filosofia como ciência do espírito em contraposição às ciências da natureza: uma concepção de filosofia ligada sobretudo aos desenvolvimentos do idealismo alemão, e que aparece em Dilthey (1997);
- (v) filosofia como visão de mundo: também ligada a Dilthey, mas principalmente ao existencialismo com Heidegger, Karl Jaspers, Jean-Paul Sartre e Simone de Beauvoir, que veem a filosofia como forma de elucidar o que é a existência humana no mundo (D’AGOSTINI, 1997, p. 92-4; OVERGAARD et al., 2013, p. 40-3).

Como observam Overgaard et al. (*ibidem*, p. 24-6), o que se pode notar nos vários modelos de filosofia propostos é que variam entre dois extremos: de um lado, a filosofia como uma atividade que segue os procedimentos da ciência, tem os mesmos fins que ela e mesmo com ela se confunde, e, de outro, a filosofia como atividade completamente distinta da ciência.

Mas, podemos nos perguntar, como nos guiar nesse mar de definições do que é a filosofia? Seja qual for a caracterização que nos agrada, ela deve passar por dois testes (OVERGAARD et al., *ibidem*, p. 25): em primeiro lugar, quão revisionista ela é, isto é, quanto daquilo que é comumente reconhecido como filosofia no passado e no presente é por ela excluído? Uma definição de filosofia deve ser descartada se for muito estreita e não reconhecer a diversidade das maneiras de filosofar. Em segundo lugar, uma definição deve explicar a “falta de progresso” da filosofia em relação às ciências da natureza – ou ao menos explicar qual seja o progresso típico da filosofia e porque ela se desenvolve de maneira diferente de outras disciplinas. Nesse sentido, qualquer definição metafilosófica

pressupõe uma tomada de posição acerca da relação entre filosofia e ciência, e acerca dos processos internos de desenvolvimento das duas.

Se a função dos testes acima é garantir, por um lado, que a definição metafilosófica seja minimamente ampla para abarcar o que se entende normalmente por “filosofia” e, por outro, que a relação entre filosofia e ciência seja abordada de alguma forma, ou para identificá-las num extremo, ou diferenciá-las completamente, não se deve perder de vista que estatuto da filosofia é intrinsecamente problemático – como vimos *supra* com Heidegger, e que por isso certa tolerância deve ser cultivada. Filosofia se faz de maneiras diversas, que mudam no tempo e que mantêm relações com outras disciplinas, às vezes harmônicas, às vezes conflituosas. Paolo Rossi (1996, p. 13) nos previne tanto de uma ilusão quanto de uma esperança relacionadas à tarefa metafilosófica de dizer o que é filosofia: a ilusão da resolução do problema da pluralidade de formas de se fazer filosofia mediante a pura negação dessa pluralidade, e a esperança de resolvê-lo através do fechamento das fronteiras das várias “paróquias filosóficas”. Essa ilusão e essa esperança são perigosas porque

dão lugar a formas de intolerância que tendem frequentemente a se esconder atrás de apelos aos grandes e indiscutíveis valores da continuidade da Grande Tradição Especulativa ou da Rigorosa Cientificidade. Como regularmente acontece, a intolerância se manifesta depois com exclusões que não tem relação com a qualidade do trabalho filosófico, mas que são conduzidas examinando se está ou não presente a aceitação preliminar de uma entre as muitas imagens da filosofia (ROSSI, 1996, p. 13).

Com essas considerações em mente, creio que podemos afirmar que as respostas à pergunta “o que é a filosofia” podem ser mais bem entendidas com a ajuda do conceito de Ludwig Wittgenstein (1999, p 52) de “semelhança de família” proposto nas suas *Investigações filosóficas* (§67). Para Wittgenstein, certos conceitos têm suas extensões circunscritas não por uma propriedade comum às coisas, mas por certas semelhanças entre os objetos aos quais esses conceitos se aplicam. Assim, da mesma forma que se adotarmos um conceito rígido de “jogo” acharemos contraexemplos que são aceitos como “jogos” e ainda assim não são englobados pelo conceito, também acharemos formas de filosofia que não são subsumidas pelo conceito rígido, caso o adotemos.

Assim, podemos assumir que não se pode dar uma definição unívoca e exclusiva do que seja a filosofia, mas devemos entendê-la como uma determinada forma de uso da razão humana que apresenta áreas de contato mais ou menos extensas com a ciência, com a arte,

com a religião etc. Essa concepção deflacionária – que não exclui, entretanto, traços de essencialismo, pois poderíamos eleger certas tópicas e métodos como próprios da filosofia, numa perspectiva ao mesmo tempo descritiva e prescritiva – permite, por um lado, que não tenhamos uma visão excessivamente rígida das fronteiras da filosofia, e, por outro, que possamos entender as várias respostas prescritivas como tentativas de moldar uma determinada forma de se usar a razão – e nesse sentido, dizer o que seja a filosofia é filosofar, *radicalmente*.

Ao propor um exame *filosófico* das ideias de Ptolomeu, minha concepção de filosofia é deflacionária *cum grano salis*. Acredito que a filosofia seja um conceito amplo que abrange uma grande gama de manifestações diferentes, que fazem fronteira com várias outras formas de pensamento. Cada uma dessas manifestações, com sua definição metafilosófica prescritiva explícita ou implícita, é válida e digna de ser estudada, desde que entendamos que essas respostas prescritivas são apologias de um determinado modo de filosofar. Se o aspecto institucional que mencionei acima tem um grande peso ao sancionar o rol dos autores e obras estudados sob a rubrica de “filosofia”, a reinterpretção da tradição tem a função de aumentar esse rol, ao propor leituras “filosóficas” (também entendidas num sentido amplo, na perspectiva das semelhanças de família de Wittgenstein) de autores famosos ou desconhecidos, aumentando assim, através dessa releitura da tradição e da criação, o campo daquilo que se faz quando se faz “filosofia”. O *granum salis* que mencionei é a concepção (prescritiva) de que a filosofia pode operar numa área de intersecção, tanto tópica quanto metodológica, com a história (incluindo métodos próprios da micro-história, como a variação da escala de análise e a interpenetração de registros de influência). E isso principalmente na subdisciplina da filosofia da ciência, que acredito se tornar mais fértil se praticada conjuntamente, numa unidade, com a história da ciência, aproximando, assim, filosofia e ciência.

Essa fertilidade pode ser estimulada através de um tipo de estudo conjunto cujos métodos e resultados produzam algo que – parafraseando a caracterização que Rossi (2009, p. 15) dá de sua obra em seu *Os filósofos e as máquinas, 1400-1700 [I filosofi e le macchine, 1400-1700]* – não seja exatamente nem uma história da ciência, nem uma história da filosofia. Ao unir ambas as abordagens, é possível criar um modo interessante de se tratar da ciência do passado, e, da mesma forma, da filosofia do passado, principalmente nos casos em que as duas atividades incidem uma sobre a outra. Acredito que Rossi tenha chegado a uma síntese exemplar dessas duas abordagens na obra

mencionada, e, ainda que trate de um tema diferente daquele tratado nesta tese e utilize outros métodos, valha a pena um excuro para comentarmos sobre esse livro.

2.1.1 Filósofos e máquinas: história e filosofia em Paolo Rossi

Rossi possuía formação filosófica, tendo sido orientado por Eugenio Garin, e destacou-se no campo da história da ciência, chegando a receber a medalha Sarton da *History of Science Society*. Seu livro *Os filósofos e as máquinas* pode ser incluído numa tradição que remonta a Leonardo Olschki e a Edgar Zilsel, passa pelo próprio Rossi e por Bertrand Gille nos anos de 1960, e continua até hoje, com os trabalhos de Pamela Smith e Deborah Harkness²³. Olschki, em sua *História da literatura científica em línguas modernas (Geschichte der neusprachlichen wissenschaftlichen literatur)*, cujo último volume é de 1927, relacionava a produção científica de Galileu com os eventos e com a estrutura social, e especialmente com o trabalho dos artesãos de sua época²⁴. Essa ideia foi retomada e generalizada por Zilsel em seus escritos das décadas de 1930 e 1940. Para Zilsel (2003, p. 5), a ciência moderna europeia surgiu quando os artesãos superiores adquiriram certo grau de respeito na sociedade do início da modernidade, e seus métodos foram adotados por aqueles que haviam recebido educação universitária. Esse novo lugar social dos artesãos superiores deveu-se ao capitalismo nascente e às necessidades técnicas por ele geradas. Essa é a chamada “tese de Zilsel”. O estudo de Zilsel fazia parte de projeto maior de inserção da história dentro dos cânones metodológicos do Positivismo Lógico, e, para isso, Zilsel pretendia mostrar que era possível utilizar os métodos da física também na historiografia, especialmente os conceitos de causa e de lei. O surgimento da ciência moderna era um estudo de caso dentro desse projeto. Nele, Zilsel pretendia analisar quais foram os fatores causais que determinaram o surgimento da ciência moderna na Europa no momento em que ocorreu, e não em outro lugar ou época, e a partir desses dados gerar uma lei histórica, ainda que com baixo grau de precisão.

²³ Sobre essa tradição, ver Smith (2009).

²⁴ Duas visões diferentes da contraposição entre as ideias de Olschki e Alexandre Koyré, uma mais simpática a Olschki e outra mais a Koyré, podem ser encontradas, respectivamente, em Raven (2018) e em Cohen (1994, p. 322-7).

A investigação de Rossi segue a trilha aberta por Olschki-Zilsel, e a distância temporal oferece algumas vantagens ao primeiro. Rossi não tem a intenção de analisar a ciência europeia *vis-à-vis* a de outras culturas (especialmente a chinesa, analisada por Zilsel). Se a intenção de Zilsel era gerar uma lei geral que pudesse explicar a Revolução Científica na Europa pré-moderna, Rossi não pretende senão lançar novas luzes (ou ao menos luzes mais focadas) sobre o caso europeu – Zilsel era um participante renitente e heterodoxo do movimento do Positivismo Lógico, filiação não adotada por Rossi. Rossi tem o mérito de focar sua análise num caso específico, escolhido cuidadosamente como um exemplo de como as novas configurações geravam mudanças intelectuais. Além disso, as ideias de Zilsel permanecem, de certa forma, indeterminadas, principalmente se levarmos em consideração um aspecto metodológico proposto pela micro-história, a variação de escalas: ele faz uma investigação ampla, numa escala macro, das mudanças sociais que se efetuaram quando da Revolução Científica, e, nesse caso, fica-se sem uma ligação entre os diversos níveis da análise. Ao analisar as novas concepções propostas por Francis Bacon, Rossi faz uma síntese semelhante à que Ginzburg faz no caso de Menocchio: mostra como vários níveis de influências sociais, científicas e filosóficas se imbricam num mesmo indivíduo.

Uma das críticas mais fortes à tradição da tese de Zilsel, da qual Rossi participa, foi feita por A. Rupert Hall (1959). Hall nega que o novo cientista seja um misto de filósofo natural e de artesão superior. Para ele, os grandes personagens da historiografia tradicional da ciência, como Copérnico, Vessálio e Descartes, não se assemelhavam em nada a artesãos e engenheiros. E ainda que as técnicas tivessem um papel importante como materiais de estudos desses personagens, e como meios desses estudos, permanecia o ponto essencial de que o trabalho teórico, propriamente científico, era efetuado pelos filósofos naturais, e não pelos artesãos, de modo que a inclusão desses últimos em uma explicação histórica da Revolução Científica era supérflua, quando não errônea, por sugerir uma redução da história da ciência à história das técnicas. Porém, numa história da ciência por ele editada, Rossi se distancia dessa explicação simplista e determinista da relação entre teoria e prática atribuída à tradição da qual faz parte:

De fato, não é verdade que [...] a teoria conduza diretamente à prática, nem que a prática gere diretamente a teoria. Não foram os egípcios, que precisavam medir os campos do vale do Nilo, que inventaram a geometria, mas os gregos, que não precisavam medir nada. Não foram as necessidades da navegação, ou do cômputo eclesiástico que incitaram Copérnico

a destruir a ordem das esferas celestes e a colocar o Sol no centro do Universo. A aparição do canhão não provocou o nascimento de uma nova dinâmica e a física de Galileu não é um epifenômeno do arsenal dos venezianos (ROSSI, 2006, p. 104).

Contra as objeções de Hall, Rossi nota, primeiro, o quanto os tradicionais grandes personagens da ciência advogaram os ideais de conhecimento prático e de progresso e colaboração que nascem com os artesãos e engenheiros, e, segundo, qual é a concepção de ciência por trás dessas objeções, a saber, a ciência como teoria (ou ao menos a teoria como o produto principal da ciência). Nesse sentido, as objeções de Hall advêm de uma visão de ciência semelhante à de outro grande historiador, Alexandre Koyré – para quem a Revolução Científica se deve a uma “mutação intelectual”, a uma mudança de concepções metafísicas, e daí a ênfase que coloca no papel desempenhado pelo platonismo de Galileu no desenvolvimento de uma nova física. Não se deve, porém, esquecer que Hall dedica vários estudos à relação entre ciência e tecnologia na Revolução Científica, ainda que chegue a resultados diferentes daqueles da tradição à qual Rossi pertence, como, por exemplo, na sua tese de doutorado, na qual Hall afirma que o avanço da artilharia não teve influência considerável sobre a ciência da balística²⁵.

Um dos pontos frequentemente levantados contra a tese de Zilsel, e, especificamente, contra as ideias de Rossi no livro sob exame, é que ela valeria apenas para as chamadas ciências baconianas, e não para as ciências clássicas, na distinção de Thomas Kuhn. Segundo Kuhn (1977, p. 52-8), baconianas são aquelas ciências que não possuem ainda métodos e teorias bem definidas, e nas quais a aquisição de material factual tem um papel primordial, como a química nascente dos alquimistas; enquanto as clássicas são aquelas já bem organizadas e com uma tradição bem estabelecida, como a astronomia, por exemplo. Rossi (2009, p. 11) concorda com essa distinção, mas sua concepção de revolução científica não se baseia apenas em razões internas às ciências, sejam baconianas ou clássicas, mas na mudança da própria ideia de verdade e de natureza, e nos novos modos de produção e difusão do conhecimento. A metáfora do mundo como máquina proposta por vários autores do início da Modernidade serve tanto para os céus quanto para a terra, tanto para a química quanto para a astronomia, assim como a metáfora do Deus relojoeiro. A ideia de progresso, que Rossi defende ser um dos pontos principais da nova ciência, pode se fazer presente nas duas versões kuhnianas de ciência. De todo modo, Rossi não pretende defender a tese reducionista de que a valorização das técnicas é a causa

²⁵ Sobre isso, ver Cohen (1994, p. 342-3).

única da Revolução Científica, mas sim que ela é uma entre várias, mesmo que seja das mais importantes.

Com as ideias de progresso e com a identificação entre verdade e utilidade, a ideia de ciência apresentada por Rossi torna indissociáveis a chamada ciência pura e a ciência aplicada – ou se preferirmos, a ciência e a tecnologia. Se, segundo a filosofia de Bacon, conhecer é fazer, se a própria ciência está relacionada à capacidade técnica da época, pode-se esperar que todo e qualquer saber seja ligado, de um modo essencial, tanto aos modos de sua produção quanto de sua eventual aplicação técnica.

Essas considerações podem, na abordagem de Rossi, ser extrapoladas para a ciência do nosso tempo. Nesse caso, mesmo as pesquisas científicas que hoje parecem mais distantes da aplicação tecnológica estariam potencialmente destinadas a servir para alguma utilidade prática no futuro. A ligação dessas pesquisas com o saber técnico e a aplicação se daria ao menos de dois modos: (i) no planejamento e na execução das pesquisas, através da utilização da tecnologia da época usada na fabricação dos instrumentos científicos, desde aparelhos de medida simples a complexos e caros telescópios espaciais; e (ii) pelo conhecimento das possibilidades técnicas de exploração do mundo, seja através de alguma tecnologia prontamente reconhecível que possa ser gerada pela pesquisa pura, que responda a alguma necessidade já existente e que possa ser criada em um tempo relativamente breve, seja através de mais modos de forçar a natureza a revelar seus segredos, com o projeto e a criação de novos instrumentos e a continuidade da pesquisa pura. Nesse último caso, pode-se esperar que eventualmente, em algum ponto do futuro, alguma tecnologia útil à humanidade venha a ser gerada – essa, aliás, é uma das justificativas mais utilizadas na defesa das altas somas de dinheiro utilizadas no financiamento das pesquisas espaciais e outras que não trazem benefícios utilitários imediatos: “gastamos muito agora, mas no futuro isso irá ajudar a todos”. Entretanto, mais do que apresentar ciência e tecnologia como intimamente ligadas, falar nelas como duas instâncias separadas seria um erro, nada mais que um eco de uma antiga concepção de saber que separa contemplação de um lado e trabalho manual ou técnico de outro, de acordo com a concepção de Bacon. Não é à toa que alguns autores atuais (por exemplo, Channell [2017]) utilizem o termo “tecnociência”.

Numa entrevista dada em 2003, Rossi afirma que a ciência de hoje é globalizada, presente em todos os pontos do planeta (GRECO, 2003). Ele diz que essa universalidade se deve ao próprio caráter da ciência tal qual fundada no início da Modernidade. Haveria

apenas uma tradição científica, algo que se expressa no fato de que pessoas do mundo inteiro podem aprender os mesmos conceitos de física, por exemplo, em manuais cuja maior diferença é a língua, e não o conteúdo científico. Essa universalidade nega, em princípio, a possibilidade de existência de uma ciência nacional, e Rossi dá exemplos dessa impossibilidade através dos casos da física ariana de Hitler e da genética não burguesa de Stalin. A ciência apresenta-se como democrática e liberatória.

Rossi apresenta uma visão bastante otimista da ciência na Introdução d'*Os filósofos e as máquinas* e em outros livros seus, como *A ciência e a filosofia dos modernos (La scienza e la filosofia dei moderni)* (ROSSI, 1992). A ciência dos artesãos e dos intelectuais do início da Modernidade é uma em que o saber e o modo de relacionar-se com o mundo físico de uma parcela da população desprezada pelo *status quo* da época são valorizados e geram uma nova ciência. A ciência deixa de ser, ao menos idealmente, privilégio de alguns poucos que dispõem de ócio para se dedicar a um saber eminentemente intelectual, e passa a ser uma empresa pública, baseada no progresso e na ideia de melhoramento das condições de vida de toda a humanidade; deixa de ser baseada nos ensinamentos esotéricos do mestre sábio que descobriu algum segredo da natureza não prontamente revelável a qualquer homem, e passa a ser disponível a qualquer pessoa que observe a natureza – Rossi (2009, p. 10) nota como muitos personagens da Revolução Científica não tinham educação formal, e contribuíram com observações e experimentos simples. A própria ética da comunicação da ciência passa a ser baseada na linguagem simples dos cidadãos comuns, e não mais naquela escolástica dos filósofos, esotérica e muitas vezes fechada sobre si mesma. Essa profunda mudança é uma das causas da Revolução Científica, e uma das marcas da nova ciência²⁶.

3. História e filosofia da ciência como uma única disciplina

A obra de Rossi pode ser apontada como um exemplo bem-sucedido de união entre uma abordagem histórica e uma filosófica, mas casos como o seu não parecem ser comuns na literatura. O filósofo Ronald Giere descreve a vinculação de história e filosofia da ciência como um “casamento de conveniência”, que, ainda que possa ser mutuamente

²⁶ Para uma visão menos otimista da Revolução Científica, ver Federici (1984), para quem “a violência está na origem da ‘racionalização científica’” do início da Modernidade (p. 48).

proveitoso para ambas as disciplinas, não se baseia numa harmonização de pontos de vista e de objetivos, e, muito menos, em “fortes razões conceituais” (GIERE, 1973, p. 296). O historiador da ciência Kenneth Caneva considera que, a depender da visão que se tenha sobre certas questões epistemológicas, não há nada que possa ser compartilhado por historiadores da ciência e por filósofos da ciência. Segundo Caneva, historiadores lidam com pessoas em situações reais, e não há nessas situações o “sujeito do conhecimento genérico” dos filósofos (CANEVA, 2012, p. 53).

Mas o próprio Caneva reconhece que não precisa ser assim: para ele, a “contextualização de significados” (*ibidem*, p. 54) pode sugerir um terreno fértil para a união dos pontos de vista do historiador e do filósofo. Não fica claro o que Caneva entende por tal expressão, mas podemos assumir que ela se refere justamente aos diferentes níveis de análise que os teóricos da micro-história explicitaram; assim, tanto o nível do cientista numa situação real quanto o nível mais geral da análise das razões filosóficas podem ser unidos com vistas a criar uma análise que ilumine ambos os aspectos. Mas acredito que se possa ir mais além do que Caneva: simplesmente não é possível essa distinção clara entre história da ciência e filosofia da ciência. Como afirmou Kostas Gavroglu (2007, p. 201-2), o historiador sempre assume alguma posição acerca de questões que poderíamos chamar de mais propriamente “filosóficas”, tais como o que é ciência, qual o papel dos fatores “internos” e “externos” na produção do conhecimento, como se dão as mudanças científicas etc.

Poderíamos nos perguntar se, por outro lado, o trabalho do filósofo da ciência também pressupõe, mesmo que pragmaticamente, o do historiador da ciência. Também nesse caso, parece haver uma dependência mútua. A menos que se reduza o escopo do filósofo à ciência atual, seu trabalho de análise, seja de que ordem for, dependerá em alguma medida do conhecimento da ciência do passado produzida por historiadores. É nesse sentido que Ernan McMullin (1976, p. 586), comentando o artigo de Giere supracitado e dele discordando, afirma que algumas questões centrais da filosofia da ciência, tais como “a avaliação de teorias, o desenvolvimento [*growth*] científico, e a ontologia das entidades teóricas” não podem ser tratadas sem o aporte da história da ciência. A importância da história da ciência para a filosofia é reconhecida também por Ernest Nagel, que afirma que complicações desnecessárias na análise lógica das teorias científicas poderiam ser evitadas com o memento de que “as ciências tem uma história” (NAGEL, 1979, p. 363).

Trata-se, em suma, de estudar historicamente a filosofia da ciência e de estudar filosoficamente a história da ciência. Não há um único modo de se fazer isso, mas é o próprio campo de intersecção entre as duas disciplinas – a ciência – que permite e justifica essa concepção: seja no nível micro do cientista individual, seja no nível macro das hipóteses filosóficas, esse estudo conjunto possibilita inferir as concepções filosóficas presentes nos trabalhos individuais dos cientistas, e ao mesmo tempo permite analisar e corrigir certas posições historiográficas sobre a ciência do passado. Como veremos no capítulo 3, Andrew Janiak, que estuda as bases filosóficas do pensamento de Newton, defende que há questões da história da ciência que só podem ser esclarecidas através do recurso à história da filosofia, visando mostrar as conexões que o cientista estabelece com a tradição filosófica (JANIAK, 2010, p. 670). Da mesma forma, a filosofia da ciência necessita, obviamente, da história da ciência como a fonte de seus objetos de estudo, e foi justamente a atenção renovada que os filósofos na esteira de Kuhn e outros deram à história da ciência que renovou o campo da filosofia. Se isso, por um lado, minou certas concepções filosóficas acerca da “pureza” da ciência, por outro, abriu novas possibilidades de estudos que se traduzem, por exemplo, nas variadas análises feitas no contexto dos chamados *Science Studies*, que incluem disciplinas como a antropologia e a sociologia. Nesse novo cenário, a filosofia pode se beneficiar da união com a história (e, em última instância, mesmo com outras disciplinas) para estudar questões como, por exemplo, a da especificidade da ciência dentre as atividades humanas: esse tipo de questão “irá requerer o esforço concertado tanto de historiadores quanto de filósofos da ciência” (SMITH, 2010, p. 574). Como afirmam Michel Fichant e Michel Pêcheux (1974, p. 139):

Sem relação à história das ciências, uma epistemologia seria um duplo [*doublet*] perfeitamente supérfluo da ciência sobre a qual ela pretenderia discorrer. Pode-se dizer, inversamente, que uma história das ciências sem relação a uma epistemologia seria uma história onde não se sabe sobre o que se fala, nem porque se fala.

Mas quais são, afinal, as ideias filosóficas de Ptolomeu, e como responder a tal pergunta tendo em mente essa união de história da ciência e filosofia da ciência que defendo? Para responder a essa pergunta, devemos antes apresentar, como um pano de fundo, uma história das ideias filosóficas e científicas que se desenvolveram ao redor da astronomia antiga no período anterior a Ptolomeu – tal será o tema do próximo capítulo.

Capítulo 2: A astronomia antiga e a filosofia

Pode-se considerar a famosa obra de Otto Neugebauer, *A history of ancient mathematical astronomy* (NEUGEBAUER, 1975), como uma das mais importantes da historiografia da ciência do século XX. O autor oferece, em cerca de 1500 páginas, um panorama completo – na medida dos conhecimentos disponíveis até 1975 – da astronomia antiga em seus aspectos matemáticos. Podemos situar essa obra, na esquematização proposta por David Miller, como completamente internalista. De fato, Neugebauer afirma que sua intenção é tratar dos métodos matemáticos da astronomia antiga sem “esconder minha ignorância atrás da cortina de fumaça de irrelevâncias sociológicas, biográficas e bibliográficas” (*ibidem*, p. vii) – com esse último ponto talvez numa alusão a George Sarton e seu compêndio bibliográfico *Introduction to the history of science* (1927-48)²⁷. Certamente, poderíamos incluir a filosofia e os aspectos filosóficos da astronomia antiga entre as “irrelevâncias” deixadas de lado por Neugebauer. Sem desmerecer no mínimo que seja o livro, John North afirma que ao lê-lo se tem a sensação de que “se algumas pessoas tem pesadelos sobre elefantes, o professor Neugebauer os tem sobre filósofos” (NORTH, 1989, p. 58).

²⁷ George Sarton, numa carta de 1933 ao diretor do *Institute for Advanced Study* de Princeton, Abraham Flexner, elogiava Otto Neugebauer (“comparado com Neugebauer, sou apenas um diletante” [SARTON *apud* ROWE, 2016, p. 46]) e o indicava para a escola de estudos sobre ciência e cultura que Flexner pretendia fundar. De sua parte, Neugebauer jamais lançou nenhum ataque escrito a qualquer obra de Sarton – ainda que Noel Swerdlow mencione que Neugebauer dizia que Sarton era um “eminente compilador de muitos volumes, reminescente da mentalidade de Isidoro de Sevilha (SWERDLOW *apud* SIEGMUND-SCHULTZE, 2016, p. 102). Porém, em 1952, Sarton escreveu uma resenha para o *The exact sciences in Antiquity*, onde criticava algumas conclusões de Neugebauer, como a importância e o impacto da astronomia babilônica. Mas o principal ponto negativo da resenha de Sarton se referia ao que este via como uma síntese fraca, feita por um especialista, e Sarton chegou mesmo a escrever que não recomendaria apenas o livro de Neugebauer para cursos que pretendessem dar uma visão geral da ciência antiga, além de criticar o título do livro (“ele não tinha o direito de intitular seu livro ‘*The exact sciences in Antiquity*’. Isso é como a peça Hamlet com Hamlet fora” [SARTON, 1952, p. 72]).

De fato, Neugebauer e Sarton tinham visões diferentes sobre o escopo e os métodos da pesquisa em história da ciência. Neugebauer se dizia cético de qualquer tentativa de se alcançar uma síntese e se declarava convencido de que a especialização era o único caminho para um conhecimento robusto (ROWE, 2016, p. 54). Por sua vez, Sarton acreditava que a razão para se estudar a história da matemática era principalmente humanística e pretendia descobrir todas as circunstâncias nas quais as descobertas matemáticas foram feitas (*ibidem*). Se para Neugebauer a pesquisa em história da ciência deveria ter um caráter especializado, Sarton pretendia mostrar como a ciência era uma atividade humana entre outras, e estudá-la como tal a partir desse ponto de vista, o que o obrigava a ter uma visão mais generalista da história da ciência.

Existe uma tradição historiográfica, representada por autores como Pierre Duhem e Norwood Hanson, além de Neugebauer, que divide a astronomia antiga em duas correntes estanques, que só se uniriam na Modernidade: uma corrente de caráter eminentemente matemático (a astronomia propriamente dita), e outra de caráter eminentemente filosófico (chamada, segundo o caso, de física, filosofia, ou cosmologia). Essa tradição acredita que a separação entre a astronomia e a filosofia se dá já na Antiguidade, e que, ao tratar da astronomia propriamente dita, é supérfluo tratar dos aspectos filosóficos a ela paralelos.

No entanto, os aspectos filosóficos da astronomia antiga não são irrelevantes e nem deveriam causar pesadelos em quem quer que seja. Defendo que filosofia e astronomia sempre estiveram imbricadas na Antiguidade, e a relação entre as duas passa por fases diversas, em que ora há preponderância de uma, ora de outra.

Neste capítulo, apresento um panorama da história da astronomia antiga²⁸ até Hiparco, com duas intenções: em primeiro lugar, oferecer ao leitor um pano de fundo para as ideias filosóficas de Ptolomeu, tratadas no próximo capítulo; em segundo, mostrar como a astronomia sempre andou junta com a filosofia. De fato, os desenvolvimentos da ciência astronômica sempre estiveram ligados a uma determinada concepção filosófica do mundo. Isso aparece mais claramente nos gregos, mas mais porque temos maior acesso às suas ideias filosóficas do que devido a uma ausência dessas concepções filosóficas em outros povos e culturas. Assim, apresento também algumas das ideias astronômicas dos egípcios e babilônios, para analisar alguns de seus aspectos filosófico-metodológicos e indicar como nasce a astronomia matemática.

Meu foco neste capítulo é sobretudo nos aspectos metodológicos e filosóficos da astronomia antiga, numa aplicação das considerações feitas no capítulo anterior. Uma abordagem que uma história e filosofia da ciência permite que se chegue a novas hipóteses sobre o passado. A tese que defendo neste capítulo é que a astronomia antiga, principalmente a grega, é praticada conjuntamente com a filosofia, e que considerações metodológicas e/ou cosmológicas nunca estiveram fora do horizonte do astrônomo.

²⁸ Uma parte deste capítulo desenvolve, a partir de um ponto de vista diverso, o capítulo 2 da minha dissertação de mestrado (FARIA, 2014).

1. Questões metodológicas da astronomia egípcia e babilônica

Ainda que a astronomia matemática seja um avanço com raízes localizadas no tempo e no espaço (o eixo Mesopotâmia, Egito e Grécia)²⁹, se assumirmos uma definição abrangente e rudimentar de ciência como tentativa de explicar fenômenos observáveis através de hipóteses, podemos assumir que a astronomia é a ciência mais antiga de todas. Uma concepção semelhante de ciência é proposta por V. Gordon Childe e Bronislaw Malinowski. O primeiro afirma que a ciência é

[...] um corpo tradicional de observações, expresso em símbolos mutuamente inteligíveis (algum tipo de linguagem), e que provê regras para ação concertada num ambiente comum – em outras palavras, um tipo de mapa ideal ou modelo conceitual operativo da realidade que serve como guia da ação (GORDON CHILDE, 1953, p. 12).

No mesmo artigo, Gordon Childe cita um passo de Malinowski, no qual o antropólogo defende que a ciência existe em todas as culturas. Para Malinowski (*apud* GORDON CHILDE, *ibidem*), ciência é “um corpo de regras e concepções, baseado na experiência e derivado dela por inferência lógica, incorporado em realizações materiais e conduzido em algum tipo de organização social”.

Desde tempos imemoriais o homem olha para o céu e nota certas regularidades dos movimentos dos astros. Essas regularidades moldam o entendimento do ser humano sobre qual seja o seu lugar e sua função no meio que o circunda, e estrutura sua existência material através de ciclos e direcionalidades, que fornecem os suportes para a criação e a configuração das relações sociais. Como afirma Stanisław Iwaniszewski (2015, p. 12-3):

[...] Os povos sempre conceberam os céus como parte de um universo único e animado. Eles perceberam os planos celeste e terrestre como reinos mutuamente conectados e, em consequência, produziram mundos ordenados em que ciclos sazonais, meteorológicos, celestes e econômicos eram coordenados com ciclos florais, faunianos, e humanos. Eles também usaram referentes astronômicos para determinar direções cardeais. [...] Esses referentes temporais e espaciais não apenas lhes capacitaram para construir um modelo do cosmos, mas também lhes permitiram construir relações sociais dentro desse cosmos.

²⁹ Excluo da presente consideração os desenvolvimentos históricos e filosóficos das astronomias de outras culturas além das citadas, como a chinesa e a maia, por exemplo.

A astronomia também se relaciona ao poder nas várias culturas, de ao menos duas formas: a primeira é como ciência daquilo que é constante, regular e imutável, e ao mesmo tempo regente dos ciclos naturais e presença ameaçadora dos deuses através de signos e portentos; a segunda, como ciência capaz de prever o comportamento de seres tão importantes e temíveis para o homem. As várias atividades sociais e culturais, de rituais religiosos à construção de cidades, dos símbolos compartilhados ao planejamento das épocas em que era lícito ou possível guerrear, exibem elementos astronômicos (KRUPP, 2015, p. 68).

As motivações iniciais para o surgimento da astronomia teriam sido, segundo Anton Pannekoek (1961, p. 19-20), de ordem prática: inicialmente, o homem necessitava do conhecimento astronômico como forma de apreender os ciclos naturais e sua influência sobre sua vida e dos animais, e assim se manter mais seguro. A outra motivação teria sido a necessidade de medir o tempo, tanto em dias quanto em meses (para a medição da sucessão das estações), e a variedade e abundância de calendários nas diversas culturas fortalece essa hipótese.

Os egípcios, já no fim do terceiro milênio a. C., dividiam a noite segundo um esquema que perduraria por longo tempo, até o fim do Império Romano. A noite era dividida em 12 horas sazonais (isto é, que variavam de acordo com a estação do ano e a maior ou menor duração de dias e noites) (PARKER, 1974, p. 54-5). As horas eram marcadas pelo nascimento de certas estrelas (18 no total); como o movimento anual da Terra faz com que haja mudanças nos tempos de nascimento e ocaso das estrelas (os nascimentos e ocasos heliacais), e uma nova estrela aparecia à noite a cada 10 dias, os gregos, ao entrar em contato com esse calendário, chamaram essas estrelas de “decanos”. Essa tradição de calendários estelares daria à luz uma tradição que se desenvolveu na Mesopotâmia e na Grécia. Posteriormente, por volta do século XII a. C., surge outra forma de divisão das horas, em 24 horas constantes, medidas por relógios de Sol com gradações marcadas no corpo do instrumento ou por relógios d’água (*ibidem*, p. 57).

A divisão do ano em meses tem como unidade básica o ciclo lunar (PANNEKOEK, 1961, p. 21). Muitos povos antigos, incluindo os egípcios, utilizavam o período sinódico da Lua (o período entre duas fases iguais da Lua, usualmente a fase cheia) como medida dos meses do ano, que tinham 29 ou 30 dias. O ano egípcio tinha uma estrutura fixa de 365 dias divididos em doze meses com trinta dias cada, com cinco dias intercalados após o último mês. Como o ano solar tem 365,2422 dias, a cada quatro anos o calendário egípcio

ficava com um atraso em relação às estações de cerca de um dia. Em 238 a. C., o rei Ptolomeu III tentou corrigir esse problema com a adição de um dia a cada quatro anos, mas a reforma não foi adotada pelos sacerdotes nem pelo povo (EVANS, 1998, p. 166). Além disso, o calendário egípcio não reformado foi adotado pelos astrônomos até o tempo de Copérnico como sistema de datação de eventos celestes: por não intercalar dias e manter uma estrutura constante, tornava-se o calendário ideal para a referência precisa a uma determinada data.

O problema desse tipo de calendário é o descompasso com as estações. Os calendários lunissolares, como o dos babilônios, dos judeus e dos gregos antigos, tentam corrigir esse problema. Segundo Evans (1998, p. 182), esses calendários apresentam duas características: os meses seguem o período sinódico da Lua, com 29 ou 30 dias, e têm às vezes doze meses, às vezes treze, com meses intercalados para manter o compasso com Sol. Na Grécia, apesar do calendário lunissolar comum, a prática de cada cidade diferia nos detalhes, como o mês de início do calendário ou no padrão de intercalação de meses extras (*ibidem*, p. 183).

A observação dos céus levou os povos antigos a enxergarem padrões nas estrelas, formando as constelações. Ainda que não se saiba com certeza a origem de muitas constelações (que, ademais, variam muito em seus padrões e mitologias de cultura para cultura), sabe-se que foram os babilônios³⁰ a criar o sistema de doze signos do zodíaco: inicialmente, os babilônios marcavam 18 constelações “no caminho da Lua”, tal como aparece em tabletes babilônicos até século VII a. C., que registram uma concepção provavelmente mais antiga (VAN DER WAERDEN, 1974, p. 80), mas posteriormente chegaram a um sistema de doze signos artificiais de 30° cada. Supõe-se que as constelações gregas tenham sido originadas daquelas dos babilônios (SCHAEFER, 2006, p. 98).

Os babilônios foram os primeiros a realizar o registro sistemático das observações celestes que faziam. Os registros babilônicos se dividiam em duas classes: os diários astronômicos, que marcavam, em ordem cronológica, os fenômenos astronômicos e meteorológicos, os preços de diversos produtos, os níveis dos rios; e as coleções que registram o mesmo fenômeno por vários anos (VAN DER WAERDEN, 1974, p. 95). Segundo Evans (1998, p. 298), as causas do florescimento da astronomia na Babilônia

³⁰ Sigo a prática comum dos historiadores da astronomia antiga de agrupar sob o termo “babilônico” uma vasta tradição de pesquisa astronômica desenvolvida na região mesopotâmica, e que se desenvolve de Hamurabi, no início do segundo milênio a. C., até o domínio dos Partas, no século I d. C., passando pelos impérios Assírio, Persa, e Selêucida.

antes da Grécia são duas: de um lado, a prática da astrologia judicial (que se volta para os assuntos do estado, e não para os destinos individuais), que necessitava de um aparato preciso de observações, e, de outro, a estrutura centralizada do governo babilônico, em que os escribas faziam os registros mencionados por dever profissional.

Francesca Rochberg (2018, p. 18) credita o surgimento da astronomia matemática, entendida como “estudo do comportamento periódico dos fenômenos astrais e o desenvolvimento de modelos matemáticos para sua predição”, à preocupação dos babilônios com a interpretação dos fenômenos celestes, entendidos como sinais do destino. Um dos avanços principais da matemática e astronomia babilônica foi o uso do sistema sexagesimal. Esse sistema facilitava a utilização de frações, e por isso foi adotado pelos astrônomos gregos, a partir de Hiparco. Ptolomeu utilizava um sistema misto, com os números inteiros no sistema decimal e as frações no sistema sexagesimal. Mas, como afirma B. L. van der Waerden (1974, p. 39), ele raramente necessitava apenas de números inteiros, e o sistema sexagesimal servia justamente para facilitar os cálculos nas partes mais complexas.

A posse de um amplo estoque de registros dos fenômenos celestes permitiu aos babilônios dois importantes avanços astronômicos: a predição de eclipses lunares e o conhecimento de certos ciclos dos planetas. Os babilônios eram capazes de prever a possibilidade de ocorrência de eclipses lunares e solares já a partir do século VIII a. C. (STEELE, 2000a, p. 421), e é provável que as regras de predição tenham sido formuladas inicialmente para eclipses lunares, e então, por analogia, para os eclipses solares (BRACKBERNSEN & STEELE, 2005, p. 181). Uma das regras iniciais era que os eclipses lunares poderiam ocorrer a cada 5 ou 6 meses (STEELE, 2000b, p. 77). Posteriormente, já por volta do início do século VI a. C., os babilônios passaram a utilizar um ciclo que ficou conhecido como “saros”. O *saros* é um ciclo de 223 meses sinódicos, que é igual a 242 meses draconianos (um mês draconiano é o tempo que a Lua leva para voltar ao mesmo nodo de sua órbita) e a 239 meses anomalísticos (um mês anomalístico é o tempo que a Lua leva para voltar ao perigeu de sua órbita, considerando que este faz um movimento em direção ao leste que completa um circuito em aproximadamente 9 anos) (EVANS, 1998, p. 316). Dentro de um *saros* há 33 possibilidades de eclipses lunares, alguns a cada 5 meses,

outros a cada 6 meses (BRACK-BERNSSEN & STEELE, 2005, p. 181-2), e os eclipses se repetem após um prazo de cerca de 18 anos³¹.

O outro avanço obtido através dos diários astronômicos foi o conhecimento dos ciclos planetários (EVANS, 1998, p. 314). As previsões dos ciclos planetários se baseiam no fato de que as retrogradações de um planeta (seu movimento sinódico) não ocorrem sempre nas mesmas partes da eclíptica, mas variam por causa do movimento tropical do planeta. No entanto, após um certo número de movimentos, o padrão volta a se repetir e a posição do planeta pode ser prevista. Já a partir de 523 a. C. há registros de efemérides perpétuas para Júpiter, Vênus, Mercúrio, Saturno e Marte (SCHIAPARELLI, 1925, p. 114).

O conhecimento dos ciclos planetários permite o aparecimento de uma *astronomia preditiva*. Com o registro das posições planetárias e com o conhecimento dos seus ciclos, é possível prever a posição de um planeta no futuro, e também saber onde ele estava no passado³². Os textos que continham essas previsões baseadas em ciclos foram chamados de *textos ano-alvo*. Aqui podemos ver uma diferença marcante entre o tipo de astronomia praticada pelos gregos – ao menos daqueles que produziram suas obras antes de Hiparco – e pelos babilônios: enquanto os primeiros propunham modelos geométricos do Universo, enfatizando o entendimento e a explicação por meio de modelos do Cosmos (basta lembrarmos-nos das esferas concêntricas propostas por Eudoxo, Cálipo e Aristóteles), os últimos privilegiavam o aspecto preditivo dos fenômenos celestes. Essa diferença indica um entendimento diversificado dos fins da ciência: para os gregos antes de Hiparco, a astronomia tem a função de mostrar a ordem escondida sob a desordem dos fenômenos empíricos, tais como a retrogradação dos planetas; para os babilônios, a astronomia tem função de prever os fenômenos planetários e um fim utilitário claro, que é o de fornecer dados para as previsões astrológicas.

Esse tipo de previsão, contida nos textos ano-alvo, passou a ser progressivamente utilizado durante o período selêucida e foi integrado aos diários astronômicos (ROCHBERG, 2018, p. 20-1). Para que se tenha ideia do zelo dos babilônios no registro

³¹ Van der Waerden (1974, p. 102-3) nota que a palavra babilônica “SAR”, da qual deriva a palavra grega “saros”, denota um período de 3600 anos, e que nos textos cuneiformes o período de 18 anos é chamado às vezes de “os dezoito”, mas nunca de “SAR”.

³² Por exemplo, para obter as posições de Júpiter em 2019, basta que eu saiba as suas posições em 1947, e use o ciclo de 71 anos.

das posições planetárias, devemos notar que em certos casos (como nas predições de Júpiter) era necessária a compilação de dados de posição abrangendo até 83 anos (EVANS, 1998, p. 317) – mas devemos também considerar que alguma interpolação deveria ocorrer em casos como os chamados “longos períodos”: van der Waerden (1974, p. 111) afirma que alguns tabletas registram ciclos para Vênus de 1151 ou até 6400 anos, e que “não se deve supor que os longos períodos resultem de observação direta”.

O período selêucida foi de profundas transformações para a astronomia babilônica (e não apenas para ela, mas também para a grega, como veremos). Após as guerras entre os generais de Alexandre, Selêuco se estabeleceu na região mesopotâmica do vencido Império Persa. Pela primeira vez, um governo formado por falantes de grego dominava a região. Esse governo não era nem totalmente grego, nem totalmente persa, mas unia tradições das duas culturas, unidas sob uma política de sincretismo religioso entre os deuses gregos e babilônicos. Para Eva Anagnostou-Laoutides (2017, p. 174),

A política religiosa moldada sob Selêuco I e Antíoco indica não apenas o interesse dos reis helenísticos em agradar seus súditos orientais enquanto mantém sua identidade greco-macedônica, mas adicionalmente enfatiza seus profundos entendimentos das tradições locais.

No entanto, o controle de uma área tão vasta quanto era o Império Selêucida, que se estendia do Mediterrâneo à Índia, não era fácil. Esse império tinha três capitais, Susa, Selêucia e Antioquia (ADAMS, 2006, p. 44), e com isso as antigas tradições baseadas num governo centralizado foram aos poucos cedendo espaço às tradições gregas, ou desaparecendo sem nada no lugar. Enquanto a astronomia babilônica até então apresentava um caráter eminentemente observacional, baseada nos diários astronômicos e nos ciclos derivados de longas séries de observações, a partir do período selêucida passa a apresentar um caráter numérico mais pronunciado. James Evans (1998, p. 334) afirma que os métodos desenvolvidos pelos astrônomos babilônicos chegaram a um alto nível de complexidade e de precisão, permitindo a previsão certa de eclipses, e que, talvez justamente por esses sucessos, deixou de progredir.

Otto Neugebauer (1975, p. 347) afirma que os textos da astronomia matemática babilônica desse período apresentam algumas particularidades, se vistos no contexto das fontes científicas que restaram da Antiguidade. Por um lado, são fontes primárias extremamente abundantes, dificilmente comparáveis com quaisquer outros conjuntos de

fontes da época. Mas, por outro lado, apresentam dois problemas menores e um grande problema: em primeiro lugar, esses textos vêm praticamente todos de dois conjuntos de arquivos, um do templo de Uruk, outro da Babilônia; em segundo lugar, são quase todos de dois tipos, efemérides que permitem o cálculo de fenômenos lunares e dos planetas (os textos babilônicos não tratam diretamente da teoria solar, e o que se sabe dela advém do conhecimento da teoria lunar), ou textos de instrução que ensinam como calcular os dados das efemérides. Porém, o grande problema desses textos é que não permitem um entendimento completo da gênese dos procedimentos por eles ilustrados. Para Neugebauer (*ibidem*, p. 374), é possível que entremos nos detalhes técnicos dos tabletas babilônicos do período helenístico, mas não há nenhuma fonte que nos permita adentrar nos conceitos utilizados na criação desses métodos. Assim, nesse sentido “nós provavelmente sabemos tanto e tão pouco sobre a astronomia babilônica quanto um astrônomo grego da época helenística sabia” (*ibidem*).

As efemérides lunares e planetárias não pressupunham (como todos os outros produtos da astronomia babilônica) nenhum modelo geométrico do universo. Além disso, têm uma segunda diferença para os métodos gregos, mesmo aqueles que já incorporam o aspecto preditivo, após Hiparco: as efemérides babilônicas não seguiam o planeta por todo o círculo da eclíptica, e suas funções não eram a determinação da longitude exata em função do tempo (NEUGEBAUER, 1975, p. 373), mas focavam-se em alguns aspectos do movimento planetário, como a primeira e a última visibilidade, o começo e o fim do movimento retrógrado, e a oposição (EVANS, 1998, p. 320).

O novo método para a derivação das posições dos fenômenos planetários assumia que o Sol não se movia com a mesma velocidade através do zodíaco (esse fenômeno é chamado de *anomalia solar*); pelo contrário, essa velocidade era vista como variável, e a partir disso surgiram duas versões básicas do método: o primeiro, chamado de *sistema A*, considerava que havia duas porções no zodíaco, sendo que em cada uma o Sol se movia com velocidades diferentes. No *sistema B*, em vez de apenas dois valores para a velocidade solar, havia uma sucessão de valores dessa velocidade, cada uma mudando através de aumentos iguais. A mesma lógica se aplica para as efemérides da Lua e dos demais planetas nos sistemas A e B.

Neugebauer (1975, p. 371-2) considera que a descoberta da anomalia solar é um dos grandes feitos da astronomia babilônica. Enquanto a anomalia lunar é facilmente detectável com a observação a olho nu, pois o progresso diário da Lua pode variar até 3°

(ou 6 diâmetros lunares) no período de duas semanas, a anomalia solar não pode ser detectada a olho nu. De fato, não se pode observar diretamente o progresso diário do Sol contra o fundo das estrelas fixas, e as variações máximas no progresso diário chegam a 4' em épocas divididas por metade do ano. Assim, um fenômeno secundário deve ter sido utilizado para a detecção dessa anomalia. O candidato mais plausível é a diferença na duração das estações e, na tradição da astronomia grega, essa descoberta levou àquela da anomalia solar: ora, se o Sol se move num círculo e os equinócios e solstícios estão divididos por 90°, então uma diferença de tempo na duração das estações sugere uma variação na velocidade angular do Sol. No entanto, nos textos babilônicos não aparecem números que indiquem a observação da diferença de duração das estações, o que sugere que não foi a partir dessa diferença que os babilônicos descobriram a anomalia solar.

Não parece ter havido uma sucessão de métodos durante a história da astronomia babilônica, dos diários astronômicos às efemérides nos sistemas A e B, passando pelos textos ano-alvo, mas todos esses diferentes métodos continuaram sendo usados até por volta do século I da nossa era – se quisermos pensar em termos kuhnianos, não houve uma sucessão de paradigmas. Nem parece haver também um *status* diferente para esses métodos, mesmo com diferenças de precisão (por exemplo, o sistema B era ligeiramente mais preciso que o sistema A, ainda que a utilização do primeiro fosse mais fácil que a do último [EVANS, 1998, p. 334]), pois todos continuaram a ser usados contemporaneamente pelos mesmos indivíduos (STEELE, 2018, p. 96).

Como vimos, podem ser apontadas razões “internas” para o declínio da astronomia babilônica: o fato de que ela tinha um caráter utilitário fez com que, alcançado certo limiar de precisão nas previsões dos fenômenos planetários, não fosse mais necessário avançar no aumento dessa precisão; assim, tanto esse caráter utilitário da astronomia babilônica quanto seu sucesso preditivo fizeram com que ela estagnasse e, por fim, declinasse e desaparecesse do cenário intelectual. Mas também podemos apontar razões “externas” para isso: com o domínio macedônico sobre as terras antes persas, perdeu-se a centralização política que garantia a manutenção dos escribas e a confecção de diários astronômicos, e com o surgimento de novos centros, como Alexandria, houve um deslocamento dos centros de produção de conhecimento devido a um maior aporte de recursos para a pesquisa³³. Mas, justamente por esse último aspecto, seria mais correto falarmos de uma metamorfose

³³ Sobre o papel do aporte de recursos financeiros e materiais para o desenvolvimento da ciência em centros como Alexandria, ver a seção 2.2.2.1 deste capítulo.

da astronomia babilônica, que tem alguns de seus métodos adotados pelos astrônomos gregos, como veremos mais à frente.

2. Grécia

James Evans (1998, p. 19) defende que a história da astronomia grega pode ser dividida em três tradições: uma tradição literária, outra filosófica, e outra científica. Ainda que seja impossível traçar barreiras estanques entre essas categorias (como classificar os diálogos de Platão, por exemplo?), poderíamos recorrer ao conceito já visto de “semelhança de família”, e a partir disso classificar os textos gregos (e posteriormente latinos, mas que participam da tradição grega, seja pela inserção numa tradição de pesquisa de uma escola filosófica ou literária, seja pela adoção de modelos gregos) em alguma dessas categorias.

A primeira delas, a literária, começaria então com Homero e Hesíodo. Na *Ilíada* e na *Odisseia*, Homero fornece um retrato do conhecimento astronômico dos gregos: a Terra é concebida como plana, tal como um escudo, circundada por um grande oceano (concepções que também aparecem entre os egípcios e os babilônios). Homero (1998, p. 953 [*Ilíada*, XXII, 25-9]) também menciona o nascimento heliacal da estrela *Sirius* como sinal do forte calor do verão no hemisfério norte (ou a canícula, palavra que faz referência ao outro nome de *Sirius*). Hesíodo é importante, entre outras coisas, por ser, presumivelmente, o primeiro autor grego a postular o formato esférico da Terra (HESÍODO, 2009, p. 159 [*Teogonia*, 715-20]) – embora outros autores acreditem que essa primazia seja de Pitágoras ou Parmênides. Hesíodo também fornece um parapegma (calendário baseado nos nascimentos e ocasos heliacais das estrelas), indicando os dias de semeadura e colheita.

Essa tradição literária prosseguiria com Arato, que, no poema *Fenômenos* (1921), além de tratar das constelações e dos nascimentos e ocasos heliacais das estrelas, fornecia também indicações para a previsão meteorológica. Arato escreveu seu poema baseado em uma obra perdida de Eudoxo, também chamada de *Fenômenos*. O poema de Arato teve vasta influência na Antiguidade, foi traduzida para o latim por ao menos três vezes (EVANS, 1998, p. 18), além de ter sido comentada por Hiparco. A tradição de poemas que fornecem listas de constelações e parapegmas prossegue na Itália com Ovídio e Virgílio.

Posteriormente, essa tradição passaria a incorporar textos em prosa sobre a agricultura, que indicam as melhores épocas para o plantio e colheita, tal como em Hesíodo. Esses textos seriam produzidos até a Idade Média.

Mas acredito que devemos reformar a divisão de Evans e tratar conjuntamente da tradição filosófica e científica da astronomia grega, por dois motivos: em primeiro lugar, pelas razões que apresentei acima, ao propor uma filosofia que seja unida à história na análise da ciência. Mas isso pode ser considerado, no contexto que ora analisamos, como uma razão extrínseca, e uma razão intrínseca para a consideração conjunta dessas duas tradições é o fato de que as ideias astronômicas gregas sempre estiveram imbricadas, de uma forma ou de outra, com ideias filosóficas.

2.1 A distinção entre astronomia e filosofia

A principal fonte para a ideia da divisão entre uma tradição filosófica e outra científica na astronomia grega vem da formulação, feita por Gêmino de Rodes (*fl.* século I a. C.), astrônomo e autor de uma introdução à astronomia, de uma distinção entre os papéis e objetivos do astrônomo e do filósofo (ou físico). Numa trecho de uma obra perdida citada por Simplicio, Gêmino distingue a função do físico daquela do astrônomo: o físico é aquele que procura as causas dos fenômenos que estuda, é aquele que procura apreender a realidade

[...] fazendo considerações sobre a essência do céu e dos astros, sua potência, sua qualidade, sua geração e destruição. [...] O astrônomo irá tirar suas provas de circunstâncias exteriores [...], [e] não tem nenhuma aptidão para falar dessas coisas primeiras [...] e às vezes nem sequer deseja se certificar da causa, como quando pensa sobre um eclipse; em outros casos, ele acredita que deve postular certas maneiras de ser, a título de hipótese, de tal forma que, uma vez admitidas essas maneiras de ser, os fenômenos sejam salvos (GÊMINO *apud* DUHEM, 1908, p. 9-10).

Gêmino considera que a astronomia é uma das seis subdisciplinas da matemática aplicada (a matemática, para Gêmino, se divide em pura e aplicada), ao lado do cálculo prático, da geodésia, da teoria da harmonia musical, da óptica, e da mecânica (EVANS, 1998, p. 83-4). A origem da distinção de Gêmino entre o trabalho do físico e o do astrônomo pode ser remetida à influência de Posidônio de Apameia. Como mostra Germaine Aujac (*apud*

GÊMINO, 1975, p. liv), Gêmino teria escrito um resumo de uma obra de Posidônio sobre meteorologia, hoje perdida, da qual Simplicio tira sua citação. Nessa obra, Posidônio teria distinguido a física da astronomia através do uso da matemática na última.

As atitudes do físico e do astrônomo são típicas de duas visões sobre a natureza da ciência: o *realismo* e o *instrumentalismo*. *Grosso modo*, o realismo é a postura daquele que pretende que sua teoria corresponda ao mundo real, ou seja, pretende alcançar a verdade através da correspondência entre a linguagem e as coisas em si, mesmo quando descreve objetos e processos que não são observáveis. O instrumentalismo, por sua vez, é a postura daquele que deseja apenas dar conta da aparência através de uma teoria científica que descreva os objetos e processos observáveis – não importando se essa descrição corresponda ou não ao real – e que sirva para a criação de previsões.

Essa concepção defendida por Gêmino teve profunda influência na história da astronomia, e um dos momentos dramáticos em que ela apareceu foi no prefácio apócrifo ao *De revolutionibus orbium coelestium* de Nicolau Copérnico, escrito por de Andreas Osiander. A função do astrônomo, segundo Osiander, é a mesma que aquela exposta por Gêmino. Para ambos, a astronomia não procura criar uma teoria que corresponda ao real: a astronomia, tal como a vê Osiander

[...] ignora pura e simplesmente as causas dos movimentos aparentes não uniformes. E se imagina algumas [*causas*], pois certamente imagina muitas, não o faz de maneira nenhuma com o objetivo de persuadir alguém de que as coisas são assim, mas apenas para conseguir uma base correta de cálculo (COPÉRNICO, 1984, p. 2).

Assim, a formulação de hipóteses busca apenas criar condições para que seja possível explicar as aparências. Nos dois autores, a matemática exerce um papel fundamental: é através dela que o astrônomo descreve aquilo que observa e enuncia hipóteses que expliquem tais observações.

O instrumentalismo de Osiander baseia-se na crença de que a verdade, a hipótese que corresponda perfeitamente ao real, não pode ser alcançada, a menos que seja revelada por Deus. Sem a revelação divina, cabe ao astrônomo imaginar e inventar hipóteses, sejam elas verdadeiras ou não: basta que sirvam para adequar os cálculos às observações.

Para Gêmino, o astrônomo não procura descrever fielmente o mundo e nem tem diante de si a possibilidade de uma revelação divina, e suas hipóteses, que serviriam apenas para “salvar as aparências”, seriam secundárias ao conhecimento alcançado pela física (ou

pela filosofia). A escolha entre diferentes hipóteses se dá, em Osiander, pela facilidade de compreensão de cada uma, já que “o astrônomo preferirá aquela [*hipótese*] que for mais fácil de compreender” (*ibidem*); em Gêmino, essa escolha se dá pela conformidade com os princípios que o astrônomo busca no estudo da filosofia.

Stillman Drake (1978) sugere que a postura de Gêmino se devia a um acordo tácito feito entre filósofos e astrônomos, como forma de evitar que a astronomia colocasse as conclusões filosóficas em descrença. Outros autores pensam diferentemente. O *locus* clássico da discussão sobre o instrumentalismo é o livro de Pierre Duhem, *ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ: Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, de 1908, que faz uma leitura instrumentalista da tradição científica grega e postula que nela havia uma distinção fundamental entre filosofia/física/cosmologia, de um lado, e astronomia matemática, de outro. A ideia de Duhem é mostrar, através de uma leitura histórica que se coaduna com seu convencionalismo, como as teorias científicas são “artifícios matemáticos destinados a salvar os fenômenos” (DUHEM, 1908, p. 108). Concorro, entretanto, com James Evans (1998, p. 217) quando este afirma que essa leitura instrumentalista sofre influência de um certo positivismo anacrônico que quer “perdoar” os gregos de alguns de seus “erros”, como o de ter considerado que a Terra estava imóvel no centro do Universo; ora, se essas teorias fossem apenas formas convencionais de “salvar os fenômenos”, os gregos não poderiam ser recriminados – antes, poderia se buscar neles a fonte única da verdadeira ciência.

2.2 Três relações entre astronomia e filosofia na Grécia

Minha hipótese é que temos, na verdade, três relações distintas entre astronomia e filosofia na Grécia antiga, mas em que ambas caminham lado-a-lado, de uma forma ou de outra. A astronomia grega anterior a Hiparco não tem pretensões preditivas, e as funções do astrônomo e do filósofo-físico estão frequentemente sobrepostas – vide, por exemplo, o caso de Aristóteles (ainda que esse se afaste, em certa medida, do trabalho astronômico de criação de modelos geométricos).

Talvez possamos considerar o caso dos astrônomos-matemáticos gregos do século III a. C., como Aristarco e Apolônio, entre outros, como uma zona cinzenta: de um lado, suas hipóteses e cálculos continuam a tradição geometrizar grega, e, portanto, estão

ainda sob a égide da filosofia (especialmente a platônica); de outro, esses astrônomos-matemáticos inauguram uma nova fase da astronomia grega, com modelos e parâmetros numéricos muito mais complexos e precisos do que até então se produzia, sem necessitar *explicitamente* de um suporte cosmológico-filosófico – enquanto as esferas de Eudoxo apresentam um caráter explicativo puramente geométrico, com um acordo apenas aproximado com as observações, o cálculo das distâncias da Terra-Lua-Sol de Aristarco é quantitativo. Mas, ainda que as hipóteses matemáticas não pressuponham explicitamente nenhum suporte cosmológico-filosófico, o acordo dessas hipóteses com as teorias filosóficas sempre será um problema a ser resolvido, um quebra-cabeça dentro de uma prática científica. Não é à toa que astrônomos como Selêuco de Selêucia e Adrasto de Afrodísias fazem considerações físico-cosmológicas (portanto, da alçada do filósofo) para sustentar ou corrigir seus sistemas astronômicos, como veremos adiante.

Podemos considerar que uma espécie de “síntese hegeliana” ocorre numa terceira fase, que se inicia com Hiparco e o desenvolvimento de uma astronomia preditiva (nesse aspecto, semelhante à dos babilônicos). À primeira vista, essa fase parece levar a uma relação de independência da astronomia em relação à filosofia, que se esboçava desde a segunda fase: tanto a complexidade dos modelos matemáticos, que já vinha se desenvolvendo desde o século III a. C., quanto a alta precisão das previsões (na astronomia ptolomaica, por exemplo) parecem reforçar essa suposta independência. No entanto, é justamente o contrário que acontece: com Gêmino primeiro, e com Ptolomeu depois e de uma maneira mais sofisticada, os astrônomos voltam a unir teorização astronômica e reflexão filosófica, mas de uma maneira diferente do que ocorria até então. Se considerarmos que em Platão e Aristóteles as considerações filosóficas tinham primazia sobre as astronômicas, a partir de Hiparco, segundo a sugestão de Drake, a astronomia passa a ser capaz de invalidar sistemas filosóficos – e daí adviriam as considerações metodológicas de Gêmino, como uma solução para um suposto impasse. Mas não há impasse, e, de fato, os astrônomos passam a fazer filosofia. Essa relação de primazia da astronomia (matemática) sobre a filosofia irá se radicalizar em Ptolomeu. São os matemáticos do período imperial, como Gêmino³⁴ e Ptolomeu, que iniciam a tendência de “incorporar as ciências matemáticas à tradição filosófica” (SIDOLI, 2018, p. 373).

³⁴ Aujac (*apud* GÊMINO, 1975, p. liv-lvii) faz uma leitura diversa do passo de Gêmino citado por Simplicio e mencionado *supra* e questiona aquela que se tornou canônica, baseada na discussão *realismo versus instrumentalismo*: em primeiro lugar, como classificar o próprio Posidônio e Gêmino, como astrônomos ou físicos? Em segundo lugar, Gêmino operaria, numa defesa da matemática, uma distinção epistemológica (que

2.2.1 A primeira fase: a sobreposição de filosofia e astronomia

Aristóteles (2004, p. 15 [*Metafísica* I, 983b10-5]) afirma que os primeiros filósofos gregos são pensadores da *physis*, defendendo que o princípio (*arché*) das coisas é um elemento. Para Aristóteles, *physis* significa a realidade em seu processo de vir-a-ser, o reino daquilo que é mutável, que nasce e morre, e – não à toa – foi traduzida para o latim como *natura* (SEVERINO, 1996, p. 27). Os primeiros filósofos gregos tinham a preocupação de indicar o substrato de todas as coisas, aquilo que permanece na mudança. Ao fazerem isso, iniciam um novo modo de olhar para a realidade, buscando explicações para os fenômenos baseadas no uso da razão e sem o apelo a algo que não possa ser entendido (ADORNO, 1991, p. 8). O problema filosófico dos primeiros pensadores filosóficos gregos é justamente o de

[...] estabelecer em que consista o elemento unificador das coisas, ou seja, em que consista, precisamente, aquela identidade dos diversos, que lhes permite agrupar-se na suprema unidade do Todo. O problema não é se exista o elemento unificador [...], mas em que consista tal elemento (SEVERINO, 1996, p. 48).

Aquele que é tradicionalmente considerado o primeiro desses filósofos, e que nos interessa também por suas ideias astronômicas, é Tales de Mileto. Tales afirma que o princípio das coisas é a *água*. Como afirma Emanuele Severino (1996, p. 49), tal inauguração oficial da filosofia pode parecer decepcionante e rudimentar, mas não devemos perder de vista o princípio filosófico da afirmação de Tales: seja por perceber a ubiquidade da água, seja por notar o seu caráter vital e fértil, seja ainda por outras razões às quais não temos acesso, ele desenvolve a ideia de que aquilo a partir do qual as coisas são geradas, e no qual se corrompem, é algo unitário, que faz com que todas as coisas, por diversas que sejam, participem do Todo unitário. A “água” de que fala Tales não é a água “sensível”, mas uma “ideia”, uma “metáfora” da água: a água que tocamos e bebemos não é senão mais uma das coisas que fazem parte do Todo e são unificadas pelo mesmo princípio.

aparecerá também em Ptolomeu, como veremos no próximo capítulo) entre os métodos matemáticos da astronomia e a incerteza imanente à matéria (e, logo, à física), e estaria defendendo a economia de hipóteses da astronomia matemática contra a profusão de hipóteses da física – uma física estoica, que buscava a “potência criadora” (*poietike dunamis*) como causa primeira; em Cleantes, essa era o calor, e em Posidônio, o *pneuma* (AUJAC *apud* GÊMINO, 1975, p. liv-lv). A interpretação de Aujac não invalida nosso argumento; antes o fortalece, ao mostrar mais uma possibilidade de se ver como os astrônomos se integravam às discussões filosóficas.

Tales acredita que a Terra é suportada pela água, embora haja divergências já na Antiguidade acerca da opinião de Tales sobre o formato da Terra (DREYER, 1953, p. 13). Também se acredita a ele a previsão de um eclipse solar, e, se os cálculos astronômicos mostram que houve eclipses solares na região que hoje é a Turquia em 585 a. C. (HETHERINGTON, 2014, p. 2143), algo que poderia dar credibilidade ao relato, um exame dos métodos torna a história bastante implausível: Tales (e qualquer outro no século VI a. C., incluindo os babilônios) não tinham o conhecimento necessário para prever com precisão um eclipse solar (NEUGEBAUER, 1975, p. 604). Mas acredita-se que Tales sabia que os eclipses do Sol eram causados pela interposição da Lua entre aquele e a Terra, e que a Lua não tinha luz própria (DREYER, 1953, p. 13).

Talvez discípulo de Tales, Anaximandro não colocava mais uma coisa sensível, mesmo entendida como metáfora, como o princípio das coisas, mas concebia o *apeiron*, o infinito, o ilimitado, como *arché* de tudo. Se as coisas não se geram do nada, devem de algum modo preexistir no princípio, e este não pode ser algo particular, já gerado e portanto limitado: tal princípio só pode ser o infinito (SEVERINO, 1996, p. 51). Para ele, a Terra cilíndrica permanece no centro do cosmos, pois não tem uma tendência maior a ir ou cair para nenhuma parte. Anaximandro é considerado o introdutor do *gnomon* entre os gregos, e teria medido com ele os solstícios e os equinócios. Essa medida teria possibilitado a descoberta da obliquidade da eclíptica, mas não se sabe se tal descoberta teria de fato ocorrido com Anaxágoras ou se seria a atribuição posterior do doxógrafo Aécio (século I d. C.) (EVANS, 1998, p. 56).

É interessante compararmos duas visões de Anaximandro. Thomas Kuhn afirma que é com Anaximandro (e não com Tales) que se inicia uma nova tradição em que explicações baseadas na ação de deuses dão lugar a explicações baseadas em mecanismo conhecidos na Terra. Kuhn também afirma, quase numa formulação *ante litteram* da sua teoria dos paradigmas científicos, que “alguns dos seus contemporâneos e sucessores propuseram outras teorias, mas eles as propuseram para os mesmos problemas e empregaram as mesmas técnicas para chegar a soluções” (KUHN, 1957, p. 27). Já Daniel Graham afirma que “eles [os filósofos pré-socráticos, especialmente os jônios como Tales e Anaximandro] não tinham um método científico *per se*, nem um padrão adequado para testar suas próprias especulações ousadas” (GRAHAM, 2006, p. 18) e que, dessa maneira, haveria neles, no máximo, uma “visão de mundo científica”, antes de haver uma ciência propriamente dita.

Quase nada se sabe sobre a vida de Pitágoras de Samos, que talvez seja a figura da Antiguidade mais envolta em lendas, e a quem mais se atribuiu diversas opiniões. Não há escritos de Pitágoras ou de seus primeiros seguidores, e o primeiro texto pitagórico de que se tem notícia é de Filolau (século V a. C.). Pitágoras já foi descrito como o deus Apolo em forma humana, e como portador do poder de estar ao mesmo tempo em dois lugares diferentes (KAHN, 2001, p. 5). O princípio das coisas, de acordo com Pitágoras, segundo o relato de Aristóteles (2004, p. 27 [*Metafísica* I, 985b25-986a10]) é o número. Isso parece significar não que as coisas em si sejam formadas por números, mas que há relações numéricas em todas as coisas da natureza, o que é sugerido por Aristóteles (*ibidem*) quando afirma que os pitagóricos recolhiam e organizavam as concordâncias que notavam entre os números e os fenômenos (principalmente astronômicos e musicais), e que, quando não o conseguiam, se esforçavam para tal.

É a partir dessa característica do mundo que Pitágoras postula uma harmonia universal, baseada na possibilidade de se vislumbrar os números e suas relações em tudo – ainda que, segundo autores como Kahn (2001, p. 23-5) e Dreyer (1953, p. 37), a ideia da harmonia pitagórica seja baseada, na verdade, nos escritos de Filolau, que por sua vez teria sofrido a influência de Heráclito e Empédocles ao propor o conceito de harmonia como a união e o acordo de coisas diversas e discordantes. Seja como for, o uso da palavra “cosmos” para se referir a esse caráter ordenado do Universo teria começado com Pitágoras. Também os astros participam dessa harmonia, e suas revoluções produzem diferentes sons. Se não somos capazes de ouvi-los, isso se dá devido ao fato de que os ouvimos desde o nascimento e assim nos tornamos insensíveis a eles – de todos os seres humanos, apenas Pitágoras teria mantido essa capacidade (DREYER, 1953, p. 36-7). Essa concepção de uma harmonia inatingível pelos sentidos, mas disponível e compreensível para a razão, está na base da tradição astronômica de “salvar os fenômenos”, aqui num sentido ligeiramente diverso daquele que propõem Gêmino e Duhem. Os pitagóricos não são instrumentalistas, mas pretendem “salvar os fenômenos” através da busca de relações numéricas subjacentes aos fenômenos e que sejam capazes de explicá-los (e eventualmente de prevêê-los).

De acordo com alguns comentadores, Pitágoras (e não Hesíodo) teria sido o primeiro a afirmar a forma esférica da Terra, ainda que essa prioridade também seja dada à Parmênides (DREYER, 1953, p. 37-8; EVANS, 1998, p. 47). Pitágoras também teria sido o primeiro a reconhecer a identidade das aparições matinais e vespertinas de Vênus e a

postular a forma esférica dos céus (DREYER, *ibidem*). Se assim for, temos aqui o nascimento da concepção que Kuhn (1957, p. 27) chama de “Universo de duas esferas” e que será a estrutura fundamental dos modelos astronômicos criados na tradição grega (exceto alguns poucos, como veremos), até Copérnico.

Parmênides de Eleia desenvolve essa concepção de um Universo de duas esferas. Tal como Pitágoras, ele acredita que há um substrato de realidade que não pode ser apreendido pelos sentidos. Mas, enquanto os outros pré-socráticos podem ser chamados, segundo a sugestão de Aristóteles, de “físicos”, por procurarem o princípio das coisas na *physis* e por assumirem uma identidade mais ou menos explícita entre as coisas (ou os entes) e o ser, Parmênides pode ser considerado como um filósofo que cria uma abordagem completamente nova (SEVERINO, 1996, p. 67), ao refletir sobre o próprio “ser” – entendido tanto como verbo quanto como substantivo.

Para Parmênides, há um único caminho possível para a razão, o daquilo que *é* e não pode *não ser*. A mudança não é possível, sendo tão somente uma ilusão, porque o ser não pode ser gerado, tal como os entes, a partir de outra coisa: o ser simplesmente *é*, eterno e não gerado. Como fazer ciência assim? Para Parmênides, o conhecimento que se tem daquilo que aparece aos sentidos *é* sempre uma opinião (*doxa*). As considerações cosmológicas e astronômicas de Parmênides baseiam-se no exame lógico da questão do ser. As concepções de Parmênides são opostas às de Heráclito de Éfeso (CHAUI, 2006, p. 105): o primeiro acredita que exista apenas o ser, negando assim o devir através da aplicação da lei do terceiro excluído; já o segundo vê justamente o imobilismo do ser como uma ilusão, o real se deixando captar através da mudança, da contradição entre as coisas que tudo gera.

Assim, para Parmênides o Universo deve ser esférico, por ser essa a forma igual a si mesma (KIRK & RAVEN, 1957, p. 276), e, portanto, mais apropriada para o ser imutável. Deve também ser finito, pois o infinito não pode ser pensado. Dreyer (1953, p. 21-2) acredita que Parmênides tenha suposto que o entorno da Terra deveria ter o mesmo formato dessa, e que assim tenha surgido um modelo do Universo composto por esferas concêntricas, cada uma abrigando um tipo de corpo celeste.

É interessante notar que as concepções metafísicas e cosmológicas de Pitágoras e Parmênides criam uma tradição de pesquisa, baseada no modelo do Universo de duas esferas. Se, no longo prazo, tal modelo se mostrará o mais utilizado entre os filósofos e astrônomos, sua evolução passou por casos híbridos em que se acreditava na esfericidade

dos céus ao mesmo tempo em que se postulava uma Terra plana. Como exemplo disso, podemos citar o pensamento de Empédocles de Agrigento, que pode ser considerado uma ponte entre o pensamento de Parmênides e Heráclito. Tal como o último, Empédocles acredita que não se pode negar o devir, e, naquilo que é uma de suas contribuições originais, que o real é formado pela composição dos quatro elementos (terra, água, ar e fogo) através da ação de duas forças primordiais, o Amor e o Ódio. Mas, tal como Parmênides, Empédocles acredita que o ser é esférico (CHAUI, 2006, p. 110). Empédocles acredita também que o Universo é finito, sólido, e feito de ar condensado à maneira de cristal, mas que apenas as estrelas estariam fixas nessa esfera, enquanto os planetas vagariam livremente (DREYER, 1953, p. 24). No entanto, para o filósofo, a Terra é plana. Giovanni Schiaparelli (1925, p. 329) precisa que Empédocles, provavelmente seguindo o testemunho dos sentidos, acreditava que os céus não eram exatamente esféricos, mas tinham a superfície achatada no sentido vertical. Dreyer (1953, p. 25-6) afirma que o filósofo reconhecia a inclinação dos polos em relação ao horizonte, e que essa variação causava as estações do ano.

O Universo de duas esferas se mostrará o modelo cosmológico-astronômico principal nos séculos vindouros, mas a filosofia grega pré-socrática também produziu outros modelos do Universo. Um deles é fornecido pelos filósofos atomistas Leucipo e seu discípulo Demócrito. O atomismo é também, tal como as ideias de Empédocles, uma tentativa de resolver o impasse da negação da mudança ocasionado pela filosofia de Parmênides. Essa doutrina postulava que o Universo é formado por infinitos átomos que possuíam as características do ser de Parmênides, eternos, indestrutíveis e iguais na constituição, mas múltiplos nos formatos, de forma que sua junção e separação poderia explicar a geração e a corrupção (ADORNO, 1991, p. 117).

Os atomistas acreditavam que o Universo, contendo infinitos átomos, só pode ser infinito, e gerar inúmeros mundos. Também acreditavam na distinção entre dois tipos de qualidades das coisas: as qualidades primárias e as secundárias. As qualidades primárias seriam aquelas relacionadas ao número dos átomos, suas formas e grandezas, enquanto as secundárias seriam aquelas relacionadas à percepção humana desses átomos. Assim, qualidades táteis (como a temperatura das coisas), gustativas (como doce e salgado), auditivas (como grave-agudo), e visuais (como claro e escuro) seriam ilusões geradas pelas disposições do corpo humano e depois convencionadas pelos homens (CHAUI, 2006, p.

124). Os atomistas mantêm, com essa doutrina, a ideia de Parmênides de que a percepção sensível gera ilusões (SEVERINO, 1996, p. 91).

Segundo Schiaparelli (2010, p. 296), Demócrito teria escrito um tratado de astronomia, que continha um *parapegma* e previsões meteorológicas. Teria sido também o primeiro a estabelecer uma distinção entre astronomia e meteorologia: enquanto os babilônios e os gregos anteriores a Demócrito tratavam indistintamente dos fenômenos astronômicos e meteorológicos (os primeiros nos seus diários astronômicos, os segundos nos seus *parapegmas*), com ele passaria a haver uma distinção desses fenômenos. Demócrito teria sido o primeiro a estabelecer regras meteorológicas acerca dos influxos da Lua, em suas várias fases, sobre a Terra (*ibidem*, p. 297). Provavelmente nesse sentido meteorológico, Plínio, o Velho (1984, p. 813 [*História Natural*, 18, 68, 273]), escreve que Demócrito teria sido também o primeiro a compreender e mostrar as relações entre o Céu e a Terra – compreensão essa que teria lhe gerado fortuna, pois, desprezado pelos seus concidadãos, teria previsto em seguida ao nascimento das Plêiades a escassez na colheita de azeitonas e comprado, a baixo preço, todo o óleo disponível na região³⁵.

Entre os gregos, Anaxágoras de Clazômenas foi o primeiro a propor uma teoria da Lua – se entendermos “teoria” num sentido mínimo, como um conjunto mais ou menos organizado de conhecimentos sobre determinado ponto da realidade; Michael Ruse vê uma “teoria”, nesse sentido mínimo, como “uma tentativa de ligar [*bind together*] de uma forma sistemática o conhecimento que se tem de algum aspecto particular do mundo da experiência” (RUSE, 2005, p. 914). Anaxágoras acreditava que a Lua tinha planícies e vales na sua superfície, que ela tinha luz própria, e teria dado uma explicação para suas fases (DREYER, 1953, p. 32). Anaxágoras, tal como Empédocles e Demócrito, também tenta dar uma resposta ao problema deixado por Parmênides. Para Anaxágoras, não se pode escolher um número arbitrário de elementos, porque, caso se divida algo à exaustão, sempre se achará mais daquilo, e não outro elemento; assim, se dividirmos o ferro, se chegará sempre a partículas menores de ferro: são as chamadas *homeomerias*. Além disso, em cada coisa está contido, de certa forma, tudo. Como cada ente pode se tornar outro, através da geração e da corrupção, e como o Ser é eterno, então em cada coisa está contido tudo que ela pode se tornar, e assim, em cada coisa está contido o Todo (SEVERINO, 1996, p. 89).

³⁵ Uma história semelhante é narrada sobre Tales.

Sua filosofia pode ser considerada o contrário daquela de Demócrito (RAMNOUX, 1969, p. 438): para este, há espaços vazios entre os átomos, enquanto Anaxágoras afirma o *plenum*; os átomos de Demócrito são homogêneos na constituição e diversos apenas na forma, enquanto para Anaxágoras o mundo é formado por uma infinidade de microestruturas, cada uma “rica de uma infinidade de porções de todas as outras” (*ibidem*); Demócrito afirma que os constituintes do Universo, os átomos, movem-se ao acaso, não animados por nenhum princípio inteligente, enquanto Anaxágoras vê o movimento da matéria como algo causado por uma Mente (*Noûs*), num Universo teleológico em que a matéria é algo inerte conduzido por um motor, a Mente, que é diferente, ainda que não separado, dela. Mas ambos, Demócrito e Anaxágoras, tomaram a Lua como objeto de estudo: Demócrito se preocupou com os influxos meteorológicos lunares sobre a Terra, Anaxágoras procurou explicar vários fenômenos relacionados à Lua. Para Anaxágoras não pode haver uma separação entre a física e a astronomia: se em cada partícula está contido o todo, então não há diferença qualitativa entre as partes da Terra e dos céus; antes, é a Mente que separa e organiza o *plenum* indiferenciado através da união de partículas semelhantes (das mesmas homeomerias). O Universo de Anaxágoras, ainda que eterno, tem uma história que se desenrola a partir da ação da Mente.

O último exemplo de concepção alternativa ao Universo de duas esferas é dado pelas ideias de Filolau de Crotona. Como vimos, é dele o mais antigo escrito restante dos pitagóricos, e por isso muito do que se atribui genericamente aos “pitagóricos” é, na verdade, parte do pensamento de Filolau. Para ele, a Terra, sendo um elemento imperfeito, não pode estar no centro do Cosmos, mas sim um fogo central, também chamado de “Coração do Universo” ou “Torre de Guarda de Zeus” (COUPRIE, 2011, p. 170-1), por dever ser o elemento mais nobre, o fogo, a ocupar o lugar mais nobre da esfera, o centro. Filolau afirmava que havia dez esferas: primeiro, a esfera das estrelas fixas, seguida pelas esferas dos sete planetas, depois uma esfera para a Terra, e uma esfera, a mais próxima do fogo central, de um corpo que Filolau chamava de Antiterra (*Antichthon*). A função da Antiterra é tema de discordância entre os comentaristas: alguns, seguindo Aristóteles, como Charles Kahn (2001, p. 25) creditam a ideia da Antiterra à necessidade de completar o sistema cosmológico com dez esferas, pois 10 era considerado o número perfeito pelos pitagóricos; outros, como Peter Kingsley (2007, p. 176), afirmam que a inclusão da Antiterra no sistema de Filolau não tinha a função de completar o número de dez esferas, já que, contando com o fogo central, haveria onze corpos celestes, e não dez. Seja como for, a

Antiterra parece desempenhar uma função bastante evidente nesse sistema: explicar a maior ocorrência de eclipses lunares do que solares, já que a Lua seria eclipsada tanto ao passar pela sombra da Terra quanto da Antiterra (DREYER, 1953, p. 47).

O sistema de Filolau também desperta controvérsias entre os comentadores acerca do seu caráter “científico”, se comparado às outras concepções da astronomia grega. Por exemplo, David Furley (*apud* KAHN, 2001, p. 29) afirma que “o sistema como um todo fazia muito pouco sentido astronômico, e é difícil acreditar que se queria que o fizesse”; já outros como Carl Huffman consideravam o sistema como “o exemplo mais impressionante de astronomia especulativa pré-socrática” (*ibidem*). Concordo com a opinião (ainda que não com o veredito) de Walter Burkert (*ibidem*) e de Dirk Couprie (2011, p. 172): o sistema de Filolau falha ao não conseguir explicar fenômenos conhecidos como a retrogradação dos planetas, e por isso não foi adotado fora dos círculos pitagóricos – Burkert chama o sistema de “mitologia em vestes científicas” (*apud* KAHN, 2001, p. 29).

A influência do pitagórico se mantém até o início da Modernidade: Dreyer (1953, p. 49) escreve que a concepção cosmológica de Filolau ajudou a “pavimentar o caminho para a concepção de uma rotação da Terra em seu próprio eixo”. Talvez como forma de dar mais valor às suas ideias, Copérnico (1984, p. 9) cita Filolau no prefácio do seu *De Revolutionibus* como um de seus precursores. No contexto da Antiguidade, Filolau pode ser considerado o “precursor de Platão”, por oferecer um modelo cosmológico baseado em “princípios de simetria e número” (HUFFMAN *apud* KAHN, 2001, p. 30), tal como o filósofo criador da Academia faria no seu *Timeu* – ainda que Platão não tenha mantido em seu sistema do mundo o fogo central e a Antiterra de Filolau.

A filosofia de Platão pode ser considerada uma síntese das ideias dos filósofos gregos a ele precedentes. Como afirma Mario Vegetti (1981, p. 170), devemos falar em “síntese”, e não em “sistema”, porque as concepções do filósofo ateniense mudam durante a sua vida, e nem sempre são consistentes entre si. Suas ideias contêm elementos advindos das conclusões de vários mestres, e Jean Wahl (1969, p. 601) escreve que “Platão uniu na teoria das Ideias a unidade de Parmênides, o fluxo de Heráclito e os números de Pitágoras”. Nesse mesmo espírito, Vegetti (1981, p. 170) afirma que aquilo que liga Platão aos filósofos anteriores é

[...] sua aceitação franca e completa, no âmbito do conhecimento sensível, do relativismo de Protágoras integrado à teoria heraclitiana do “tudo flui” e ao fenomenismo da escola jônica [...]. Em outros termos: o conhecimento sensível não pode, segundo Platão, nos

fornecer senão resultados provisórios, às vezes dotados de autêntica eficácia técnica, mas privados de uma validade que supere o campo das circunstâncias particulares nas quais foram obtidos.

Essa aceitação leva à consequência de que não haveria nada no conhecimento sensível que o tornasse válido universalmente. Enquanto sofistas como Protágoras podiam aceitar tal conclusão, e mesmo Sócrates podia derrubar dogmas sem, contudo, substituí-los por verdades universais, tal situação era inadmissível para Platão. Este se insere na tradição de Parmênides que vê uma diferença fundamental entre a razão e os sentidos, entre duas vias para o homem, das quais apenas uma leva ao conhecimento, que só pode ser tal se for eterno, universal e imutável.

Para Platão, a verdade deve ser encontrada através do recurso à razão, de forma a se poder ver além das aparências sensíveis. Os sentidos nos colocam diante de um fluxo contínuo de percepções, enquanto a razão tem acesso às ideias (*eidos*, que também poderia ser traduzido como “figura” ou “forma”). Se esse tema é típico da filosofia de Parmênides, Platão se diferencia dele – e resolve, de certa forma, o problema de como é possível a mudança – pela afirmação de que o Ser é múltiplo, constituído não de uma, mas de várias ideias (VEGETTI, 1981, p. 171). Segundo Vegetti (*ibidem*), há duas interpretações sobre a origem da teoria das Ideias na relação entre Sócrates e Platão: uma, mais antiga, diz que Platão foi influenciado por Sócrates através do recebimento da noção de “conceito universal”, estendido do campo ético original – em que Sócrates interrogava seus interlocutores acerca do que seriam virtudes como a coragem ou a amizade – para o conhecimento em geral, fazendo do “conceito” uma noção lógica que representa a verdadeira realidade. A outra interpretação não se baseia na transmissão de uma noção lógica, mas na analogia entre uma consciência socrática de que certos valores morais universais estão presentes em todos os homens e a necessidade de encontrar algo universal, também presente no homem, mas que não se limite ao campo ético.

Em Platão, a tarefa do filósofo é levar o homem das aparências sensíveis ao conhecimento das ideias³⁶. O método socrático da interrogação, que tinha como função despertar a consciência das aporias nos julgamentos morais de seus interlocutores, torna-se

³⁶ Essa tarefa do filósofo foi reinterpretada por Ptolomeu numa perspectiva didática, como veremos no capítulo 3. Cabe ao filósofo levar os demais a contemplar o que é eterno e imutável através do estudo da matemática – e da astronomia, em particular.

em Platão uma verdadeira maiêutica do espírito, em que o filósofo conduz o outro a “conceber” a verdade:

[...] a desordem do espírito, no momento em que ele [*o interlocutor*] se apercebe que alguma coisa de desconhecido germina em si, é comparada com as dores do parto. Além disso, Platão insiste fortemente sobre a ideia de que o papel das práticas de interrogação é apenas, por analogia com aqueles da mulher-sábua [*sage-femme*], de estimular, de ajudar, mas que a descoberta é sempre o fruto daquele que a faz: é dele mesmo que esse “parto” espiritual fez sair a verdade (ROBIN, 1988, p. 53-4).

A maiêutica platônica opera diferentemente daquela de Sócrates. A natureza matemática do real aparece nos escritos platônicos como uma diferença em relação à problemática quase exclusivamente moral de Sócrates. Assim, por exemplo, no *Menon*, um jovem escravo é guiado até resolver o problema geométrico de encontrar um quadrado com o dobro da área de um quadrado inicial. A exemplificação da descoberta da verdade através de um caso matemático não é fortuita, e Vegetti (1981, p. 173) nota que “a natureza matemática da verdade descoberta demonstra, sem possibilidade de dúvida, que Platão se move já no âmbito das teorias pitagóricas”.

Se a maiêutica é o parto, a “fecundação” se dá no momento em que a alma racional recorda as ideias que pôde contemplar antes da união com o corpo. Platão propõe várias versões dessa união através de mitos. No *Timeu* (PLATÃO, 2008, p. 31-2 [*Timeu*, 41d-42d]), a alma racional é unida ao corpo (com suas duas partes ou almas inferiores, a irascível e a concupiscível) após ter uma breve visão das ideias. A alma racional é eterna, tal como para os pitagóricos, mas Platão se afasta deles ao propor que ela compartilha da mesma natureza das ideias.

Platão representa aquilo que é universal e racional, em contraposição ao que é fugaz e irregular, através das Ideias. Para ele, há duas formas de relação entre as Ideias e os objetos sensíveis: a *mimesis*, em que os últimos “imitam” as primeiras, que funcionam, assim, como arquétipos, e a *methexis*, pela qual os objetos “participam” da essência das Ideias. Platão distingue quatro graus de conhecimento, dos quais dois se baseiam nos sentidos (*doxa*), e dois, na razão (*episteme*). Os primeiros são relacionados à sensação, que compreende as imagens dos sentidos, e à opinião, diversos e variáveis conhecimentos sobre as coisas concretas em seus contextos particulares. Os dois últimos, distantes dos sentidos, são um terceiro grau em que a razão contempla os Ideias indiretamente, a partir

das relações matemáticas entre as coisas, e um último grau, em que o intelecto contempla as Ideias diretamente (VEGETTI, 1981, p. 178-9).

Comentando um passo d'*A república* (PLATÃO, 2006, p. 261-4 [509d – 511e]) em que Platão expõe suas ideias sobre os graus do conhecimento, David Oldroyd (1989, p. 16-8) apresenta um esquema que representa as ideias contidas no passo em questão (figura 2).

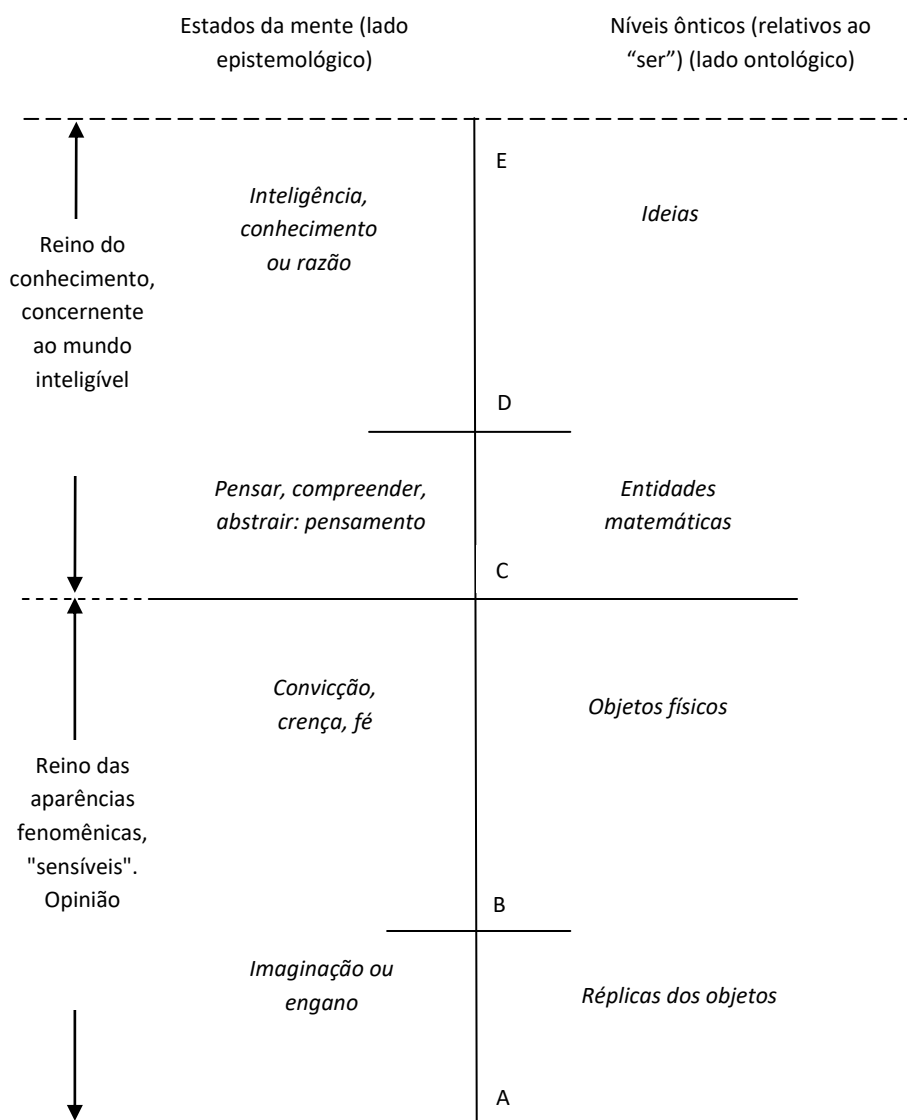


Figura 2: Os graus do conhecimento em Platão (adaptado de Oldroyd [1989, p. 15])

A divisão principal (AC/CE) corresponde àquela entre os “conhecimentos” baseados nos sentidos (AC) e aqueles baseados na razão (CE). O segmento BC indica o

conhecimento dos objetos sensíveis, que não pode ser verdadeiro conhecimento por estar sujeito ao devir. O segmento AB indica o primeiro grau, relacionado às imitações dos objetos físicos – Oldroyd (1989, p. 16) afirma que podemos entender tal distinção se considerarmos que “um retrato de cera de Winston Churchill é menos real que o próprio Winnie”. Para Platão, o nível superior (CE) tem a mesma relação com o nível inferior (AC) que o subnível BC tem para BA, ou seja, $CE/AC = BC/BA$ (e Oldroyd supõe, ainda que não conste no passo d’*A república*, que $CE/AC = DE/CD$).

Na parte superior da figura 2, referente ao mundo inteligível e ao conhecimento propriamente dito, o segmento CD representa o terceiro grau mencionado acima. Platão menciona o caso dos geômetras, que, a partir dos “primeiros princípios” que definem, postulam ou colocam como axiomas, são capazes de prosseguir, via procedimentos lógicos, por teoremas cuja verdade não pode ser colocada em dúvida. Os geômetras utilizam, por vezes, objetos físicos, como compassos e réguas, para desenhar as figuras que utilizam, mas seus raciocínios não dependem da adequação delas; o pensamento matemático procede “no reino das ideias” (OLDROYD, 1989, p. 16) e suas conclusões são completamente independentes do suporte material que eventualmente possa auxiliar no raciocínio.

No entanto, os geômetras estão num nível inferior ao do conhecimento mais elevado, o das Ideias, porque não podem justificar cabalmente seus “primeiros princípios”. Esse último nível, representado pelo segmento DE, é aquele das Ideias, e nele se opera através da dialética, um procedimento no qual se busca clarificar os conceitos até que se chegue a uma definição aceita por todos – nesse caso, diferentemente daquele dos geômetras, chega-se a um conhecimento verdadeiro e justificado dos conceitos.

A matemática que Platão reconhece como terceiro grau de conhecimento é aquela pura, não contaminada pela referência aos objetos empíricos. Tanto Vegetti (1981, p. 182) quanto Pannekoek (1961, p. 102) comentam esse papel que Platão atribui à matemática. Vegetti afirma que se o filósofo deu um impulso à matemática que será importante para o desenvolvimento dessa ciência na Grécia, ele também foi responsável pela fratura entre técnica e matemática. Já Pannekoek afirma que essa fratura nasce justamente das condições sócio-econômicas da cultura grega de então, baseada no trabalho escravo. Gregory Vlastos (1941, p. 303) argumenta que não se pode extrair dedutivamente nenhuma conclusão, dentre as várias teses platônicas metafísicas, políticas, estéticas etc, a partir da visão de Platão acerca da escravidão. Contudo, essa visão é baseada numa estrutura

hierárquica do Universo, em que o filósofo possui o *logos*, a razão, e o escravo, não – a menos que conduzido pelo filósofo. Para Vlastos (*ibidem*, p. 303-4), a filosofia platônica é diametralmente contrária à dos filósofos jônicos (e, poderíamos acrescentar, à dos filósofos atomistas): esta era “científica no temperamento, empírica na teoria do conhecimento, democrática nas suas simpatias políticas”.

A tese defendida por Pannekoek foi popularizada por Benjamin Farrington (1947), que afirma que a ciência grega – ou a ciência na Antiguidade, em geral – estagnou-se por causa de um desprezo às técnicas, desprezo este derivado de concepções filosóficas e políticas que viam o trabalho manual como algo próprio de escravos, indigno para homens livres. Essa tese foi posteriormente advogada por Edgar Zilsel (2003) num contexto diverso, o do nascimento da ciência moderna. Como vimos, para Zilsel, a ciência moderna nasce a partir da adoção dos métodos experimentais dos artesãos (incluindo os artistas, produtores de imagens e técnicas de representação, como a perspectiva) e engenheiros pelos intelectuais das universidades e pelos humanistas. Ambas as teses, de Farrington e de Zilsel, se assemelham, ao ver na valorização ou não da técnica (e dos métodos empírico-experimentais) um dos pontos-chave para o progresso ou a estagnação da ciência.

No entanto, alguns autores questionam se de fato teria existido um desprezo às técnicas entre os gregos (por exemplo, Longo, 1987), e outros, como Russo (1997), chegam mesmo a afirmar que a ciência antiga não se estagnou de modo algum, antes passou por uma verdadeira revolução científica cujos frutos acabaram se perdendo com os séculos – e que a ciência moderna nasce justamente da recuperação dos métodos e resultados dessa revolução.

No caso de Platão, essa explicação “externalista” defenderia que a estrutura social da Grécia antiga (e especialmente a de Atenas)³⁷ se refletiria na desvalorização do trabalho manual e de tudo que a ele se relacionasse, e assim o conhecimento empírico seria rebaixado, enquanto se privilegiaria uma ordem subjacente aos fenômenos, inacessível ao homem comum. Uma leitura “internalista” tenderia a se focar nas razões imanentes ao pensamento de Platão, que pretende fundar o conhecimento sobre bases universais e imutáveis. Em ambas as hipóteses, chega-se, contudo, à explicação da negação do valor da física, que ao operar no reino do mutável, não pode alcançar o real – na formulação de Léon Robin:

³⁷ Sobre a estrutura social e outros aspectos da história da Grécia antiga, um bom compêndio é Musti (2004).

[...] uma física experimental, mesmo matematizada, não nos eleva: ela nos deixa afundados [*enfoncés*] num domínio onde a alteridade e a mudança não são reduzidas, mas apenas expressas numa linguagem que dissimula suas incertitudes e confusões (ROBIN, 1988, p. 60).

O destino da física não é compartilhado pela astronomia, porém. Esta (junto com a aritmética, a geometria e a música) é apresentada n’*A república* (PLATÃO, 2006, p. 281-91 [524d – 531d]) como uma forma de educar o futuro filósofo-governante. Mas não se trata de observar os movimentos dos astros tal como eles aparecem aos sentidos; antes, deve-se buscar qual seria a ordem subjacente aos fenômenos celestes. Simplicio, escrevendo no século VI d. C., cita um passo de Sosígenes (*fl.* século I a. C.), que, por sua vez, cita Eudemo, estudante de Aristóteles. Nesse passo, que contém aquela que talvez seja a maior contribuição de Platão à astronomia, Simplicio menciona que o programa de educação astronômica da Academia platônica era o de encontrar os movimentos circulares uniformes que explicariam os movimentos planetários, inclusive suas estações e retrogradações. Paul Keyser (2014, p. 1728) nota que tal programa foi atribuído por Gêmino aos pitagóricos, mas, considerando as afinidades entre o pensamento de Platão e o dos pitagóricos, podemos acreditar no relato reportado por Simplicio. Nasce aqui um dos dogmas da astronomia, que será mantido até Kepler introduzir as órbitas elípticas.

A astronomia desempenha uma função especial no pensamento de Platão. Os planetas são considerados deuses, e sua visibilidade nos céus tem uma função ética precisa, e de fornecer um modelo de ordem e regularidade para o gênero humano (TAUB, 2011, p. 410), seja de um modo imperfeito, através da simples observação, para as pessoas comuns, seja através da contemplação das relações matemáticas que subsistem sob os fenômenos, para os iniciados. Segundo Duhem, Platão divide a astronomia em duas subdisciplinas, uma para o vulgo, de observação, e outra, verdadeira, para o filósofo: enquanto a primeira se mantém no nível daquilo que se pode ver, a segunda é um recurso propedêutico importantíssimo para a educação filosófica, “um meio de tornar mais fácil à nossa alma a contemplação da Ideia do Bem” (DUHEM, 1913, p. 95).

Se os astros são deuses e modelos de ordem e regularidade, então é necessário que se conheça bem essas características. Tal função poderia ser desempenhada apenas através da astronomia matemática, geométrica, que procura no círculo a verdadeira forma das órbitas celestes. Ao praticar esse tipo de investigação astronômica, o estudante

[...] evita agrupá-los seguindo a injusta e injuriosa hierarquia que o conhecimento adquirido somente pelos sentidos lhes tinha atribuído; ele se guarda de repetir, em relação ao Sol, à Lua, aos outros deuses poderosos, as mentiras que profere o vulgo quando os acusa de seguirem uma marcha errante (DUHEM, 1913, p. 100).

Essa astronomia é “agradável aos deuses”, e, ao impedir que se façam julgamentos errôneos, baseados nos sentidos e na observação empírica, sobre os corpos celestes, “conduz à Teologia” (*ibidem*).

Em certo sentido, Eudoxo pode ser comparado a Ptolomeu como um astrônomo que realiza a mesma sistematização do saber astronômico anterior. Eudoxo é tradicionalmente considerado como aquele que respondeu ao desafio platônico de representar os movimentos celestes através de movimentos circulares uniformes, mostrando a ordem e a regularidade que subjazem à desordem das aparências fenomênicas, e pode ser considerado aquele que primeiro praticou a astronomia tal como concebida por Platão – ainda que tal tese seja contestada por alguns comentadores. Willbur Knorr (1990), por exemplo, argumenta que a astronomia platônica, tal como exposta n’*A república* e no *Timeu*, é muito vaga para ter exercido qualquer influência real sobre Eudoxo. Para Knorr (*ibidem*, p. 324), a escolha do princípio da utilização do movimento circular uniforme no desenvolvimento de um sistema astronômico por parte de Eudoxo se deve a uma escolha técnica baseada numa tradição que pode ser atribuída muito mais aos pitagóricos do que a uma imposição filosófico-teológica advinda das ideias de Platão. Seja platônica ou pitagórica, a influência filosófica é determinante na constituição da astronomia geométrica de Eudoxo.

Eudoxo compôs um sistema de esferas concêntricas capaz de representar o Universo³⁸ conhecido. Nesse sistema, cada um dos sete planetas (incluindo o Sol e a Lua) tinha seu próprio conjunto de esferas que representava seu movimento diário, seu movimento através da eclíptica, e suas retrogradações (quando fosse o caso). O modelo de Eudoxo utiliza parâmetros como os períodos sinódicos e tropicais dos planetas (o período tropical é o tempo médio que o planeta leva para percorrer e voltar ao mesmo ponto da eclíptica, enquanto o sinódico é o tempo médio entre um movimento retrógrado e o próximo), que haviam sido determinados pelos astrônomos gregos anteriores. Um dos

³⁸ Para os detalhes desse sistema, incluindo as modificações posteriores de Cálipo e de Aristóteles, o *locus* clássico é a história (cujo método indiciário lembra aquele teorizado pelos historiadores da micro-história) e a reconstrução das esferas concêntricas, feitas por Schiaparelli (2010, p. 7-131).

principais problemas do sistema de Eudoxo, já notado desde que teria sido proposto, era o fato de que não podia dar conta da variação de brilho dos planetas, notável principalmente para Vênus e Marte (SCHIAPARELLI, 2010, p. 105). O modelo de Eudoxo não incluía também a variação da velocidade do Sol (a anomalia solar), que já havia sido descoberta.

Meton e Euctemon haviam descoberto a anomalia solar no século V a. C. (supõe-se que de forma independente dos babilônios). Os historiadores divergem acerca do modo como essa descoberta teria sido feita. Schiaparelli (2010, p. 96-9) e Evans (1998, p. 20) consideram que os astrônomos teriam descoberto a anomalia solar de maneira empírica, através da medição da duração das estações, feitas com a utilização do *gnomon* para a determinação dos solstícios e equinócios. Já Neugebauer (1975, p. 628) defende que Meton e Euctemon não teriam chegado a nenhuma teoria da anomalia solar, mas antes teriam hipotetizado, por “conveniência aritmética” um sistema em que o Sol atravessasse tantos signos quanto possível em 30 dias; os 5 dias restantes seriam divididos em meses com 31 dias. Notemos, *en passant*, que esse sistema, com duas velocidades solares em diferentes pontos da eclíptica, lembra o sistema A dos babilônios³⁹.

Esses problemas geram discussões sobre qual seja o estatuto da astronomia de Eudoxo. Para Evans, as críticas ao modelo de Eudoxo se baseavam muito mais na sua incapacidade de explicar a variação de brilho dos planetas do que no fato de não considerar a anomalia solar. Isso mostraria que a astronomia grega de então não tinha nenhuma intenção de ser precisa em termos numéricos, tal como se delineava a astronomia babilônica, mas que o objetivo era fornecer “uma explicação filosófica e geometricamente satisfatória das características gerais do movimento planetário” (EVANS, 1998, p. 312); além disso, Evans (*ibidem*) nota que as próprias “características gerais”, aquilo que deve ser explicado, mudava historicamente. Ainda que Evans não defenda explicitamente uma interpretação instrumentalista da astronomia de Eudoxo, outros autores assim o fizeram. O historiador Geoffrey Lloyd (1970, p. 92), por exemplo, ao comentar sobre o modelo de Eudoxo (e o seu posterior desenvolvimento feito por Cálipo, que acrescentou mais esferas para dar conta da anomalia solar), afirma que

³⁹ Não parece haver, nessa época, influência babilônica sobre a astronomia grega, ou vice-versa. Tais contatos só seriam aprofundados e desenvolvidos a partir da campanha alexandrina pela Ásia. Parece mais plausível que a descoberta da anomalia solar seja um caso de descoberta independente.

As teorias de Eudoxo e de Cálipo eram construções puramente matemáticas. Nenhum astrônomo disse nada sobre a mecânica dos movimentos celestes, sobre a natureza das esferas concêntricas ou sobre como o movimento era transmitido de uma para a outra.

Já Larry Wright (1973) defende uma posição contrária: o sistema de Eudoxo pretendia ser uma explicação realista dos céus, e oferecer um modelo *físico* do Universo. Para Wright, o fato de que Eudoxo não forneça explicações sobre os mecanismos do modelo, nem sobre a constituição das esferas, pode ser comparado à negação de Newton em tentar explicar o mecanismo da gravitação. Segundo Wright, o que garantiria essa interpretação realista do modelo de Eudoxo seria justamente a adesão deste ao princípio do movimento circular dos astros proposto por Platão; tal princípio, sendo o fundamento de uma astronomia que buscava ir além das aparências observáveis, dificultaria sobremodo e inexplicavelmente a descoberta de um modelo que, se fosse apenas uma representação geométrica possível do Universo, poderia ser mais simples.

Para Norwood Hanson (1973, p. 58-9), a diferença de Eudoxo em relação aos seus predecessores é sobretudo de caráter metodológico: ele cria um modelo geométrico completo a fim de mostrar o que pode se passar nos céus (e aqui, Hanson subscreve à posição instrumentalista: para ele, as esferas de Eudoxo são “apenas fórmulas geométricas – meros dispositivos computacionais” [p. 58]) e divide o problema da representação dos movimentos planetários em unidades menores, em que cada esfera dá conta de um e apenas um aspecto (movimento diário, movimento longitudinal, movimento latitudinal, retrogradações). Esse será, segundo Hanson, um modo de fazer astronomia seguido por toda a tradição antiga posterior a Eudoxo.

Aristóteles, tal como o já mencionado Cálipo, também altera o modelo de Eudoxo, com a intenção de unificá-lo. Aristóteles acrescenta esferas de modo a tornar o modelo num verdadeiro mecanismo dos céus, incluindo os sistemas independentes de cada planeta num sistema único. O Filósofo tinha uma posição algo dúbia sobre o *status* da astronomia: ora essa aparece como “a ciência matemática que é mais próxima à filosofia” (ARISTÓTELES, 2004, p. 569 [*Metafísica* XII, 1073b3-5]), ora como “uma das ciências matemáticas mais próximas da física” (*idem*, 2011, p. 191 [*Física* II, 194a6-12]). A diferença na hierarquização da astronomia se deve ao fato de que Aristóteles enfatiza, no primeiro caso, o objeto imutável e constante da astronomia, e, no segundo, o caráter sensível dos astros celestes. Como veremos no capítulo 3, Aristóteles também tem certa ambiguidade ao classificar a matemática.

Aristóteles provavelmente não era considerado um astrônomo pelos seus contemporâneos (MCCLUSKEY, 2011, p. 33) – ao menos, não do tipo de astrônomo que iria dominar o cenário científico grego até Hiparco (ver *infra*). Aristóteles não direcionou sua pesquisa na direção do desenvolvimento de modelos geométricos do Universo, mas sim no sentido de criar uma estrutura filosófica e metafísica que fundamentasse as ciências, incluindo aí a astronomia. Se, por um lado, Aristóteles continuou a tradição de Eudoxo e Cálipo, aumentando o número de esferas concêntricas para melhorar o sistema, por outro, não respondeu à objeção mais comum contra o sistema das esferas concêntricas: o fato de que elas não eram capazes de explicar a variação de brilho dos planetas.

Mas o fato de que Aristóteles não leva em consideração essa variação de brilho parece indicar que o Filósofo não pretendia tratar de alguns tipos de questões astronômicas – ao menos nas questões matemáticas, de formação de modelos geométricos do Universo. De fato, na *Metafísica XII*, ao explicar o sistema de Eudoxo e sua alteração por Cálipo (ARISTÓTELES, 2004, p. 569-73 [XII, 1073b1 – 11074a20]), o Estagirita afirma que

O número dos movimentos [*dos astros*] deve ser estabelecido com base nas investigações da ciência matemática que é mais próxima da filosofia, ou seja, da astronomia. [...] Acerca da questão de quantos sejam esses movimentos, diremos agora, para dar uma ideia geral, aquilo que afirmam alguns matemáticos [*i. e., Eudoxo e Cálipo*]. [...] Quanto ao resto, devemos pesquisar nós mesmos algumas coisas; noutras, por sua vez, devemos confiar naqueles que as pesquisam, e se algum desses investigadores julgarem que se deva adicionar algo às coisas ora ditas, nós deveremos levar em consideração todas as suas conclusões, mas nos fiar apenas nas mais rigorosas (ARISTÓTELES, 2004, p. 569-70 [*Metafísica XII*, 1073b5-15]).

Para Schiaparelli (2010, p. 129-30), esse passo indica que Aristóteles não pretende entrar a fundo nas discussões astronômicas, mas apenas dar uma ideia geral de modo a criar as possibilidades cosmológicas para o seu próprio sistema do mundo. O historiador italiano acredita que Aristóteles não tinha plena confiança nas teorias astronômicas de sua época, justamente por não darem conta de todos os fenômenos empíricos. Nesse sentido, se aceitarmos a tese de McCluskey, devemos acrescentar que se Aristóteles não era considerado um astrônomo, tal se daria justamente pela sua exigência de maior rigor para a astronomia.

James Evans defende uma posição diferente, e para ele as modificações que Aristóteles fez no sistema de Eudoxo não tinham sequer a pretensão de fazê-lo se adequar melhor aos fenômenos. Para Evans, a intenção de Aristóteles era apenas a de criar um

sistema com plausibilidade física (EVANS, 1998, p. 311), tal como já haveria sido a intenção de Eudoxo. Em suporte da sua tese, Evans afirma que no estágio em que a astronomia grega se encontrava, Aristóteles não tinha necessidade de um modelo geométrico do Universo que desse conta de todas as aparências sensíveis, mas sim de um que fosse apenas o suficiente para explicar as características mais gerais dos movimentos celestes, e que se adequasse ao resto de seu sistema filosófico.

A interpretação de Evans – e sua divisão tripartite da história da astronomia grega – parece se basear numa distinção central à obra *Constellations and Conjectures*, de Norwood Hanson (1973). Este divide a astronomia grega em duas tradições diversas, com métodos e objetivos diferentes, o que as transforma quase que em disciplinas diferentes: haveria uma tradição astronômico-computacional e outra cosmológico-filosófica (*ibidem*, p. 85-8). Para Hanson, a astronomia anterior à Eudoxo, e, em certo sentido, mesmo a deste, seria constituída por puras especulações filosóficas, baseadas em explicações que não forneciam predições.

Há que se notar que Hanson se move num terreno de uma polêmica contra a concepção de explicação científica de Carl Hempel. Nessa concepção, as explicações seriam simétricas temporalmente às predições. Para Hempel (2001, p. 75),

[...] na explicação de um dado evento, o *explanans* deve ser tal que se tivesse sido conhecido antes da ocorrência do evento-*explanandum*, teria nos permitido predizer o último dedutiva ou indutivamente.

Isto é, a explicação de um dado evento nada mais seria do que uma predição de um evento “no passado”, enquanto a predição seria a explicação de um evento “no futuro” – ou, na versão de Hanson (1973, p. 4): “predição de x é explicar x antes que ele aconteça; explicação de x é predizer x depois que ele acontece”.

A ideia de Hanson é utilizar a história da astronomia como um estudo de caso para refutar, através de um contraexemplo, a concepção de explicação-predição de Hempel. Assim, Hanson pretende mostrar que há eventos na história da astronomia em que haveria explicação sem predição e vice-versa: na primeira situação, os casos clássicos seriam Eudoxo e Aristóteles; na segunda, Ptolomeu, ao menos na parte matemática de sua obra. Enquanto os dois primeiros seriam os paradigmas de uma astronomia capaz de explicar os céus, mas não de predizer os movimentos celestes em suas posições, Ptolomeu seria o exemplo de uma ciência capaz de predizer sem explicar. Hanson considera que a parte

explicativa de Ptolomeu é completamente independente, derivativa e de menor valor, se comparada à parte preditiva – mas, justiça seja feita, Hanson não conhecia a versão árabe de uma segunda parte, então ainda não publicada, das *Hipóteses Planetárias* de Ptolomeu, que foi traduzida e publicada em 1967 por Bernard Goldstein (1967), em que o astrônomo fornece uma explicação cosmológica do Universo.

Assim, Hanson considera que a astronomia de Aristóteles é científica, mesmo sem ser preditiva. Ainda que não tenha descoberto nenhum fato astronômico novo, a importância de Aristóteles seria a de inserir a astronomia dentro de um quadro científico maior, incluindo uma física que seria usada como instância de decisão quando duas hipóteses astronômicas contraditórias fossem propostas (tal como teria ocorrido, por exemplo, com as hipóteses heliocêntricas na Antiguidade).

Considero justificada a visão de Hanson de que a astronomia não preditiva dos gregos anteriores a Hiparco seja científica – negar tal tese seria admitir uma visão muito estreita e possivelmente anacrônica do que seja a ciência; discussões como a que vimos acima sobre a “cientificidade” das ideias astronômicas de Filolau revelam as concepções dos autores acerca do que seja a ciência. No entanto, parece-me problemática a divisão dessa astronomia em duas tradições estanques que só seriam unificadas no início da Modernidade. Por um lado, como afirmei anteriormente e continuaremos vendo, filosofia (ou cosmologia, na terminologia de Hanson) e astronomia estão sempre imbricadas nas obras dos filósofos que trataram de uma forma ou de outra dos céus, e nas obras dos astrônomos. Ainda que essa relação seja de preponderância de um ou outro lado nessa relação, ainda assim as duas, filosofia e astronomia, sempre caminham juntas. Por outro lado, Hanson parece introduzir sub-repticiamente a discussão “instrumentalismo *versus* realismo” ao considerar que a astronomia matemática seria o campo das *apparentias salvare*, em que as teorias seriam meros “dispositivos de cálculo” (HANSON, 1973, p. 131). Ora, é possível que as teorias da astronomia matemática também tenham tido pretensões realistas, avançando sobre o território daquilo que, na distinção de Gêmino, era o jardim fechado dos filósofos – e mais, que os astrônomos tenham produzido uma teoria filosófica que fundamentava sua astronomia, como veremos com Ptolomeu.

A imbricação de filosofia e astronomia pode ser percebida na discussão entre os atomistas e Aristóteles sobre a finitude ou a infinitude do Universo. Essa discussão, e seus resultados, formam a base a partir da qual todos os astrônomos gregos posteriores criarão

suas teorias cosmológicas ou matemáticas – o que parece ser mais um indício antes de uma continuidade de abordagens do que de uma divisão interna.

2.2.1.1 A questão da finitude do Universo em Aristóteles e nos atomistas

A interpretação de Hanson é uma das hipóteses mais famosas da historiografia contemporânea da astronomia, e advoga que essa ciência teria se desenvolvido, até o início da Modernidade, baseada principalmente na obra de duas figuras de relevo na história da ciência: Aristóteles e Ptolomeu. Esses dois autores seriam os fundadores de tradições astronômicas, uma explicativa, que operaria a partir da filosofia natural de Aristóteles, e outra, preditiva, que teria como paradigma a obra de Ptolomeu (a partir do trabalho de Eudoxo e Hiparco), e faria extenso uso da matemática (HANSON, 1973, p. 85). Essas duas correntes seriam unidas apenas com Newton, que, de posse de uma nova metafísica e de novos instrumentos matemáticos, seria capaz de unir explicação e predição, e isso com a unificação da física com a astronomia operada, entre outros, por Kepler.

No entanto, comum a essas duas tradições era a hipótese de um Universo finito, composto pela Terra no centro do Universo, os planetas e a esfera das estrelas fixas. As duas tradições postuladas por Hanson, tanto a tradição explicativa quanto a preditiva, baseavam-se na ideia de que o cosmos era um sistema finito, o que é mais um indício da continuidade, e não da separação, dos vários modos com que se praticaram a astronomia na Antiguidade.

Façamos um pequeno experimento mental. Estamos em Atenas, nos pórticos do Liceu Peripatético de Aristóteles e observamos o céu estrelado. Duas coisas nos aparecem: em primeiro lugar, estamos parados; em segundo, as estrelas, exceto algumas que estão próximas à Estrela Polar (e incluindo essa), parecem se mover em círculos de leste a oeste⁴⁰. Se observarmos o céu por tempo suficiente, veremos que os círculos nos quais as

⁴⁰ Esse enfoque fenomenológico é utilizado na análise que Jean-Jacques Szczeciniarz (1988) faz da astronomia de Ptolomeu. Para Szczeciniarz, na base da astronomia ptolomaica (e da astronomia grega, em geral) há uma percepção “cosmológica e metafisicamente informada” (p. 30). Vale a pena citar esse passo do artigo de Szczeciniarz:

Há, em torno de um observador percebido como imóvel e central, movimentos dos quais se aceita e se demonstra o estatuto de realidade, tais como a rotação dos céus, do Sol, dos astros errantes. Todos esses movimentos percebidos são idealizados em mais de um modo: inicialmente, eles se efetuam sobre uma esfera, ou no mínimo não podem ser concebidos e analisados senão sobre uma esfera.

estrelas se movem têm como eixo os pontos da linha que vai da Estrela Polar até a Terra; veremos também que as estrelas parecem manter suas posições relativas no céu, mantendo as mesmas distâncias e os mesmos desenhos, seja durante uma noite, seja durante várias noites. Assim, pode nos parecer que as estrelas estão todas numa única esfera que gira ao redor da Terra (FURLEY, 1981, p. 571). De fato, a maioria das cosmologias dos povos antigos, sejam egípcios, hebreus ou gregos, postulava a existência de uma abóbada celeste na qual estariam fixas as estrelas (PANNEKOEK, 1961, *passim*).

Com a adição da hipótese acerca do formato esférico da Terra, temos aquilo que, como vimos, Kuhn (1957, p. 27) chamou de o “Universo de duas esferas”, uma para o homem e outra para as estrelas. Essa concepção, nascida com os primeiros pitagóricos ou a partir das reflexões de Parmênides sobre a unidade do Ser, fundamenta-se em três ordens de razões. Além das razões empíricas, baseadas nas aparências observacionais, há também razões metafísicas para a adoção de um modelo esférico que contenha em si todas as estrelas, entre elas a repugnância da filosofia grega em geral para com a existência de um infinito metafísico – no caso de Parmênides, por exemplo, o infinito sequer poderia ser pensado. Haveria também razões estéticas entre os gregos antigos para a adoção da estrutura esférica: dado que as estrelas revolucionam eternamente, que forma seria melhor para representar seus movimentos do que a esfera, “cuja superfície é completamente simétrica e uma das poucas que podem girar eternamente sobre si mesmas, ocupando exatamente o mesmo espaço em cada instante de seu movimento” (KUHN, 1957, p. 28)?

Esse modelo de duas esferas foi sucessivamente aprimorado por Platão, que transforma em preceito metodológico a ideia de representar também os movimentos dos planetas, e não só o das estrelas fixas, através de círculos, e por Eudoxo, que cria o primeiro modelo representacional do céu, capaz de explicar como as aparências dos movimentos celestes se reduzem a relações entre círculos. Tal modelo foi adotado por Aristóteles, que o transformou numa cosmologia abrangente; com a criação de uma física e de uma cosmologia completa, o Filósofo criou as bases do sistema científico que se imporia como o principal do mundo antigo, até o início da Modernidade.

Esse modelo era a base daquilo que os gregos chamavam de “cosmos” (do grego *kosmos*). Essa palavra, em grego, significava inicialmente “a ação humana organizadora

Nós vemos apenas trajetórias segundo curvas, mas elas não podem ser compreendidas se não forem relacionadas à esfera que as contém. Está aí o quadro obrigatório e antigo de toda matematização e também de toda percepção para Ptolomeu. [...] Aqui como em outros lugares, o imediato é mediatizado, a mediação se fazendo por meio de princípios que são de natureza cosmológica (SZCZECINIARZ, 1988, p. 30).

que produz uma ordem nas coisas” (CHAUI, 2006, p. 504). Posteriormente, passou a designar a ordem da totalidade da natureza, de um sistema fechado contido dentro da esfera das estrelas fixas, e incluindo elas – e foi esse o sentido captado pelos latinos quando traduziram *kosmos* por *mundus*. Já o Universo, entendido como tudo aquilo que existe, era expresso pelos gregos com *to pan*, no sentido de uma totalidade que não pressupõe uma ordem interna. O latim não tem uma palavra para designar essa última ideia, e autores como Lucrécio chamam o *to pan* de *omne quod est* [tudo o que é], *omne immensum* [o todo imenso] etc. Talvez possamos captar melhor a distinção ao dizer que o *kosmos* é o todo ordenado, enquanto o *to pan* é tudo, sem a pressuposição de uma ordem. Essas distinções, entretanto, perderam sentido nas línguas modernas, em que mundo e Universo são, por vezes, considerados a mesma coisa. Um exemplo disso é a palavra *cosmologia*, que usamos para designar o estudo do Universo – do *to pan* – e não mais apenas do mundo – do *kosmos* – em seus aspectos ordenados (FURLEY, 1981, p. 573).

Assim, para os gregos, o *kosmos* era o mundo em que vivemos e que nos é acessível através dos sentidos: era constituído pela Terra imóvel no centro do mundo, pelos planetas e pelas estrelas que, presas numa esfera, representavam o limite do que podia ser conhecido empiricamente. A grande questão, agora, era saber se havia algo para além dessa esfera das estrelas fixas, e o que seria. Podemos considerar duas respostas diversas a essa pergunta: a de Aristóteles, influente até Copérnico, e a dos atomistas. No entanto, antes de vermos essas respostas diferentes, devemos ter em mente uma semelhança fundamental da abordagem dos dois. Essa semelhança se baseava na ideia da sistematicidade do nosso mundo. Para David Furley,

Tanto os atomistas, que acreditavam no Universo infinito, quanto os aristotélicos, que não acreditavam, concordavam que o nosso mundo é um sistema finito, limitado pela esfera das estrelas. A controvérsia era sobre o que, se é que de fato havia algo, estaria além dessa esfera. O que tanto os aristotélicos quanto os atomistas viam no céu não era o início do Universo infinito; era, antes, o limite além do qual o Universo infinito começava. O mundo é como uma cidade murada com um país desconhecido além dos muros, e ninguém na Antiguidade clássica acreditava que o mundo era infinito. A controvérsia não era sobre a existência de um mundo fechado, mas sobre o seu *status*: ele é tudo o que há, ou há algo mais? (FURLEY *apud* COUPRIE, 2011, p. 223).

Um dos pilares da astronomia grega baseada nas ideias de Aristóteles era o da finitude do Universo, ou seja, para Aristóteles, mundo (*kosmos*) e Universo (*to pan*) coincidiam. De fato, a assunção de um Universo infinito causaria problemas para a teoria

do movimento do Filósofo: ora, a física aristotélica baseava-se na existência de elementos que tendiam a se dirigir ao seu lugar natural: terra e água para o centro do mundo, ar e fogo para longe do centro do mundo. Num Universo finito, o centro da esfera do mundo atua como o ponto que determina os movimentos naturais dos elementos, mas, num Universo infinito, que ponto do espaço teria primazia sobre outro? É nesse sentido que Aristóteles nega a existência do vácuo para além da esfera das estrelas fixas, já que, para ele, o espaço não é um substrato neutro para as coisas, ou uma forma intuitiva *a priori* em sentido kantiano, mas é o próprio lugar ocupado pelas coisas: onde nada há, não há espaço ocupado – não há, em suma, espaço vazio.

Na *Física* (III, 4, 203b15-30), Aristóteles (2011, p. 268-71) menciona cinco argumentos sobre porque se poderia crer na existência do infinito: o primeiro lida com a infinitude do tempo, o segundo com a possibilidade de divisão infinita das grandezas, e o terceiro com a suposta necessidade do infinito para explicar a contínua geração e corrupção. Interessam-nos mais diretamente o quarto e o quinto desses argumentos: o quarto diz que, para tudo que é finito, deve haver um limite em relação a outra coisa, e assim não haveria um limite definitivo; já o quinto, que Aristóteles considera o mais importante, tem a ver com a nossa capacidade de pensar. Para ele, não se pode colocar limites no pensamento e, assim, os homens são capazes de pensar em números, grandezas e em um Universo infinito. Furley (1981, p. 578) menciona que uma versão desse argumento aparece com Árquitas de Tarento, filósofo pitagórico do século IV a. C.: “Se eu estiver no limite do mundo, tal qual pode ser na região das estrelas fixas, poderia colocar minha mão ou um bastão na região de fora, ou não?” O argumento de Árquitas leva a pensar que se, por um lado, posso colocar minha mão além do limite do mundo, deve haver fora um meio que permita isso; se, por outro lado, não posso, deve haver algo que impeça a minha mão; nos dois casos, deve haver algo para além do mundo.

Aristóteles continua a relatar o quinto argumento, dizendo que

É porque não se pode colocar nenhum limite ao pensamento que também o número parece ser infinito, e o mesmo se pode dizer das grandezas matemáticas e daquela parte que está além do céu. Se essa é infinita, também a realidade corpórea o seria, bem como os mundos. De fato, por que o vazio deveria estar em um lugar ao invés de outro? (ARISTÓTELES, 2011, p. 271 [*Física* (III, 4, 203b20-25)],

ou seja, por que deveria haver corpo em uma parte do Universo e não em outra? Essa parece ser a pergunta que os atomistas fariam a Aristóteles. Antes, porém de tratarmos da posição dos atomistas, convém notar que Aristóteles nega a existência do Universo infinito pelas razões empíricas, metafísicas e estéticas que vimos *supra*.

Mas, além dessas razões, Aristóteles fundamenta sua negação numa divisão dos infinitos em duas categorias, os potenciais e os em ato, e nega a existência de qualquer infinito desse último tipo: para ele, existem apenas infinitos potenciais, tais quais as possibilidades de sempre se dividir uma grandeza ou de se pensar um número infinito. Essa distinção diz respeito ao próprio modo de se pensar a natureza, sobre seus limites racionais e a capacidade da mente humana de compreender esses limites. Tal questão continuou candente entre os filósofos islâmicos e cristãos: esse é o problema que gera a discussão sobre a capacidade de Deus de operar segundo as leis da lógica e da física ou para além delas. Aqueles que defendiam o limite do poder divino dentro das leis da lógica e da física tendiam a ter uma postura mais racionalista diante da natureza, que podia ser decifrada através, e principalmente, da razão, ao se reencenar na mente as razões do Criador. Já para aqueles que advogavam o poder ilimitado de Deus, não se pode usar apenas a razão para investigar a natureza, mas deveria-se, também, fazer extensa pesquisa empírica para se determinar como, de fato, o mundo é. A discussão sobre a capacidade divina de criar um infinito em ato foi um dos pontos da disputa entre as duas posições⁴¹.

Mas voltemos à questão dos atomistas, da forma como citada por Aristóteles: por que corpos em um lugar, ao invés de outro? Para Aristóteles, essa questão sequer faz sentido, já que não há nada para além do mundo; o mundo é o lugar das coisas, mas ele mesmo não está em um lugar.

Porém, se aceitarmos a questão, temos que lidar com o que, então, existe no Universo. É aqui que está o fulcro da discordância dos atomistas em relação à visão do Universo de duas esferas e à concepção de infinito de Aristóteles. Para eles, o Universo é infinito, e composto por “mundos [que] são infinitos em número no vazio infinito e que derivam de átomos infinitos em número” (SIMPLÍCIO *apud* GIANNANTONI, 1969, p. 655 [DK 67a21]). Como a existência de mundos infinitos é algo que vai além daquilo que pode ser constatado empiricamente, por ir além do nosso cosmos, os atomistas utilizavam um argumento indutivo para justificar a existência desses mundos: na natureza, nada é

⁴¹ Sobre isso, ver Henry (2010).

único na sua espécie; assim, também o nosso mundo deve ser um entre vários de uma mesma espécie (FURLEY, 1981, p. 580). Dessa forma, as explicações para aquilo que acontece no nosso cosmos poderiam ser extrapoladas para o que existe fora dele.

O grande problema dos atomistas não era, contudo, dar conta do que existe no Universo infinito – átomos e vazio –, mas o de explicar o movimento. Aristóteles distinguia entre duas espécies de movimento, o retilíneo, típico da região sublunar, e o circular, dos astros da região supralunar. Em especial para o movimento circular, que requer um centro, Aristóteles podia apelar para a ideia do Universo finito. Como os atomistas podiam dar conta dos movimentos circulares dos astros?

Segundo Furley (*ibidem*, p. 581), houve duas soluções por parte dos atomistas: Demócrito considerava que não havia nenhum movimento primário, e que tanto os movimentos retilíneos na Terra quanto os circulares dos astros eram resultado dos movimentos randômicos dos átomos no vazio. Já Epicuro assumia o movimento retilíneo dos átomos, para baixo, como primário.

A solução de Demócrito para a questão do movimento circular envolvia os vórtices de átomos, em que objetos mais pesados tendiam a se formar no centro, enquanto os mais leves iriam para a circunferência. Essa seria a explicação do surgimento do nosso mundo, com a Terra fixa no centro e os astros girando ao redor dela. Não fica claro, porém, como surgem esses vórtices. Em relação ao movimento de queda, Demócrito não apresenta uma solução satisfatória.

O movimento de queda não é problemático para Epicuro, considerando que ele assume o movimento retilíneo como básico, com átomos que, livres, tendem a cair. Epicuro não podia assumir, como Aristóteles, que os corpos em queda caem em direção ao centro da Terra, que é também o centro do Universo, e é por isso que defende que os objetos caem paralelamente numa Terra plana. Para o movimento circular dos céus, Epicuro oferece explicações alternativas: os céus se movem ou porque soprados por um vento, vindo não se sabe se a partir de dentro ou se de fora, ou porque os átomos do Universo infinito, de fora do mundo, formam mecanismos semelhantes a rodas-d'água para transformar movimento retilíneo em circular (FURLEY, 1981, p. 582). O problema dessa explicação é o fato de não poder dar conta da regularidade dos movimentos celestes, além de assumir a forma plana da Terra contra o consenso da maioria dos astrônomos e filósofos de então.

Tal como para Aristóteles, também para os atomistas a questão da finitude ou infinitude do Universo depende da consideração de aspectos ligados à teoria do movimento. Com a concepção atomista de matéria e vazio como constituintes últimos da realidade, os filósofos atomistas tinham dificuldades em explicar a natureza dual dos movimentos, circular de um lado e retilíneo de outro, da maneira como eram então encarados. A física aristotélica, por sua vez, fazia isso muito bem, ao instaurar dois campos naturais com movimentos diversos, um sub e outro supralunar, ao ligar esses movimentos à existência de um centro geométrico e físico, e ao negar a possibilidade de movimento instantâneo ou de velocidade infinita. Essa física de fato exigia que o Universo fosse finito.

A ideia do Universo infinito dos atomistas perde força porque a base em que se fundamenta, ou seja, a composição do Universo por átomos e vazio, não permite que se explique os fenômenos naturais de modo distinto a partir do lugar em que aparecem, se na Terra, se no céu, tal como fez Aristóteles. Furley (*ibidem*, p. 584) afirma que, sem abandonar sua teoria da matéria, os atomistas não poderiam adotar a concepção dual dos movimentos; para conseguirem isso, teriam que

[...] abandonar sua teoria simples da matéria, dividi-la em duas espécies diferentes, e, além disso, atribuir forças de atração ou repulsão a ela, agindo à distância através do vácuo ou agindo através de algum material invisível e não resistente como o éter da física do começo da Modernidade; ou teriam que adotar uma postura aristotélica e tratar os dois movimentos [*o retilíneo e o circular*] como dois dados do Universo; ou teriam que reimportar os deuses (FURLEY, 1981, p. 584).

Além da força dos argumentos aristotélicos, um dos principais motivos que dificultaram a adoção da concepção atomista do Universo infinito foi o fato de que Demócrito e outros atomistas, ao advogarem uma cosmologia mecânica baseada no movimento de átomos, não podiam fornecer uma teoria que fosse um bom guia para novas observações e especulações. Com os recursos matemáticos e conceituais da época, uma teoria dinâmica do movimento, como a atomista (na qual os movimentos dos astros seriam explicados pelo fato deles permanecerem nos vórtices que lhes deram origem, que seriam mais “fracos” conforme se aproximavam do centro), não seria preferível a uma teoria que assumisse certos movimentos de modo puramente cinemático e derivasse deles conclusões matemáticas (VLASTOS, 2005, p. 64-65), tal como é o Universo de duas esferas e a física aristotélica – notemos que apenas no início da Modernidade iria surgir uma concepção

dinâmica do movimento, e essa concepção demandaria uma nova concepção da matéria e da natureza dos corpos, proposta por Leibniz.

A questão da finitude do Universo é ligada, assim, a considerações metafísicas e físicas acerca do movimento, e os atomistas, ainda que tenham falhado em explicar de modo satisfatório certas características dos movimentos e em conquistar a aderência da corrente principal dos cientistas antigos, criaram uma teoria que unificava a física celeste e terrestre, ambas tendo o mesmo substrato metafísico. Devemos notar que a superação do aristotelismo na Modernidade passa por uma retomada e atualização do atomismo antigo, juntamente com o retorno da ideia de um Universo infinito.

Mas, mais do que isso, a discussão entre os atomistas e Aristóteles acerca do Universo infinito mostra o quanto a astronomia era inseparável da filosofia. Mesmo se aceitássemos a divisão da astronomia grega em duas tradições, uma cosmológica e outra matemática, deveríamos considerar que ambas compartilham um substrato comum acerca da finitude do Universo, que é baseado em considerações de caráter metafísico.

Devemos levar em consideração também o fato de que essa divisão baseia-se sobretudo num tipo de astronomia de caráter geométrico praticada no mundo helenístico a partir das conquistas de Alexandre (principalmente no século III), e que inaugura aquilo que chamei de uma “zona cinzenta” das relações entre filosofia e astronomia. Esse modo de fazer astronomia é, como veremos na seção seguinte, um entre três. Mas mesmo esse modo matemático de produção de conhecimento astronômico não é isento de preocupações cosmológico-filosóficas, e os astrônomos desse “partido” têm sempre no horizonte os problemas filosóficos de seus sistemas geométricos.

2.2.2 A “zona cinzenta” da relação entre filosofia e astronomia: os três “partidos” da astronomia helenística

O período que vai, *grosso modo*, da morte de Aristóteles até Hiparco (final do século IV a. C. – metade do século II a. C.) é aquele que classifiquei como uma “zona cinzenta”, no sentido de que as relações entre astronomia e filosofia se diferenciam um pouco do que eram até então. Primeiro, o desenvolvimento da matemática faz com que os modelos astronômicos se tornem cada vez mais complexos, requerendo uma especialização crescente do astrônomo; se ele não abandona de vez as preocupações filosóficas, dedica

cada vez menos a sua reflexão às questões filosófico-cosmológicas. Segundo, mesmo assim, certas questões filosóficas, como a da finitude do Universo e a da adequação entre as hipóteses astronômicas e as físicas, sempre estão no horizonte das preocupações dos astrônomos, e fazem parte das suas concepções, fundamentando seus raciocínios mesmo quando neles não aparecem explicitamente.

O pensamento astronômico dessa época foi caracterizado pela existência de diferentes “partidos”, segundo a sugestão de Schiaparelli (2010, p. 106). São três: (i) aqueles que adotavam o modelo das esferas concêntricas de Eudoxo, (ii) aqueles que defendiam uma concepção não geostática, e (iii) aqueles que desenvolviam novos modelos geométricos do Universo baseados em ferramentas matemáticas como os excêntricos e os epiciclos. Apesar da interpenetração dos três partidos no decorrer do período em questão, podemos considerar que o primeiro tende a ser o período mais recuado no tempo, seguido cronologicamente pelo segundo e enfim pelo terceiro.

Schiaparelli, naquilo que podemos analisar como uma aplicação do “paradigma indiciário” mencionado no capítulo 1, acredita que o modelo de Eudoxo foi adotado não apenas pelos peripatéticos, seguindo seu mestre Aristóteles, mas pela maioria dos outros astrônomos imediatamente posteriores. Como apoio para sua hipótese, cita um passo d’*O contador de areia* de Arquimedes, em que o Siracusano diz que “a maior parte dos astrônomos costuma chamar de mundo uma esfera, da qual o centro é o centro da Terra, e o raio é igual à reta conduzida entre o centro do Sol e o centro da Terra” (ARQUIMEDES *apud* SCHIAPARELLI, 2010, p. 106-7). Segundo Schiaparelli, esse modelo só poderia ser o de Eudoxo, e não aquele dos epiciclos ou, muito menos, aquele heliocêntrico. Mas a frase de Arquimedes causa estranhamento pela menção às dimensões do mundo, o raio do centro da Terra ao centro do Sol. E os demais planetas e as estrelas fixas?

A identificação desse sistema mencionado por Arquimedes àquele de Eudoxo se baseia numa hipótese lançada inicialmente por Paul Tannery (1893, p. 43). Em suas *Recherches sur l’histoire de l’astronomie ancienne*, Tannery escreve que o cálculo das distâncias do Sol e da Lua feito por Aristarco⁴² foi efetuado com um método que Eudoxo já havia praticado, e que este havia chegado a um valor da relação entre as distâncias do Sol e da Lua de 19. Mas tanto Neugebauer (1975, p. 662, 689) quanto Albert van Helden (1985, p. 167) discordam dessa hipótese: para eles, não haveria nenhuma evidência de que Eudoxo tivesse concebido e utilizado o método que se tornou famoso com Aristarco.

⁴² Sobre esse cálculo, ver Heath (1913, p. 351-414).

De qualquer modo, Schiaparelli adota a hipótese de Tannery, e afirma que os astrônomos que seguiram o modelo de Eudoxo acreditavam que as esferas dos planetas estivessem a uma distância mínima daquela do Sol, e bastante vizinhas também às estrelas fixas, das quais se diferenciariam apenas pelos movimentos retrógrados (SCHIAPARELLI, 2010, p. 107), o que faz com que o historiador italiano identifique o sistema mencionado por Arquimedes àquele de Eudoxo. Podemos presumir que os problemas do modelo das esferas concêntricas, especialmente o da variação de brilho dos planetas, fossem desconsiderados pelos astrônomos, seja pelo nível de precisão requerido na astronomia grega de então, seja pela adesão a alguma doutrina filosófica.

Schiaparelli fornece também outros dois indícios para essa identificação: em primeiro lugar, o prestígio da escola peripatética, que adotava o modelo de Eudoxo e fornecia o suporte físico e metafísico para as teorias matemáticas. Nesse sentido, Duhem (1913, p. 427) afirma que

Esse sistema [...] não deixará de encontrar defensores por dois mil anos, porque ele unicamente se adéqua à física de Aristóteles, e porque, por mais de dois mil anos, haverá homens para colocar a palavra de Aristóteles sobre o testemunho de seus olhos.

Em segundo lugar, a técnica de fabricação de globos celestes da época de Arquimedes parece indicar a utilização do sistema de Eudoxo como modelo. O *design* e fabricação de globos celestes consistiam na aplicação das artes mecânicas à astronomia, e incluía a fabricação não apenas de globos celestes, mas também de modelos planetários e dispositivos mecânicos de cálculo (EVANS, 1999, p. 237). Tal arte se desenvolveu bastante com Arquimedes, que chega a ser citado por Cícero como o criador de um novo tipo de globo celeste capaz de representar o movimento dos planetas:

Arquimedes de Siracusa pôde desenvolver com bronze côncavo uma imagem e similitude do mundo [...] de modo que aquela esfera com o seu girar rendesse evidente não apenas as aproximações e distanciamentos do Sol [*accessus solis et recessus*] e as fases da Lua, mas também as várias órbitas das estrelas fixas ou planetas (CICERO, 1974, p. 182-3 [*De re publica*, I, 14]).

Schiaparelli (2010, p. 107) afirma que apenas o modelo de Eudoxo era detalhado o suficiente na época para servir a uma imitação material, e que, além disso, esse modelo parecia ser especialmente adequado para uma representação material. Não devemos nos

esquecer, no entanto, que representações materiais do Universo foram baseadas em outras teorias – por exemplo, o célebre mecanismo de Anticítera (provavelmente do século I a. C.) foi projetado com base numa teoria que utilizava epiciclos ou excêntricos para representar os movimentos retrógrados dos planetas (JONES, 2017, p. 199).

O período entre Aristóteles e Hiparco testemunhou o aparecimento de um segundo “partido”, o dos astrônomos que defendiam uma concepção não geostática. Já no século IV a. C., Heráclides de Heracleia havia proposto um sistema que explicava os fenômenos de maneira completamente diferente do que se havia feito: ele colocava Mercúrio e Vênus orbitando ao redor do Sol, enquanto a Terra, no centro do Universo, realizava uma rotação ao redor do próprio eixo em um dia (DUHEM, 1913, p. 404-18)⁴³. Se essa hipótese tinha a vantagem de poder explicar a variação de brilho de Vênus (mas não de Marte), tinha o defeito de romper com alguns pontos comuns da astronomia grega de então: em primeiro lugar, ia contra a ideia comum de que a Terra está parada, e que são os céus que se movem; em segundo, colocava o centro do movimento circular de alguns planetas em outro corpo celeste, o Sol, e não na Terra; por fim, parecia romper uma harmonia celeste em que haveria um único centro para todos os astros.

Outro astrônomo dessa tradição é Aristarco de Samos, que radicaliza as ideias de Heráclides e passa a colocar o Sol como centro de todas as órbitas – e não mais apenas daquelas de Mercúrio e Vênus. Aristarco é considerado o primeiro a propor uma teoria heliocêntrica do universo, assim descrita por Arquimedes, no mesmo passo d’*O contador de areia* citado *supra* por Schiaparelli:

Aristarco de Samos expôs por escrito algumas hipóteses, segundo as quais se conclui que o Cosmos é muitas vezes maior do que aquele mencionado [*o Universo das esferas concêntricas de Eudoxo*]. Ele supõe, de fato, que as estrelas fixas e o Sol permanecem imóveis, e que a Terra gira, seguindo a circunferência de um círculo, em torno do Sol, que está no meio da órbita; e que a esfera das estrelas fixas, em torno ao mesmo centro do Sol, tem tal grandeza que o círculo, ao longo do qual supõe que gire a Terra, está na mesma proporção para a distância das estrelas fixas que o centro da esfera está para a sua superfície. (ARQUIMEDES, 1974, p. 447-8).

Ora, um dos argumentos mais fortes contra a hipótese heliocêntrica baseia-se na física aristotélica (já que, observacionalmente, não se pode decidir se é a Terra ou os céus que se movem). A teoria da gravidade de Aristóteles é baseada na existência de lugares

⁴³ Mas alguns historiadores negam que Heráclides tenha formulado tal modelo. Sobre isso, ver Nitschelm (2014, p. 936-7).

naturais para cada elemento. Sendo a terra um elemento pesado, seu lugar natural seria o centro do Universo, o que estaria em franca contradição com a ideia do movimento do planeta Terra, seja de rotação, seja de translação. Os objetos seriam, logo, pesados ou leves “em si mesmos”, por assim dizer.

A astronomia de Aristarco pode ser considerada, ao mesmo tempo, fundamentalmente igual e radicalmente distinta daquela de Platão: fundamentalmente igual no método de partir de certas hipóteses e a partir delas “salvar as aparências”, mas radicalmente diferente por partir de hipóteses bastante diversas (DUHEM, 1913, p. 421). Essas hipóteses são (*ibidem*):

- (i) a fixidez absoluta da esfera das estrelas fixas, (ii) a fixidez absoluta do Sol, cujo centro coincide com o centro daquela esfera, e (iii) o movimento anual da Terra sobre uma circunferência de círculo que tem por centro o centro do Sol.

As ideias de Aristarco não criaram uma tradição astronômica na Antiguidade – ainda que se possa afirmar que Selêuco de Selêucia seja um seguidor de suas ideias, como veremos adiante –, e isso principalmente por não entrarem em acordo com a física aristotélica. Mas também contradiziam um princípio caro aos aristotélicos: o de que era a revolução da esfera das estrelas fixas que gerava o tempo (DUHEM, *ibidem*, p. 422). Contudo, talvez o principal motivo do abandono das ideias não geostáticas seja o desenvolvimento da matemática e as novas possibilidades que se geravam para a astronomia grega, o que nos leva ao terceiro e último “partido” do período entre Aristóteles e Hiparco.

O terceiro grupo de astrônomos de que fala Schiaparelli é aquele que utiliza as ferramentas matemáticas dos epiciclos e dos excêntricos para representar o movimento dos astros. Não se sabe muito sobre os inícios dessa corrente, e Duhem (1913, p. 429) fala em “divinação” quando se refere ao estudo das origens dos excêntricos e dos epiciclos – a dificuldade em se estudar as origens dessas ferramentas sugere a utilização do “paradigma indiciário” analisado pelos teóricos da micro-história.

A partir das citações que Sosígenes, um astrônomo alexandrino que é citado por autores antigos como aquele que assessorou Júlio César na reforma do calendário, faz – via Simplício – da história da astronomia de Eudemo, pode-se afirmar que os fenômenos sob o escrutínio dos astrônomos do século III a. C. e da primeira metade do século II a. C. eram as estações e os movimentos diretos e retrógrados dos planetas, as variações do diâmetro

aparente dos astros, e a marcha irregular do Sol através da eclíptica (DUHEM, *ibidem*). O sistema não geostático de Heráclides podia explicar bem os movimentos retrógrados de Vênus e Mercúrio, mas não funcionava bem para os outros planetas⁴⁴, e não explicava a anomalia solar. Aquele de Aristarco explicava bem as retrogradações dos planetas e as variações de brilho, mas não a variação da velocidade angular do Sol. Para Duhem (*ibidem*, p. 430), esse fenômeno é o problema que levou ao desenvolvimento dos excêntricos.

O programa platônico de representar os movimentos celestes através de movimentos circulares uniformes era mantido pelos astrônomos de então (como foi, de fato, até a Revolução Copernicana). Um problema que se colocava era o de como conciliar tal programa com a descoberta da desigualdade da duração das estações. Dado que o Sol deveria ter uma velocidade constante na sua órbita circular, uma solução elegante – Duhem (*ibidem*) fala em “consequência natural, espontânea” – para o desacordo entre a hipótese e os fenômenos seria supor que o Sol orbita em um círculo cujo centro não coincide com o centro da Terra. Dessa forma, quando o Sol estivesse no perigeu (o ponto mais próximo da Terra), pareceria estar se movendo mais rapidamente; quando estivesse no apogeu (o ponto mais distante da Terra), pareceria estar se movendo mais lentamente.

Se tal solução era elegante, enfrentava um problema filosófico: rompia com o “dogma” da geocentricidade, e colocava um ponto geométrico – um vazio – como centro de uma órbita. Falo em “dogma” porque, apesar de a física aristotélica ter sido a primeira a sistematizar e fundamentar a necessidade da posição da Terra no centro do Universo, essa era uma tese comumente aceita, mesmo que não formulada explicitamente. Essa aceitação não claramente formulada de um princípio científico pode ser analisada como um exemplo daquilo que Michael Polanyi (1966) chama de “conhecimento tácito”. Para Polanyi, nem todo conhecimento pode ser formalizado ou expresso em palavras, mas nem por isso se torna menos valioso. Esse conhecimento tácito, passando de cientista para cientista como uma determinada forma de se fazer ciência – e, dessa forma, podendo ser analisado sociologicamente – permite tanto definir o que se quer saber sobre algo quanto como se quer sabê-lo. Segundo Polanyi, a não consideração dessa dimensão implícita do saber científico foi responsável pelo “fracasso do movimento positivista na história da ciência” (POLANYI, 1966, p. 25). Se a Terra no centro do Universo era parte do conhecimento

⁴⁴ Seria lógico supor que Heráclides tivesse ampliado o número de planetas que orbitam ao redor do Sol, criando um sistema semelhante ao de Tycho Brahe; Schiaparelli chega a afirmar que Heráclides o fez, mas historiadores mais recentes discordam disso. Ver a nota anterior.

tácito dos gregos, a questão que se põe, então, é: quem teria sido o primeiro filósofo ou astrônomo a usar o expediente matemático dos excêntricos?

Segundo Simplício, Duhem (1913, p. 431) afirma que foram provavelmente os pitagóricos os primeiros a utilizarem os excêntricos. Talvez os pitagóricos, acostumados com a ideia de um Universo cujo centro era ocupado por fogo, tivessem menos dificuldade em aceitar o movimento solar ao redor de um ponto geométrico. Segundo Duhem (1913, p. 431), os epiciclos, por sua vez, teriam se originado a partir da hipótese de Heráclides. No caso de Vênus, bastaria ajustar os tempos de rotação dos círculos para que houvesse acordo entre a teoria e os fenômenos: o planeta deveria descrever um círculo, o epiciclo, segundo o seu período sinódico, enquanto o centro do epiciclo deveria completar um círculo, o deferente, segundo o período tropical. Se esse raciocínio fosse aplicado para os outros planetas (com as devidas modificações nos casos de Marte, Júpiter e Saturno), poderia se explicar satisfatoriamente os fenômenos.

Novamente, no caso dos epiciclos, surge o problema da concordância com a filosofia. Além disso, haveria o problema adicional de um sistema que usaria o círculo excêntrico para o Sol e os epiciclos para os demais planetas. Duhem (*ibidem*, p. 433) afirma que foram novamente os pitagóricos, provavelmente, a utilizar primeiro os epiciclos, e, novamente, certa familiaridade com o fogo central no Universo tenha tido algum efeito ao acostumá-los à ideia de uma revolução em torno de outro objeto – mesmo, agora, um ponto geométrico. O segundo problema foi resolvido por Apolônio de Perga, que, no final do século III a. C., mostrou a equivalência entre os excêntricos e os epiciclos.

Tanto no caso do excêntrico quanto do epiciclo, parece se desenvolver na astronomia grega uma tendência a desconsiderar os aspectos filosóficos da astronomia. David Pingree (1971, p. 81) afirma que “os astrônomos gregos do período helenístico geralmente ignoraram a física aristotélica”. Essa é a hipótese de Hanson, de que passaria a haver duas tradições distintas. No entanto, mesmo se aceitarmos que os astrônomos e matemáticos pós-aristotélicos desconsideravam a filosofia em suas teorizações, isso não deve nos fazer esquecer que a unificação desses dois aspectos restava, de todo modo, um problema no horizonte intelectual dos antigos. O próprio Pingree cita o caso de Adrasto de Afrodísias (*fl.* século I d. C.), que teria concebido um sistema de esferas sólidas em cujas circunferências estariam encaixadas esferas menores que levariam os planetas; esse sistema permitiria resolver um problema reconhecido pelos astrônomos: o de como unir os epiciclos ou excêntricos ao modelo de Aristóteles. Não devemos nos esquecer, com muito

mais razão, do fato de que astrônomos como Ptolomeu não desconsideraram os aspectos filosóficos de sua astronomia, antes propuseram ideias filosóficas originais, como veremos. Esses casos parecem indicar que não se pode fazer uma distinção muito rígida entre astrônomos e filósofos, mesmo que haja preponderância de um ou outro aspecto num ou noutro período ou autor.

As transformações da astronomia grega no século III se devem também às novas condições nas quais a ciência era praticada. Com as conquistas de Alexandre, dois mundos até então separados são unidos, e isso se reflete em vários campos, da organização social nos impérios administrados pelos generais da Macedônia até o novo suporte à ciência, com a criação de bibliotecas e museus. Dreyer (1953, p. 151) menciona que em Alexandria teria surgido uma nova tradição de observação. As mudanças na astronomia alteram tanto os seus métodos quanto seus fins. Essas mudanças serão de mão dupla, tanto com ideias babilônicas sendo importadas para a astronomia grega, quanto o contrário.

2.2.2.1 As conquistas de Alexandre e a astronomia helenística

As conquistas de Alexandre, no final do século IV a. C. são um evento ímpar na história da humanidade⁴⁵. Pela primeira vez, boa parte do mundo conhecido é governada por um único rei que, diferentemente dos reis aquemênidas do grande Império Persa, inicia um processo grandioso de unificação das regiões conquistadas, através da sua helenização. Especula-se que Alexandre tinha em mente a criação de um grande império universal, e ele mesmo declarava-se um sucessor dos grandes reis da Pérsia, acabando assim, ao menos em teoria, com uma distinção rígida entre gregos e bárbaros. A política de governo de Alexandre incluía a fundação de novas cidades nos territórios conquistados, que proporcionavam terras para os soldados veteranos, bem como postos de guarda contra invasões estrangeiras nesses territórios. Nessas cidades, governadas por uma elite falante de grego, foram estabelecidos ginásios, teatros, ágoras e templos baseados no modelo das *polis* gregas – sem democracia, contudo. Ainda que vários aspectos das regiões conquistadas, incluindo o sistema tributário, fossem praticamente os mesmos que existiam

⁴⁵ Boas introduções para a história política e social do período helenístico podem ser encontradas em Petit (1968), Momigliano (1978), Capra et al. (2007), e Thonemann (2016).

sob os antigos senhores, os aquemênidas, a cultura e a língua grega passam a gozar de um sempre maior prestígio e difusão.

Com a morte de Alexandre, o império é dividido entre seus generais. Apesar das guerras contínuas entre eles, mantém-se o padrão da fundação de cidades como forma de dominação do território – política essa levada a cabo especialmente no Reino Selêucida e no Egito ptolomaico. Essas cidades eram vistas como bastiões da cultura grega, e nelas os reis despendiam enormes quantidades de dinheiro para que fossem esplendorosas e assim mostrassem seu poderio. Entre essas cidades, podemos destacar Alexandria, no Egito, uma das várias cidades fundadas por Alexandre e que levavam seu nome. Sob a dinastia ptolomaica, Alexandria tornou-se o centro intelectual do período helenístico, suplantando Atenas.

Um poeta do século III a. C., Herondas de Cós, assim descrevia Alexandria em 270 a. C.: “suponho que tudo que existe possa ser ali encontrado: afluência, facilidades atléticas, poder militar, um bom clima”, acrescentando que a vista da cidade incluía filósofos e o famoso Museu, naquilo que é a primeira referência literária a essa instituição (LUCE, 1988, p. 23). Alexandria é apresentada como a cidade que une em si tanto o velho – as instituições, a religião e os festivais atléticos da cultura grega – quanto o novo – a abertura de horizontes advindos da dominação grega e os novos desenvolvimentos derivados do patronato dos reis Ptolomeus.

O patronato real em Alexandria não era uma novidade. Outras cidades e outros reis anteriores já haviam patrocinado o trabalho de poetas, e um antecedente importante nesse sentido é a relação entre Filipe II, pai de Alexandre, e Aristóteles, tutor desse último. Os macedônicos eram vistos com certo desprezo pelos gregos das outras regiões helênicas, e Filipe se propôs a oferecer a seu filho uma sólida educação grega. Segundo o historiador John Luce, essa ligação entre Aristóteles e a família real macedônica ajuda a explicar a influência predominante das ideias peripatéticas no Museu (LUCE, *ibidem*, p. 24). A originalidade do patronato ptolomaico é que os reis passam a investir pela primeira vez numa instituição pluralística em que vários tipos de estudos eram realizados, da astronomia à crítica literária.

Um dos intuítos da criação do Museu de Alexandria foi o de apresentar os Ptolomeus como reis amantes do saber (FOX, 2005, p. 261). Sob a influência de um seguidor de Aristóteles, Demétrio de Faleros, foi criada uma grande biblioteca anexa ao Museu, na qual se pretendia que estivessem contidos todos os escritos do mundo. Supõe-se

que a biblioteca chegou a contar com mais de 500.000 volumes (*ibidem*, p. 259). Logo outras cidades de outros reinos começaram a emular essa prática: os selêucidas criaram uma grande biblioteca em Antioquia e os atálidas outra em Pérgamo⁴⁶. A criação de bibliotecas deriva do método utilizado por Aristóteles de fazer um levantamento de todas as opiniões anteriores sobre determinado tema, para em seguida apresentar as suas próprias, o que exige material de consulta. E, além disso, as bibliotecas eram instrumentos de poder:

Com as armas dos macedônios, os gregos tornaram-se em poucos anos a casta dominante no mundo conhecido inteiro. [...] Os gregos não aprenderam as línguas dos seus novos súditos mas compreenderam que para dominá-los era preciso entendê-los, e que para entendê-los era preciso fazer traduzir e recolher seus livros. Assim nascem bibliotecas régias em todas as capitais helenísticas: não apenas como fatores de prestígio, mas como instrumentos de domínio (CANFORA, 1990, p. 33).

Os reis Ptolomeus atraíam os estudiosos através do pagamento de um salário, alimentação e do acesso à grande biblioteca. Poetas, médicos, astrônomos e geômetras passaram por Alexandria. Como havia a competição com outros reis por estudiosos, os Ptolomeus tendiam a convidá-los de regiões em que eram politicamente dominantes. Além de Atenas, palco da competição de todos os reis pós-alexandrinos, podemos apontar três cidades que mais forneceram estudiosos para Alexandria: Cós, Cirene e Samos (LUCE, 1988, 25-26).

Cós, terra do famoso Hipócrates, é célebre pela sua escola de medicina. Através de Praxágoras, professor de Herófilo, essa tradição médica foi levada para Alexandria. A nova escola de medicina foi responsável por avanços importantes em anatomia, com a dissecação de cadáveres, um procedimento tão raro na Antiguidade que nem mesmo Galeno o utilizou, e, especula-se, com a vivissecção de prisioneiros – sendo que autores como Lloyd (1973, p. 75-7) ponderam que, se por um lado as fontes que afirmam a ocorrência de vivissecções em seres humanos não são totalmente confiáveis, por outro, a situação jurídica e institucional da sociedade alexandrina permitiria que tais procedimentos ocorressem.

Já Cirene não tinha até então nenhuma tradição poética, filosófica ou médica, mas dela vieram dois dos principais estudiosos de Alexandria, Calímaco e Eratóstenes.

⁴⁶ O nome *pergamino* vem do material, a pele de cabra, utilizada para copiar os livros em Pérgamo, como alternativa ao papiro egípcio.

Calímaco foi um dos grandes poetas da época helenística, e sua produção em Alexandria foi imensa, chegando, segundo algumas fontes, a 800 volumes (PARSONS, 2012, p. 266). Um de seus alunos, Eratóstenes, o beta (assim chamado em relação a Arquimedes, o alfa, outro que passou algum tempo em Alexandria), foi um dos grandes polímatas da Antiguidade, escrevendo obras sobre matemática, geografia, astronomia, crítica literária, gramática etc. Eratóstenes é famoso pelo seu cálculo da circunferência da Terra.

Samos era uma cidade famosa na Antiguidade pela sua longa tradição filosófica e literária, berço de Pitágoras, e também pela presença de notáveis escultores e engenheiros. Ali também nasceu um dos maiores nomes da astronomia antiga, Aristarco, que parece ter sido ativo em Alexandria quando da anexação da ilha de Samos pelo Egito em 280 a. C.

Alexandria é, assim, um dos nós principais de uma rede de cientistas, literatos e médicos que passa a cobrir um espaço maior do que em qualquer época anterior. A política de fundação de cidades tornou possível um maior intercâmbio cultural e artístico. No campo da ciência, especificamente, a nova conjuntura sociopolítica permitiu a cooperação entre os cientistas, que, ainda que existente anteriormente, tornou-se muito mais intensa. A astronomia é um dos campos que mais se beneficiou desses novos tempos: novos métodos, novos ideais científicos com a valorização da predição (e não apenas da explicação), e novos modelos do Universo. Podemos ver um exemplo desse novo movimento científico no trabalho de Selêuco de Selêucia (também chamado de Selêuco da Babilônia).

2.2.2.2 Astronomia helenística: o caso de Selêuco de Selêucia

Pouco se sabe sobre a vida de Selêuco, além de que nasceu em Selêucia do Tigre, uma das cidades fundadas no período helenístico, que floresceu na metade do século II a. C., que estudou com astrônomos e astrólogos babilônios, que adotou o modelo heliocêntrico de Aristarco, e que, como argumento para sua adoção, propôs uma teoria das marés. Selêuco pode ser considerado um caso de astrônomo que não abandona a reflexão sobre matérias filosóficas e físicas, mas antes a utiliza para fortalecer suas ideias astronômicas – o que depõe contra a concepção da divisão das tradições astronômica e filosófica na Antiguidade.

Como vimos, uma das razões para o abandono da hipótese heliocêntrica de Aristarco foi o seu desacordo com a física aristotélica. Porém, ainda que essa concepção

física tenha permanecido até o fim da Idade Média, já na Antiguidade os estudos de hidrostática de Arquimedes contradiziam a ideia da leveza como uma propriedade oposta ao peso, defendida por Aristóteles. Arquimedes, em seu *Sobre os corpos flutuantes*, chegara à conclusão de que a hipótese segundo a qual o centro da Terra é o centro da gravidade, junto com outras hipóteses sobre o comportamento dos fluidos, implicava no formato esférico dos oceanos, ao menos em repouso (ARQUIMEDES, 1974, p. 526). Assim, o formato esférico da Terra seria explicado pela sua gravidade. O historiador Lucio Russo (1997, p. 272-8) conjectura que o próprio Arquimedes teria dado o passo seguinte: aplicar o mesmo princípio ao Sol e à Lua, e explicar suas formas esféricas através de uma força dirigida aos seus próprios centros, e não ao centro da Terra, que não seria mais, por isso mesmo, o centro físico do Universo. Seja por Arquimedes ou por outro, esse passo foi dado, e Plutarco (2017, p. 1791 [*Sobre a face que aparece na Lua*, 924e] escreve que “como o Sol atrai para si as partes em que consiste, assim também a Terra”. Sabemos também que a mesma forma esférica da Terra foi atribuída aos demais astros celestes.

Nesse cenário conceitual, o quadro aristotélico já está completamente invertido: não mais uma estrutura hierárquica com um centro de gravidade único, mas vários que dão conta de diversos mundos substancialmente iguais entre si. Cai assim, notemos *en passant*, uma das objeções ao universo infinito. Séculos mais tarde, a relação entre a pluralidade dos mundos, a abolição da esfera das estrelas fixas e o heliocentrismo seria um dos eixos da filosofia de Giordano Bruno.

A questão que se coloca nesse cenário é a da relação entre esses diversos centros de gravidade: ou cada corpo celeste atrai apenas os corpos do próprio “mundo”, ou atrai e é atraído por outros corpos celestes. A primeira opção parece ter sido a mais comum na Antiguidade, e quando se considerava a existência de vários centros de gravidade, em geral esses eram tratados como independentes entre si. No entanto, alguns estudiosos, como Eratóstenes, teriam proposto uma espécie de “interação gravitacional”, ao menos para a Terra e a Lua (RUSSO, 1997, p. 275).

Eratóstenes discordava das conclusões de Arquimedes acerca do formato esférico dos oceanos. Como a demonstração arquimediana era válida, cabia a Eratóstenes mudar as premissas do argumento, e é isso o que ele faz. Estrabão afirma que Eratóstenes, a partir, provavelmente, do testemunho do explorador Píteas (AUJAC, 1966, p. 285) explicava as marés através da influência da Lua, o que nos autoriza a pensar que Eratóstenes considerava que o argumento de Arquimedes deveria levar esse dado em conta. A

interação entre Arquimedes e Eratóstenes aponta para a existência de uma “ciência das marés” em que considerações matemáticas e filosófico-cosmológicas andam lado a lado. Segundo Estrabão, a hipótese de Eratóstenes era que

[A *maré alta*] começa por volta do nascer da Lua e por volta do seu ocaso, e para quando a Lua atinge um dos meridianos, isto é, o meridiano sobre a Terra ou aquele abaixo da Terra; por outro lado, a *maré baixa* [...] começa quando a Lua passa por um ou outro [...] e para quando ela atinge os pontos do seu nascimento ou ocaso (ESTRABÃO, 1991, p. 350-1 [*Geografia* I, III, 11]).

Vivendo um século depois de Eratóstenes, Selêuco propõe outra explicação para as marés, incluindo não apenas a interação entre a Terra e a Lua, mas também aquela entre a Terra e o Sol. João de Damasco, um monge sírio do século VIII d. C., escreve que Selêuco propunha uma explicação semelhante à de Eratóstenes:

Selêuco, o matemático [...], que fez se mover a Terra, disse que a revolução da Lua em torno da Terra produz uma reação sobre a rotação da Terra, que o ar que se encontra entre esses dois corpos retorna de cima para baixo, que ele se precipita então sobre o mar Atlântico, e que, por essa razão, o mar toma parte nessa perturbação do ar (JOÃO DE DAMASCO *apud* DUHEM, 1913, p. 424).

Estudando as marés do mar que provavelmente é o mar da Arábia de hoje, Selêuco pode notar não só um ciclo diário e mensal nas marés, mas igualmente um ciclo anual, no qual as diferenças entre as marés consecutivas é máxima em épocas próximas aos solstícios e mínima nos equinócios:

Selêuco refere a irregularidade ou a regularidade desses fenômenos [*as marés*] às variações dos signos do zodíaco: pois, quando a Lua está nos signos equinociais, as marés se regularizam, e quando a Lua está nos signos solsticiais se observa uma irregularidade tanto na extensão quanto na rapidez [*da elevação ou abaixamento da água do mar*], e nos demais signos essa influência depende da maior ou menor proximidade do equinócio ou do solstício (ESTRABÃO, 1992, p. 129-30 [*Geografia* III, V, 9]).

Selêuco era considerado um matemático e uma autoridade em marés, e supõe-se que tenha dado uma explicação para a existência desse ciclo baseada na teoria heliocêntrica de Aristarco. De fato, a adoção, por parte de Selêuco, da teoria de Aristarco é atestada por Plutarco (2017, p. 1947 [*Questões platônicas*, 1006c]):

Timeu pensava talvez que a Terra se movesse assim como o Sol, a Lua, e os cinco planetas, que chamava instrumentos do tempo pelos seus movimentos, e que ela, “envolta no eixo que se estende pelo Universo”, não tivesse sido projetada estável e fixa, mas em vez disso sujeita a voltas e giros, como indicaram em seguida Aristarco e Selêuco, o primeiro apenas por hipótese, o segundo também afirmando positivamente?⁴⁷

Selêuco propunha que as marés seriam explicadas através da rotação e da translação da Terra e de suas interações com a Lua e o Sol. Ao fazê-lo, apresentava uma prova física para uma concepção astronômica, a do movimento da Terra. É interessante notarmos que Selêuco deveria ser considerado um caso de exceção na historiografia que divide de modo absoluto a astronomia grega em duas tradições, pois ao mesmo tempo em que atua no “lado geométrico”, adotando a hipótese de Aristarco, também atua naquele “filosófico-cosmológico”.

Outra objeção contra o heliocentrismo era a ausência de paralaxe perceptível (que, de fato, só foi detectada no século XIX). Para responder a ela, Selêuco teria adotado a concepção de um universo infinito, e a defendido utilizando o argumento de Árquitas de Tarento: se o cosmos tem uma fronteira, o que aconteceria se alguém colocasse um braço fora dele?

O caso de Selêuco exemplifica o tipo de interação científica que se tornou possível na época helenística com a criação de uma rede de cientistas com centro em Alexandria. Selêuco, educado na tradição mesopotâmica de astronomia, poderia participar ativamente da pesquisa utilizando conceitos e modelos vindos de cidades gregas. Essa cooperação não se deu, entretanto, num vácuo: pelo contrário, as várias cidades helenísticas, e principalmente Alexandria, contavam com apoio real em forma de bibliotecas, pagamentos e institutos de pesquisa como o Museu, além de procurarem atrair os melhores cientistas, literatos e médicos para atuarem, muitas vezes, como professores. Essa interação entre culturas e tradições marcou e mudou a astronomia grega: a partir dela, Hiparco poderia aproveitar as ideias e observações astronômicas babilônicas na segunda metade do século II a. C. É com ele que começa aquilo que chamei de “terceira fase” da relação entre astronomia e filosofia.

⁴⁷ Neste passo das suas *Questões platônicas*, Plutarco se pergunta se era possível interpretar a passagem do *Timeu* [40b8-c2] como uma indicação de que Platão defendia o movimento da Terra; tal possibilidade é negada logo em seguida.

2.2.3 A terceira fase da relação entre filosofia e astronomia: o caso de Hiparco de Niceia

Hiparco (c. 190 a. C – c. 120 a. C.) pode ser considerado aquele que inaugura a terceira fase da relação entre filosofia e astronomia. O astrônomo produz suas obras dentro do novo panorama helenístico, e a confluência de saberes e práticas advindos de vários pontos do território agora sob domínio macedônico lhe permite criar um novo tipo de astronomia, que une, de certa forma, as tradições grega e babilônica. Essa terceira fase nasce, justamente, dessa nova astronomia e de suas novas capacidades e sucessos empíricos. Nesta seção, indicarei, primeiro, como Hiparco une as duas tradições, a babilônica e a grega, numa nova prática. Em seguida, apresento a hipótese, lançada pelo historiador da ciência Lucio Russo, de que Hiparco teria proposto não apenas uma nova astronomia, mas também uma nova física. Essa hipótese depõe a favor da plausibilidade da tese de Drake que vimos acima, segundo a qual a distinção feita por Gêmino se dá no contexto de uma tentativa de demarcar territórios e se chegar a uma solução de compromisso em que a astronomia não invalide a filosofia. Aceitemos ou não a hipótese de Russo, é a nova astronomia iniciada por Hiparco que permite a Ptolomeu a criação de uma filosofia em que a astronomia assume um papel fundamental.

2.2.3.1 Hiparco e a astronomia babilônica

Por muito tempo, a historiografia da filosofia e das ciências falou sobre um suposto “milagre grego”, em que tanto uma quanto as outras teriam surgido como uma ruptura abrupta com um passado baseado em crenças míticas e irracionais. Essa ideia origina-se no romantismo europeu, com autores como Goethe, que viam nos gregos a própria personificação da harmonia e da beleza (CHAUI, 2006, p. 25), e pode ser interpretada como uma instância da distinção ontológica e epistemológica entre “ocidentais” e “orientais” da qual fala Said, e que vimos ser uma das implicações de uma certa leitura anacrônica da história da ciência. Nessa leitura, a Grécia antiga seria o lugar privilegiado da razão, berço único das ideias que definiriam, até hoje, o que é ser “racional”, “científico” – ou se preferirmos, “ocidental”. A tríade “bom, belo e justo” poderia ser considerada a epítome de toda a produção grega, das artes à filosofia. Além disso, segundo

essa corrente, tanto a filosofia quanto a ciência grega não teriam ligações com os conhecimentos gerados em outras culturas.

Segundo essa concepção, as outras culturas e línguas contemporâneas à cultura e língua grega seriam fonte de misticismo, pseudociência e tirania. Essa ideia ainda é forte hoje, quando se fala de valores ocidentais em oposição aos valores orientais. Notam-se os efeitos dessa ideia também nos estudos acadêmicos em filosofia e história da ciência, em que os desenvolvimentos gregos são considerados o limiar do fazer científico e o foco único do fazer filosófico. Obviamente, não pretendo negar a especificidade e o valor das produções gregas em ciência e filosofia, mas apenas indicar que um entendimento dessas em abstração dos vínculos com o passado e com outros povos é, no mínimo, empobrecedor para uma compreensão mais completa das causas dessas produções.

Um dos casos em que essa ideia do “milagre grego” costuma aparecer é aquele da astronomia antiga. Para manter a primazia dos gregos, tende-se a se fazer brevíssima menção às influências importantes para os astrônomos do período helenístico, e a astronomia babilônica, por exemplo, é indicada apenas como fonte de dados observacionais para esses cientistas. Como nota Francesca Rochberg (2002, p. 673), essa visão tradicional faz com que a astronomia babilônica seja encarada como não científica ou pré-científica, de modo que seus avanços deveriam aguardar as contribuições gregas para que finalmente se metamorfoseassem em ciência *tout court*. Tal concepção é fortalecida por boa parte da filosofia da ciência do século XX (principalmente a corrente neopositivista), em que as teorias são consideradas como o produto mais elevado da atividade científica. Nesse sentido, o tipo de conhecimento astronômico produzido pelos babilônios careceria, já de partida, do objetivo “correto” do verdadeiro cientista: produzir uma teoria. Mesmo um autor de fora da corrente neopositivista, o filósofo Paul Feyerabend afirma que

As ciências, e especialmente as ciências naturais e a matemática parecem ser temas [*subjects*] teóricos por excelência. Elas surgem quando as tradições teóricas gregas substituem aquelas empíricas dos babilônios e gregos (FEYERABEND, 1981, p. 11)⁴⁸.

⁴⁸ A continuação da citação contém a crítica de Feyerabend às tentativas de se impor uma determinada noção de racionalidade na história da ciência:

O interessante, porém, é que, após os primeiros passos abstratos, esses temas [*subjects*] se tornaram tradições empíricas (históricas) por conta própria. Noções abstratas e procedimentos eram usados apenas de forma intuitiva, que frequentemente divergia das suas definições abstratas. Isso foi

Outro problema relacionado à apreciação histórica e filosófica da astronomia babilônica é o da origem religiosa de seus conhecimentos. Aqui, aponto apenas para o fato de que a história da ciência é repleta de exemplos, e é desnecessário mencioná-los, em que ciência e religião, encarados como domínios diversos a partir de um ponto de vista contemporâneo, estão estreitamente imbricados.

Há que se notar, entretanto, que se a abordagem do milagre grego aparece em historiadores da astronomia como John Dreyer, há também outros como Giovanni Schiaparelli e Otto Neugebauer que se debruçaram sobre aspectos ditos “irracionais” da ciência grega, como a astrologia, e sobre os conhecimentos produzidos em outros povos, sobretudo na Babilônia. Nos últimos anos, o número de publicações de tabletes astronômicos babilônicos e de papiros do Egito romano tem aumentado, e têm surgido mesmo alguns estudos que analisam a astronomia babilônica a partir do ponto de vista da filosofia da ciência como o *The Babylonian Theory of the Planets*, de Noel Swerdlow (1998).

Talvez o problema da influência da astronomia babilônica sobre a grega seja um dos campos mais férteis para a relativização do mito de um milagre grego e para a compreensão de alguns pontos metodológicos da astronomia helenística tal como praticada por Ptolomeu, por exemplo. Cabem, então, algumas considerações sobre as influências sofridas pela astronomia de tradição grega, especificamente aquela dos métodos babilônios sobre o trabalho de Hiparco de Niceia.

Hiparco é famoso pelo desenvolvimento de uma teoria do movimento do Sol. O astrônomo grego desenvolveu sua teoria solar a partir de um fato básico: a diferença de duração das estações, já conhecida por babilônios e gregos havia alguns séculos, provavelmente. As estações podem ser definidas através da duração variável do dia e da noite (NEUGEBAUER, 1983, p. 246). Assim, o inverno é a estação que começa quando o dia é o mais curto do ano, e o verão é aquela que se inicia quando a noite é a menor (respectivamente, no solstício de inverno e no de verão). As outras duas estações intermediárias iniciam-se quando dia e noite são iguais (isto é, nos equinócios de outono e de primavera). Uma forma de entender a variação da duração dos dias e das noites é marcar as posições do Sol durante o ano contra o fundo das estrelas. Assim, se chegará à conclusão de que a cada estação o astro se encontra em uma constelação diferente,

entendido apenas muito recentemente, depois do colapso de todas as tentativas de dar um relato “racional” da mudança científica (FEYERABEND, 1981, p. 11-2).

movendo-se através da eclíptica. Cada um dos pontos de localização do Sol em que os dias e noites têm duração igual ou diferença máxima podem ser marcados, e daí surgem os pontos dos equinócios e solstícios. Se o Sol se movesse à mesma velocidade angular por toda sua órbita, a duração das estações deveria ser a mesma, o que não ocorre.

Para explicar esse fato, Hiparco cria sua teoria solar a partir da intuição básica dos babilônios presentes em seus sistemas A e B: a velocidade solar é desigual através da eclíptica. No entanto, pertencendo à tradição grega, Hiparco pretende utilizar círculos para descrever o movimento dos planetas e das estrelas. Para representar o Sol com velocidade desigual através da eclíptica, Hiparco cria um modelo geométrico em que o círculo no qual se move o astro não está centralizado na Terra: esse é o expediente geométrico utilizado na astronomia antiga, comumente chamado de excêntrico. Com a órbita do Sol descentralizada em relação à Terra, o Sol demoraria tempos diferentes para cobrir partes de seu percurso, causando assim a diferença na duração das estações. Dessa forma, Hiparco foi capaz de explicar a diferença das estações mantendo o princípio grego de utilizar círculos para representar o movimento dos astros. Sua teoria solar será utilizada posteriormente por Ptolomeu como a base lógica na criação do seu sistema astronômico.

Outra descoberta de Hiparco é a da precessão dos equinócios. Novamente, se definirmos o começo de uma estação, o outono, digamos, no ponto do caminho anual do Sol em que dia e noite são iguais, e chamarmos esse ponto de equinócio de outono, ou outonal, poderíamos pensar que uma forma alternativa de definir esse ponto é o de verificar em que constelação, e em que altura dessa constelação, se localiza o Sol. Assim, em vez de atentar para a duração dos dias e noites, diríamos que quando o Sol se localiza em uma ou outra constelação inicia-se uma ou outra estação. No entanto, isso não pode ser assim. Se em uma determinada data o equinócio outonal ocorre quando o Sol está, por exemplo, no começo da constelação de Áries, após cerca de dois mil anos esse equinócio – o ponto em que dia e noite são iguais – estará localizado no começo da constelação de Peixes. Isso ocorre porque as estrelas fixas apresentam um movimento no sentido leste de cerca de 1° a cada 72 anos: a precessão dos equinócios.

Hiparco descobriu esse fenômeno provavelmente devido ao aparecimento de uma *nova stella*, uma estrela nova – provavelmente uma supernova – que ele pôde perceber nos céus. Isso teria motivado a sua compilação de um catálogo de estrelas (EVANS, 1998, p. 247). Quando Hiparco comparou suas próprias observações das estrelas com aquelas de astrônomos gregos anteriores, como Timocaris e Aristilos, e de registros babilônicos,

percebeu que os dados não concordavam entre si. A estrela *Spica*, da constelação de Virgem, foi provavelmente a que serviu de base para a descoberta de Hiparco. Ele notou que, segundo suas observações, *Spica* se encontrava a 6° a oeste do equinócio de outono, enquanto os dados anteriores apontavam que ela se encontrava a 8° a oeste. O próprio Timocaris, que trabalhou provavelmente em Alexandria no início do século III a. C., é considerado o pai do registro sistemático entre os gregos, e ainda que pouco se saiba sobre ele, pode-se conjecturar que iniciou tal prática pela influência dos babilônios.

Entre as observações de Timocaris e Hiparco se passaram cerca de 150 anos, o que daria uma taxa de precessão de 1° a cada 75 anos, sendo que hoje se calcula essa taxa em 1° a cada 72 anos. O próprio Hiparco teria afirmado que essa taxa não era menor do que “um centésimo de grau por ano” (EVANS, 1998, p. 259), o que pode ser considerado como uma taxa que o astrônomo entendeu como limite mínimo.

Para medir a taxa de precessão, Hiparco teve que calcular a posição da estrela *Spica* na eclíptica, isto é, sua longitude, e isso era feito a partir de um método que somava a longitude do Sol com a distância entre a estrela e a Lua eclipsada. Alexander Jones (1991, p. 447) aponta que a longitude do Sol que Hiparco utilizava não vinha de cálculos trigonométricos baseados em sua teoria solar, mas no sistema A dos babilônios, em que, como vimos, a eclíptica era dividida em duas zonas de velocidades diferentes.

O uso de dados e de métodos de cálculo babilônicos por parte de Hiparco assume importância maior se levarmos em consideração que o astrônomo grego não criou um sistema dedutivo como Ptolomeu. Pelos títulos das obras de Hiparco, suas obras foram escritas para resolver problemas pontuais, e a teoria solar, que é a base do sistema ptolomaico, parece ser a última desenvolvida por Hiparco. Seus cálculos baseavam-se nos métodos babilônicos porque esses lhe pareciam suficientemente confiáveis, e a adaptação e reinterpretação desses métodos dentro da astronomia grega será um processo que culminará na obra de Ptolomeu. Com Hiparco, a astronomia grega torna-se mais atenta aos dados observacionais e passa a se preocupar também com a capacidade preditiva dos modelos. Se isso, por um lado, parece afastar de vez a astronomia da filosofia, com os praticantes da primeira criando modelos matemáticos preditivos capazes de “salvar os fenômenos”, enquanto os praticantes da segunda poderiam especular sobre o que estaria além dos fenômenos, por outro, pode indicar o surgimento de uma nova relação entre astrônomos e filósofos, em que a astronomia (e a matemática) terá algo a dizer em domínios que poderiam ser considerados estritamente filosóficos. Hiparco, nesse sentido, é

o astrônomo que inaugura aquela que chamei de uma terceira fase da relação entre astronomia e filosofia, e que culminará na obra de Ptolomeu.

Casos como o de Hiparco ajudam a entender, em primeiro lugar, a complexidade das relações entre a ciência e a filosofia grega e a de outros povos. A ciência grega não nasce sem antecedentes, sem influências, sem idas e vindas, da mesma forma que a ciência moderna não nasce da mente de uns poucos gênios isolados do mundo. Em segundo lugar, casos assim podem servir como modelo de um estudo mais amplo sobre a adaptação e reinterpretção de conceitos científicos entre culturas e línguas diferentes, em especial para os povos antigos. Entre os problemas desse campo estariam o da seleção dos avanços que são transmitidos e a maneira pela qual eles são reintroduzidos dentro de outros contextos científicos.

2.2.3.2 Uma revolução científica na Antiguidade?⁴⁹

Casos como o de Hiparco suscitam novas interpretações, como a do italiano Lucio Russo. Como um exemplo do uso do paradigma indiciário da micro-história na história da ciência, apresento a seguir algumas ideias de Russo em que ele reconstrói, a partir de várias pistas textuais, uma suposta física de Hiparco. Essas considerações vão de encontro à tese de uma separação entre filosofia e física, de um lado, e astronomia, de outro.

Em seu *A revolução esquecida [La rivoluzione dimenticata]*, publicado em 1997, Russo defende a tese de que haveria ocorrido uma revolução na ciência durante o período helenístico, em que teriam nascido diversas ideias e conceitos que só seriam retomados no início da Modernidade. Um dos estudos contidos nesse livro trata de uma suposta física e astronomia de Hiparco, que segundo o autor teria esposado uma física diversa daquela aristotélica, uma concepção heliocêntrica do Universo, e desenvolvido, contrário ao testemunho de Ptolomeu, uma teoria matemática dos planetas (RUSSO, 1997, p. 259-84). A base dessas ideias está num artigo chamado *The astronomy of Hipparchus and his time*, publicado em 1994, em que Russo procura “reconstruir algumas das ideias astronômicas de Hiparco e seus contemporâneos” (RUSSO, 1994, p. 207).

Ainda que o autor não explicita suas filiações historiográficas, pode-se notar que ele utiliza um método filológico que agrega elementos dos dois paradigmas que descrevi

⁴⁹ Uma versão desta seção foi publicada em Faria (2018).

no capítulo 1, o nominativo e o indiciário. Russo procura analisar fontes não científicas, em geral desprezadas pelos historiadores da ciência, que lhe dão pistas sobre aquilo que teria sido uma teoria científica abrangente, para então tentar reconstruí-la; da mesma forma, utiliza o paradigma nominativo para buscar as ocorrências do nome próprio (Hiparco, no caso) que lhe permitam testar sua hipótese. Como não poderia deixar de ser, o resultado é bastante conjectural e um tanto quanto surpreendente, em vista da literatura tradicional sobre o assunto. Voltaremos à apreciação crítica depois; por ora, desejo mostrar de maneira esquemática alguns passos do artigo para vermos o método em ação.

Russo nota a controvérsia acerca do valor relativo das astronomias helenísticas pré-ptolomaicas, particularmente a de Hiparco, e a de Ptolomeu: enquanto os historiadores do século XIX mantinham que a primeira era metodologicamente superior, seus colegas do século XX tendiam a sustentar que a astronomia ptolomaica tornara sua antecessora helenística obsoleta (RUSSO, 1994, p. 208). Dado o exíguo conhecimento que se tem dessa astronomia que se desenvolve de Aristarco a Hiparco, o autor revisa as diversas fontes que poderiam permitir a reconstrução dela; as fontes se encaixam em quatro categorias: (i) trabalhos remanescentes de cientistas do período helenístico, (ii) fontes datadas do período entre Hiparco e Ptolomeu, (iii) fontes posteriores ao *Almagesto*, e (iv) o próprio *Almagesto*.

Na primeira categoria, são pouquíssimas as fontes, como o texto de Aristarco sobre *Os tamanhos e as distâncias do Sol e da Lua* (HEATH, 1913) e o comentário de Hiparco ao poema de Arato. A segunda categoria é composta preponderantemente por textos literários e enciclopédicos que tratam de argumentos científicos *en passant*, além de algumas referências em tratados técnicos do período imperial. Já a terceira categoria é praticamente inútil para o estudo em questão, pelo fato de os textos posteriores ao *Almagesto* se basearem exclusivamente nele; por fim, o mesmo *Almagesto* é a quarta fonte, na qual se apoia boa parte da visão moderna sobre a astronomia helenística (RUSSO, 1994, p. 208-10).

O ponto-chave do texto de Russo é sua suposição de que Ptolomeu não conhecia todos os trabalhos de Hiparco, assim não podendo ser tomado como a melhor nem a única fonte para o entendimento de sua astronomia. Russo oferece duas pistas para isso: primeiro, o fato de que Ptolomeu não identifica explicitamente os livros de Hiparco que teriam chegado até ele com aqueles contidos em uma lista, mencionada pelo próprio Ptolomeu e feita por Hiparco, que continha o nome e um resumo de todas as suas obras.

Segundo, o fato de que Ptolomeu parece não conhecer certos instrumentos descritos por autores anteriores e presumivelmente conhecidos por Hiparco, como a dioptra de Heron; isso sugeriria, segundo Russo (*ibidem*, p. 212), que Heron dispunha de certos textos de Hiparco que Ptolomeu desconhecia. Uma explicação para esses fatos pode ter sido a interrupção das atividades de ensino em Alexandria por volta de 145-144 a. C., quando da perseguição do rei Ptolomeu VIII Evérgeta II.

Tendo aceitado a hipótese de que Ptolomeu, por desconhecer algumas obras de Hiparco, não pode ser considerado a única nem a melhor fonte para o conhecimento da ciência helenística, Russo propõe que se leve em consideração a segunda das categorias de fontes mencionadas, aquela dos escritos literários e enciclopédicos. O problema que se põe, então, é o da confiabilidade dessas fontes, já que os autores em geral não tinham muita competência científica. Russo afirma que isso não é necessariamente um problema, se considerarmos as três formas pela qual esses autores poderiam modificar suas fontes: ou acrescentando conceitos arbitrários, que poderiam ser facilmente reconhecíveis; ou alterando as ideias teóricas por má compreensão, caso em que se pode recorrer, quando possível, a duas ou mais fontes, que dificilmente apresentariam o mesmo mal-entendido; ou omitindo passos, situação que pode ser remediada através de conjecturas nos pontos faltantes (RUSSO, *ibidem*, p. 213-4).

O primeiro texto ao qual Russo se volta é um longo passo do livro de Plutarco *Sobre a face que aparece na Lua*. Após citar um trecho desse texto, Russo foca-se numa passagem em que Plutarco diz que “o movimento segundo a natureza guia cada coisa, se dele não é desviado por outra coisa” (PLUTARCO *apud* RUSSO, 1994, 214). Em Aristóteles, o movimento “segundo a natureza” depende da natureza do corpo: para os corpos pesados, é aquele para baixo, em direção ao centro da Terra; para os leves, em direção ao alto; e para os corpos celestes, é o movimento circular. No caso de Plutarco, após dar o exemplo da funda para explicar como a pedra é desviada do movimento natural por causa do movimento circular, há uma identificação desse movimento com o da Lua. Isso sugere, então, que a fonte de Plutarco considerava que tanto a funda quanto a Lua tinham movimentos naturais, entre os quais não estava o movimento circular. Russo (*ibidem*, p. 215) enfatiza a novidade dessa concepção, já que se crê que toda a Antiguidade aceite o movimento uniforme circular como o próprio dos corpos celestes.

O texto de Plutarco menciona um “impulso para o centro” [*epi to meson phora*] como um dos paradoxos dos filósofos. Esse impulso⁵⁰, responsável pela aceleração, faria com que, por exemplo, uma corrente de água, dirigida com velocidade ao centro da Terra, girasse em movimento uniforme ao redor desse ponto (RUSSO, 1994, p. 216), num movimento semelhante ao da Lua ao redor da Terra. Ora, se o movimento circular não é natural (seja no caso da corrente de água ao redor do centro da Terra, seja no caso da funda, seja no caso da Lua), então natural é apenas o movimento que ocorre sem a ação desse “impulso” que causa a aceleração, ou seja, um movimento retilíneo uniforme. Russo (*ibidem*, p. 217) supõe assim “a fonte de Plutarco deve ter esposado uma dinâmica baseada na lei da inércia”.

Russo supõe também que a fonte de Plutarco seja Hiparco (*ibidem*, p. 219). Isso porque em todo o passo que considera, o personagem que desvaloriza a ciência cita como adversário o próprio Hiparco. Pistas para essa suposição são dadas, segundo Russo, pelas circunstâncias de que Plutarco menciona dados numéricos das tabelas lunares de Hiparco, bem como a possibilidade de se medir a paralaxe lunar – uma medição que, segundo Ptolomeu (1984, p. 227 [*Almagesto*, V, 5, H369]), teria sido feita por Hiparco. A datação dessa suposta teoria para a época de Hiparco é apoiada pelo fato de que tratados de balística anteriores à época do astrônomo (como, por exemplo, o tratado de Filo de Bizâncio, do final do século III a. C.) não mencionam de modo algum algo semelhante à mencionada lei da inércia, bem como essa não aparece em estudiosos alexandrinos pós-145 a. C., o que poderia sugerir que após a perseguição de Evérgeta II a teoria não teria sido assimilada. Além disso, Russo menciona o fato de que tanto em Rodes quanto em Alexandria havia uma forte tradição de pesquisa em balística, o que pode ter incentivado Hiparco, já interessado no estudo da Lua, a unificar a física terrestre e a lunar (RUSSO, 1994, p. 219).

Russo considera, porém, que a principal pista para essa atribuição da teoria a Hiparco é a menção que Simplício faz, num comentário ao *De caelo* de Aristóteles, a um tratado chamado “Sobre os corpos impulsionados para baixo por causa da gravidade”, que teria sido escrito justamente por Hiparco. Simplício afirma que “na consideração do peso, Hiparco contradiz Aristóteles” (SIMPLÍCIO *apud* RUSSO, 1994, p. 220), além de sugerir

⁵⁰ Russo (1994, p. 215-6) chama a atenção para o fato de que o termo grego utilizado por Plutarco é *phora*, e não *kinesis*, e que seria errôneo traduzi-lo (para o inglês, língua na qual escreveu seu artigo) por *motion*; Russo traduz *fora* por *drift*. A edição italiana dos *Moralia* de Plutarco traz a tradução de *fora* por *moto* (PLUTARCO, 2017, p. 1789).

que o astrônomo teria usado os mesmos exemplos que aparecem no passo de Plutarco de movimentos não naturais, isto é, com “impulso”.

O artigo de Russo prossegue procurando pistas das ideias físicas e astronômicas de Hiparco em trechos de Lucrécio, Vitrúvio e Sêneca, que não analisaremos aqui. Creio que o trecho de seu artigo que reportei permita algumas considerações. As duas primeiras são de ordem historiográfica, e nos permite relacionar o trabalho de Russo com as propostas da micro-história; a terceira diz respeito à relação entre astronomia e filosofia.

Em primeiro lugar, Russo chega a conclusões originais através de um exame de fontes geralmente desprezadas pelos historiadores da ciência, aplicando tanto o paradigma indiciário quanto o nominativo proposto por Ginzburg e Poni, numa variação de escalas entre o registro microscópico da análise do texto e o macroscópico da história política. Sua pesquisa pode ser considerada um exemplo de micro-história também pelo fato de deixar de lado as suposições comuns e generalizantes sobre a ciência helenística, para tentar desvendar a partir das fontes e dos vários indícios como ela teria sido em Hiparco. Por fim, o trabalho filológico e arquivístico de Russo pode ser comparado ao proposto pelo grupo dos *Quaderni Storici*.

Em segundo lugar, o artigo de Russo apresenta a mesma característica de outro famoso trabalho que aplica a micro-história na história da ciência, o já mencionado *Galileu herético*, de Redondi. Ambos trabalham com figuras famosas da história da ciência, ambos se baseiam em documentos negligenciados por outros historiadores, e ambos chegam a conclusões originais e destoantes do consenso da comunidade de pesquisadores. Aceitemos ou não as conclusões de Russo e Redondi, resta o fato de que suas pesquisas lançam novas luzes sobre diversos aspectos relacionados a personagens importantes da história da ciência (no caso de Russo, por exemplo, a questão do efeito de uma perseguição política numa tradição de pesquisa, a consideração do efeito de pesquisas balísticas sobre uma possível unificação da física etc.). Por isso mesmo, suas pesquisas são frutíferas, indicando novos rumos para investigações, mesmo que seja para contradizê-las⁵¹.

Em terceiro lugar, e por fim, Hiparco pode ser considerado o criador de uma nova forma de relação entre a astronomia e a filosofia. Como afirmei acima, as relações entre astronomia e filosofia na tradição grega antiga podem ser divididas em três fases, e

⁵¹ Esse é o espírito do *review* que Reviel Netz faz do livro de Russo: ainda que não concorde com todas as suas posições, considera que a obra está entre “um punhado de livros maravilhosamente escritos sobre a ciência antiga”, e que “a comunidade de historiadores da matemática deveria ser grata a Russo pelo seu feito” (NETZ, 2001, p. 72).

Hiparco seria o inaugurador da terceira. Hiparco passa a praticar um tipo de astronomia diferente da que era praticada até então: diferentemente dos babilônios, ele utiliza métodos geométricos baseados no círculo, e não apenas métodos aritméticos, para representar o Universo; diferentemente dos gregos, passa a dar muito mais atenção aos parâmetros numéricos dos modelos geométricos que cria, a partir do contato com uma tradição de coleta de dados observacionais, o que lhe permite, ao mesmo tempo, criar uma astronomia com uma capacidade preditiva até então desconhecida entre os gregos. Além disso, a astronomia de Hiparco não se encaixa nem no padrão platônico, por seu caráter eminentemente empírico, nem no modelo aristotélico, pela sua atenção na determinação dos parâmetros numéricos dos modelos. Se até então havia uma primazia das conclusões dos filósofos sobre as hipóteses dos astrônomos, com Hiparco a filosofia passa a se confrontar com o problema da adequação empírica dos sistemas cosmológicos. A reconstrução da física de Hiparco por Lucio Russo parece indicar algo nessa direção: os cientistas da época helenística e, posteriormente, da época imperial, empenhavam-se na criação de novas teorias físicas, e avançavam sobre o território que, na concepção que divide cosmologia e astronomia, deveria ser o do filósofo.

Hiparco cria uma nova astronomia e as bases de uma nova relação dessa com a filosofia que permitirá a Ptolomeu, cerca de trezentos anos depois, questionar certos fundamentos das filosofias platônica e aristotélica, apresentando uma concepção filosófica baseada na matemática, capaz de explicar o Universo e propor uma conduta ética para o ser humano. Essa concepção filosófica é o tema do próximo capítulo.

2.3 O período entre Hiparco e Ptolomeu

Cabem, no entanto, algumas palavras sobre as razões do salto de Hiparco para Ptolomeu, que aqui fazemos. Esse salto é pragmático, e não guiado por nenhuma necessidade interna do tema. No entanto, aponto duas razões para defender essa escolha: em primeiro lugar, o estado das pesquisas astronômicas no período entre Hiparco e Ptolomeu, e, em segundo, a própria consideração que Ptolomeu faz da astronomia desse período.

Como afirma Gerald Toomer (2007, p. 340), o período entre Hiparco e Ptolomeu “é um dos mais obscuros da astronomia grega”. Essa opinião é compartilhada por John North (2007, p. 316), que escreve que

Ainda que a sua obra [*de Ptolomeu*] constitua o ponto culminante da astronomia helenística, não conhecemos com precisão como essa disciplina tenha se desenvolvido no curso dos três séculos que separam Cláudio Ptolomeu do astrônomo ao qual este era devedor, isto é, Hiparco.

Esse desconhecimento parece ser o correlato de um declínio da astronomia entre Hiparco e Ptolomeu. A questão do declínio da prática científica numa determinada época é sempre complexa e envolve questões que vão além da própria ciência⁵² e compreendem uma miríade de condições que ajudam a determinar um efeito, sendo impossível determinar uma causa única para esse declínio⁵³. Mas entre as condições que contribuíram para o declínio da astronomia no período em questão está a transformação da educação ministrada no período helenístico e imperial, que passa a ser muito mais “literária” do que “científica”: Henri-Irénée Marrou (1965, p. 276) afirma que, talvez devido à importância renovada que a retórica passa a ter com a dominação romana no Mediterrâneo, as disciplinas “científicas” passaram a receber menos atenção. Se as ciências não deixam de ser praticadas nesse período⁵⁴, seu ensino passa a ser restrito a alguns poucos grupos intelectuais, e os círculos filosóficos que cultivavam a matemática passaram a produzir obras de introdução à matemática como uma propedêutica ao estudo da filosofia – como, por exemplo, os cinco livros de Téon de Esmirna (século II d. C.) chamado de *Os conhecimentos matemáticos úteis ao conhecimento de Platão* (MARROU, 1965, p. 276).

Em segundo lugar, o próprio Ptolomeu parece desprezar os astrônomos anteriores a ele e posteriores a Hiparco. Numa das poucas alusões a eles, e sem citar nomes, Ptolomeu (1984, p. 422, [H211]) afirma que seus modelos planetários “eram falhos e ao mesmo tempo careciam de provas”. Também em relação às observações que utiliza, Ptolomeu desconsidera aquelas que eventualmente tenham sido feitas entre Hiparco e ele próprio,

⁵² Um exemplo desse tipo de pesquisa é a questão do declínio da ciência nos países islâmicos e das razões pelas quais a Revolução Científica do início da Modernidade não aconteceu nesses países, e sim na Europa. Sobre isso, ver Cohen (2010).

⁵³ Sobre a questão da causalidade na história, ver Faria (2014, p. 15-27).

⁵⁴ Por exemplo, Alexander Jones (2004) cita alguns papiros egípcios do período greco-romano, anteriores ao *Almagesto* de Ptolomeu, que parecem conter uma teoria planetária e solar.

exceto uma observação da Lua feita por Agripa (do qual nada se sabe), em 92 d. C. (PTOLOMEU, 1984, p. 334 [H27]).

Seja pelo desconhecimento e declínio da astronomia entre Hiparco e Ptolomeu, seja pelo fato de que Ptolomeu não parece reconhecer as pesquisas astronômicas desse período, parece justificável desconsiderá-lo da presente tese. Nada impede que no futuro novas descobertas sobre essa época lancem novas luzes tanto sobre Hiparco e a astronomia a ele posterior, quanto sobre Ptolomeu e aquela a ele anterior – essas descobertas e essas novas luzes certamente serão bem-vindas.

Capítulo 3: Ptolomeu filósofo

Ptolomeu é conhecido do grande público por sua obra científica, principalmente astronômica. Seu sistema do Universo, apresentado no *Almagesto*, é frequentemente mencionado por filósofos da ciência, mas geralmente no contexto de estudos sobre a Revolução Copernicana, nos quais é frequentemente apresentado como uma maquinaria abstrusa que impedia o avanço da ciência – por exemplo, Kuhn (1957, p. 139-41) afirma que a astronomia ptolomaica havia se tornado, na época de Copérnico, um “monstro”, e que a sua “contínua inexatidão” havia levado a uma crise na astronomia. O nome de Ptolomeu aparece até mesmo em campos científicos distantes da astronomia, como a metodologia econômica, em que sua astronomia é mencionada como exemplo de teoria refutada, ultrapassada, mas que poderia ainda assim ser utilizada em determinadas condições, como na navegação, por produzir previsões úteis e ser simples (HAUSMAN, 2008, p. 6). Ptolomeu também não passou incólume pela tradição, e já no século III d. C., Porfírio acusava Ptolomeu de plagiar a obra de Dídimo, um teórico da música do século I d. C. (FEKE, 2018, p. 95). E é famosa a controvérsia na história da ciência acerca das observações que levaram à medida da precessão dos equinócios (EVANS, 1998, p. 262): enquanto alguns consideravam que as “observações” de Ptolomeu eram, na verdade, exemplos retirados das suas tabelas de cálculo, outros chegaram mesmo a afirmar que o astrônomo teria inventado dados para validar sua teoria.

Mas Ptolomeu foi uma figura intelectual muito além dessa caricatura que se apresenta hoje. Seus trabalhos abrangem um vasto panorama dos saberes científicos da Antiguidade, indo da geografia à harmônica, da astrologia à ótica. E, além disso, Ptolomeu pode ser considerado também um filósofo.

1. O estudo filosófico do pensamento de “cientistas”

Como afirmei no capítulo 1, adoto uma concepção deflacionária (*cum grano salis*) do que seja a filosofia. Nessa concepção, a reinterpretação de autores do passado adquire um papel importante na medida em que aumenta o “rol” daqueles cujo pensamento pode

ser considerado “filosófico”. Se a essa receita acrescentarmos o “grão de sal prescritivo” da união entre filosofia e história da ciência, poderemos reinterpretar nomes famosos (mas também aqueles menos famosos) da história da ciência de um ponto de vista filosófico.

Algo semelhante foi feito por Andrew Janiak (2008), ao estudar Isaac Newton como um filósofo. Janiak afirma (p. 3) que Newton via a si mesmo como um filósofo, e que o próprio título do seu trabalho principal (*Philosophiae naturalis principia mathematica*) fazia referência ao *Principia philosophiae* de Descartes. Para Janiak, Newton opera uma revolução não apenas científica, mas também outra que poderíamos caracterizar mais propriamente como “filosófica”, ao se engajar no diálogo com os cartesianos, não apenas sobre questões empíricas da ciência, mas também sobre aquelas metafísicas:

A rejeição, por Newton, de uma miríade de visões cartesianas e mecanicistas foi um desenvolvimento revolucionário na filosofia natural do século XVII. Ele reconfigurou a relação entre física e metafísica, transformando questões metafísicas cruciais em problemas empíricos, enquanto garantia a outras uma autonomia básica em relação ao desenvolvimento da ciência empírica (JANIAC, 2008, p. 163).

O estudo de Newton como um filósofo permite, segundo Janiak, que se ganhe uma compreensão melhor de sua obra; essa compreensão só pode ser adquirida “olhando não apenas para a história da ciência tradicionalmente concebida, mas também enquadrando os princípios de Newton na longa história da filosofia da qual eles emergem” (JANIAC, 2010, p. 671).

Outro estudo da filosofia de Newton foi feito por Edwin Burtt (2003), em seu *The metaphysical foundations of modern science*. Neste livro, Burtt vê o nascimento e o desenvolvimento da filosofia moderna, a partir de Descartes, como disputa em torno da criação de uma metafísica que fundamente e ao mesmo tempo explique a nova ciência. O autor considera que a filosofia moderna anda lado a lado com a ciência, e que, numa concepção semelhante à que propus no capítulo 1, filosofia e história da ciência devem caminhar juntas. Essa tese é semelhante àquela defendida pelo seu contemporâneo Alexandre Koyré – ambos nasceram em 1892 –, segundo o qual a ciência moderna nasce como um resgate da metafísica platônica, especialmente com Galileu. Para Burtt, não apenas a filosofia da ciência deve andar lado a lado com a história da ciência, mas também a filosofia *tout court*. Essa posição é paralela à de Herbert Butterfield, que em seu *The*

origins of modern science aposta na grande importância que a história da ciência pode assumir, acabando com a divisão entre uma cultura humanista e outra científica. Para Butterfield, a razão disso está na importância decisiva da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII:

Dado que essa revolução derrubou [*overturned*] a autoridade na ciência não apenas da Idade Média, mas também do mundo antigo [...], ela ofusca tudo desde o surgimento do Cristianismo e reduz o Renascimento e a Reforma ao ranque de meros episódios, meros deslocamentos internos, dentro do sistema da Cristandade medieval (BUTTERFIELD, 1965, p. 7).

Para Burt, o ponto central da história da filosofia moderna é Newton, e não Descartes – o que, talvez, tenha alguma influência do seu pertencimento a uma determinada tradição intelectual e institucional anglo-saxônica de ensino filosófico. De todo modo, Burt (2003, p. 32-3) fornece três razões para sua afirmação: em primeiro lugar, Newton cria “certas ferramentas científicas”, como o cálculo, que abrem novas possibilidades para a pesquisa; em segundo lugar, ele dá um significado preciso, quantitativo, a certos termos que até então eram vagos, como massa e força; em terceiro lugar, e principalmente por isso, Newton ocupa o lugar central da história da filosofia moderna pela sua criação filosófica:

Ele não apenas encontrou um uso matemático preciso para termos como força, massa, inércia; ele deu novos significados para velhos termos como espaço, tempo e movimento, que tinham sido desimportantes até ali, mas que estavam se tornando então as categorias fundamentais do pensamento humano. [...] Em sua representação decisiva dos últimos postulados da nova ciência e seu bem-sucedido método, tal qual apareciam para ele, Newton estava se constituindo em um filósofo em vez de em um cientista, como nós agora os distinguimos. Ele estava apresentando uma fundamentação metafísica para a marcha matemática da mente, que nele tinha alcançado suas mais notáveis vitórias (BURTT, 2003, p. 33).

O que tanto Janiak quanto Burt propõem é uma reinterpretação – filosófica – de uma figura tradicionalmente estudada pela história da ciência, para se depreender as ideias filosóficas que guiam sua prática científica e para se apreciar de uma maneira mais completa suas contribuições.

1.1 A influência da filosofia sobre a ciência

Uma concepção semelhante da importância da filosofia para o desenvolvimento da ciência é encontrada em Koyré (1971, p. 253-69), num dos textos que talvez revele mais claramente sua visão da história (e da filosofia) da ciência. Num capítulo de seus *Études d'histoire de la pensée philosophique*, chamado *De l'influence des conceptions philosophiques sur l'évolution des théories scientifiques*, Koyré defende que a filosofia exerce um papel fundamental na criação das hipóteses e teorias científicas, e que a história da ciência não pode desprezar isso.

Koyré considera que, por um lado, é comum que se fale da influência da ciência sobre a filosofia – de forma que essa influência se torna até mesmo uma concepção prescritiva do que deva ser a filosofia, e um fator discriminante entre as várias prescrições, em que num extremo estão as concepções de filosofia que defendem que essa deva ser praticada à maneira das ciências da natureza, e noutra aquelas que advogam pela completa distinção entre ciência e filosofia. Por outro lado, porém, a influência em sentido contrário, da filosofia sobre a ciência, é por vezes desconsiderada. O autor afirma, avançando sua concepção, que:

Estou, com efeito, profundamente convencido que o papel dessa “subestrutura [substructure] filosófica” foi de uma enorme importância, e que a influência das concepções filosóficas sobre o desenvolvimento da ciência foi tão grande quanto aquela das concepções científicas sobre o desenvolvimento da filosofia (KOYRÉ, 1971, p. 253-4)

Para Koyré, as considerações filosóficas fazem sempre parte da ciência, seja do pensamento individual do cientista, seja do pensamento científico de uma determinada época tomado com um todo pela história da ciência. A filosofia, atuando como uma “subestrutura” do pensamento científico, fornece as bases a partir das quais será erigido o edifício sistemático dos dados, hipóteses e teorias.

Uma das objeções contra essa concepção seria a de que a filosofia teria sobre a ciência a mesma influência que a religião e a política. Poderia se argumentar, e é o que faz E. Strong, tal como reporta Koyré, que as alusões filosóficas (e, poderíamos acrescentar, religiosas e políticas) presentes nos prefácios dos textos científicos – principalmente do início da Era Moderna, mas em diferentes medidas também de outras épocas – não são

mais do que artifícios retóricos cuja inclusão nada mudaria nos procedimentos científicos efetivamente adotados.

A resposta de Koyré a essa objeção nos ajuda a entender sua concepção sobre a influência da filosofia sobre a ciência, e, a partir dela, a entender melhor o papel que ele advoga para a história da ciência. Koyré admite que o pertencimento de um autor à determinada religião ou seita pouco ajuda a explicar suas ideias científicas (ainda que não se possa excluir *a priori* o papel que podem eventualmente exercer sobre elas a religião de um cientista, ou suas posições políticas, estéticas etc.). Contudo, a influência da filosofia sobre a ciência é diferente daquela de outras esferas. Nesse sentido, acredito que possamos interpretar a posição de Koyré como a defesa de uma dupla influência da filosofia sobre a ciência, uma explícita e outra implícita.

O que chamo de *influência explícita* é aquela em que a filosofia atua diretamente sobre a preocupação dos cientistas. A Revolução Científica dos séculos XVI e XVII é um dos exemplos favoritos de Koyré dessa influência explícita, e é entendida por ele como um processo de mudança metafísica, muito mais do que como uma mudança metodológica na qual os experimentos teriam papel central. Koyré afirma que a Revolução Científica pode ser caracterizada por dois traços, que definem uma mutação intelectual:

a. Destruição do Cosmos, isto é, substituição do mundo finito e hierarquicamente ordenado de Aristóteles e da Idade Média por um Universo infinito [...];

b. Geometrização do espaço, isto é, substituição do espaço concreto (conjunto de “lugares”) de Aristóteles pelo espaço abstrato da geometria euclidiana agora considerado como real (KOYRÉ, 1971, p. 258).

O nascimento da ciência moderna é concomitante de uma transformação – mutação – da atitude filosófica, de uma inversão do valor atribuído ao conhecimento intelectual comparado à experiência sensível, da descoberta do caráter positivo da noção de infinito (*ibidem*, p. 261-2).

É assim que Koyré vê o ponto de partida da ciência moderna no resgate de uma metafísica pitagórico-platônica (ou platônico-democritiana – “estranha aliança!” [*ibidem*, p. 262]) por parte de Galileu, que lhe permitia geometrizar o mundo, e não na formulação por Bacon de um método experimental – para Koyré, o próprio método experimental pressupunha uma mudança de metafísica através da adoção de uma nova linguagem com a qual explorar o livro da natureza: uma “linguagem matemática [...] ou mais exatamente a decisão de a empregar, – decisão que corresponde a uma mudança de atitude metafísica” (KOYRÉ, 1966, p. 13).

Já o que chamei de *influência implícita* da filosofia sobre a ciência se dá nos casos em que as considerações filosóficas já não aparecem mais nos livros e artigos dos cientistas. Koyré afirma que, mesmo nesse caso, a rejeição da influência da filosofia sobre a ciência pode ser o sinal tanto de uma substituição de uma metafísica por outra, quanto de uma passagem das considerações filosóficas ao “inconsciente”, à categoria das coisas nas quais já não se pensa, “como as regras da gramática das quais se esquece à medida que se aprende uma língua, e que desaparecem da consciência no momento em que elas a dominam mais” (KOYRÉ, 1971, p. 256).

É interessante notarmos os paralelos dessa concepção com aquela proposta por Thomas Kuhn em seu *The structure of scientific revolutions* (KUHN, 1970b), ao menos na primeira edição, sem as modificações por ele adicionadas no *Postscript*. Para ele, a ciência pré-paradigmática necessita sempre voltar para suas bases a fim de estabelecer os fenômenos de que trata e como os trata. No caso da óptica pré-newtoniana, Kuhn (*ibidem*, p. 12) afirma que as diferentes escolas “derivavam força das suas relações com alguma metafísica particular”. Assim, essa ciência pré-paradigmática é aquela em que as concepções metafísicas são colocadas todo o tempo em evidência, caracterizando aquilo que chamei acima de influência explícita da filosofia sobre a ciência.

Para Kuhn, com a afirmação de um paradigma para a comunidade científica, as discordâncias sobre as bases metafísicas e as interpretações divergentes dos fenômenos, advindas das primeiras, tendem progressivamente a desaparecer, “aparentemente de uma vez por todas” (*ibidem*, p. 17). Nesse caso, parece se impor uma total separação entre a filosofia e a ciência, e certos problemas que estavam no horizonte dos cientistas passam a ser “rejeitados como metafísicos, como preocupação de outra disciplina” (*ibidem*, p. 37). Essa separação teria seu corolário numa definição rígida da disciplina científica e no abandono das preocupações filosóficas por parte dos cientistas (*ibidem*, p. 19), com a transferência e permanência nos departamentos de filosofia daqueles que não se acomodam ao paradigma vencedor. Com essa separação entre filosofia e ciência nos períodos de ciência normal, seríamos tentados a concluir, utilizando o vocabulário de Koyré, que a filosofia passaria para o “inconsciente” da prática científica, e poderíamos falar numa influência implícita da filosofia sobre a ciência. No entanto, o conceito de paradigma tem muitos sentidos em Kuhn (antes de sua tentativa de clarificação e remodelação do conceito de paradigma através daquele de “matriz disciplinar”). Margaret Masterman (1970, p. 61-5) elabora uma lista com 21 definições de paradigma tais como aparecem no livro de

Kuhn, e os agrupa em três categorias: metafísicos (ou metaparadigmas), sociológicos, e artefatos (ou constructos). A partir dessa distinção, Masterman reconhece que seria possível atacar a visão de que a ciência tem uma de suas raízes na metafísica (ainda que essa não seja sua intenção, pois reconhece que a metafísica é uma das fontes da ciência [*ibidem*, p. 71]), e pretende apontar para outros sentidos de paradigma, mais próximos da prática, que dispensariam a influência das ideias filosóficas na constituição dos paradigmas⁵⁵.

Mas voltemos a Koyré. A partir das considerações acima, Koyré lança três teses acerca da influência da filosofia sobre a ciência:

- 1º Que o pensamento científico nunca foi completamente separado do pensamento filosófico;
- 2º Que as grandes revoluções científicas sempre foram determinadas por convulsões [*bouleversements*] ou mudanças de concepções filosóficas;
- 3º Que o pensamento científico [...] não se desenvolve *in vacuo*, mas se encontra sempre no interior de um quadro de ideias, de princípios fundamentais, de evidências axiomáticas que, habitualmente, foram consideradas como pertencentes ao que é próprio da filosofia (KOYRÉ, 1971, p. 256).

Ao advogar por uma história da ciência que é inseparável da história da filosofia, e que reconhece o papel dessa última sobre o progresso da ciência, Koyré também explicita sua visão da história da ciência. Ao se adiantar à objeção de que sua concepção da influência da filosofia sobre a ciência seria válida para o passado, mas não para o presente ou para o futuro, Koyré afirma que a história da ciência – na versão por ele defendida e praticada em conjunto com a filosofia – não é simplesmente um “cemitério de erros, [...] *a graveyard of forgotten theories* ou mesmo um capítulo da *Geschichte der menschlichen*

⁵⁵ Tanto a ideia sugerida por Koyré de um “inconsciente” no qual seriam guardadas as considerações filosóficas que já não estariam em evidência em certos estágios da ciência, quanto os sentidos sociológicos dos paradigmas de Kuhn (bem como a defesa posterior que o último fez do papel dos valores na escolha de teorias), parecem apontar para uma epistemologia social. Nesta, o sujeito do conhecimento não é o indivíduo – em última instância, o *cogito* cartesiano – mas o grupo social. Entre as várias questões que logo se colocam a partir dessa mudança, está aquela que procura determinar em que medida seja as representações sociais (que podem formar um *imaginário*), seja os valores compartilhados por um ou mais grupos sociais influenciam o processo de avaliação de teorias – isso se não considerarmos a questão da influência dessas diversas representações e valores na criação de teorias. Esses últimos pontos têm sido estudados sobretudo pelas filósofas feministas da ciência, que procuram mostrar tanto como as representações de gênero influenciam a criação científica, quanto como os valores que atuam na escolha de teorias são impregnados de valores sociais, ou até mesmo indistintos deles (com a consequente defesa de um pluralismo científico que permita distribuir igualmente a autoridade intelectual entre os diversos grupos sociais). Sobre o conceito de *imaginário*, ver Soares (2017, p. 283-97); para uma introdução à questão dos valores na ciência, dentro da perspectiva feminista e com especial atenção às propostas da filósofa Helen Longino, ver Faria (2017).

Dummheit” (*ibidem*, p. 257); para Koyré, nas origens dessa visão está o cientista que, mergulhado no seu próprio trabalho, lança um olhar sobre o passado e nada mais vê do que teorias antigas que lhe aparecem como “monstros incompreensíveis, ridículos e disformes” (*ibidem*, p. 258), numa abordagem presentista extrema, tal como mapeamos no capítulo 1. Segundo Koyré, a história da ciência pode ser, entretanto, mais do que isso, e se transformar no reencontro do pensamento do passado em seu esplendor, “na sua primeira e gloriosa juventude, em todo o resplendor de sua beleza” (*ibidem*), o que nos ajudaria a olhar para a ciência do presente com um outro olhar – tal empresa só pode ser levada a cabo se o pensamento científico do passado, e do presente, for estudado a partir de sua subestrutura filosófica. Em suma, trata-se, como afirmei no capítulo 1, de estudar historicamente a filosofia da ciência e de estudar filosoficamente a história da ciência.

Estudos como os de Janiak, Burt e Koyré colocam em evidência o papel da filosofia não apenas na análise *post factum* da ciência, mas na própria produção científica. Mas como se dá essa influência? A investigação de Dario Antiseri (1982) pode nos ajudar a responder a essa pergunta. A filosofia, entendida como uma metafísica da ciência, isto é, como aquelas ideias que vão além das teorias historicamente constituídas e que antes as fundamentam, é um pressuposto da ciência em ao menos dois sentidos, que tornam essas ideias “imprescindíveis para a possibilidade da instituição da ciência” (ANTISERI, 1982, p. 105): em primeiro lugar, a filosofia fornece uma visão de mundo na qual a busca pela verdade e pelo conhecimento é um bem, e na qual é um bem que tais objetivos sejam buscados através da razão e da ciência – deve haver tanto uma concepção ética do bem quanto uma valorização da ciência e dos seus métodos como meio privilegiado, mesmo que não seja considerado eventualmente o único, de pesquisa da verdade e do conhecimento. Em segundo lugar, a filosofia fornece uma ontologia, que pode ser subdividida em duas componentes: uma teoria do real, que pressupõe a existência de uma realidade a ser desvelada – o que não impede outras interpretações sobre o caráter realista ou não da ciência, e nesse contexto poderíamos argumentar que uma certa concepção filosófica poderia fornecer uma componente metafísica que negasse a existência de uma realidade ou mesmo que advogasse pela criação (social, mental etc.) dessa, ou ainda uma terceira que uniria, de certa forma, essas duas abordagens⁵⁶; a outra componente diz

⁵⁶ É o que faz Hillary Putnam, ao argumentar a favor de uma espécie de “realismo interno”, no qual a realidade descrita pela ciência tem relações com o nosso modo de conhecer, sendo ao mesmo tempo independente de nós. Para Putnam (1991, p. 9)

respeito ao ordenamento do mundo (ou da possibilidade de impô-lo aos fenômenos), à constância dos fenômenos e à veracidade dos vários procedimentos empíricos – um dos momentos mais famosos da história da filosofia, em que podemos ver o estabelecimento dessa componente, é dado por René Descartes nas suas *Meditações Metafísicas*, especialmente na Quarta Meditação, na qual “é provado serem verdadeiras todas as coisas que percebemos clara e distintamente” (DESCARTES, 1904, p. 15), e por isso se torna possível o estudo do mundo sensível.

A influência da filosofia, enquanto metafísica, sobre a ciência se dá de várias maneiras, entre elas (ANTISERI, 1982, p. 106):

- Influi sobre os procedimentos de avaliação e justificação de uma hipótese, no sentido de que certas metafísicas são mais aptas do que outras a permitirem testes empíricos – vimos isso no caso das ideias atomistas na Antiguidade;
- Age como ideal regulador e como instrumento heurístico, indicando aquilo que deve ou não ser buscado, e como deve ser buscado através da pesquisa científica;
- Funciona como elemento ordenador e hierarquizador dos problemas científicos e dos resultados das pesquisas.

Dessa forma, Dario Antiseri (*ibidem*, p. 107) propõe, com matizes popperianas, que o progresso da ciência, levando em consideração o papel da filosofia como pressuposto da ciência, pode ser descrito como “a passagem de uma teoria falsificável T com uma componente metafísica M a uma outra teoria T₁, com uma componente metafísica M₁ em conflito com aquela M de T”⁵⁷. Ora, se é assim, apenas uma história da ciência unida à

[...] a mente não “copia” simplesmente um mundo que pode ser descrito por uma Única Teoria Verdadeira. Mas a minha tese não é daquelas segundo as quais a mente constitui o mundo (ou o constitui sob vínculos impostos por “cânones metodológicos” e “dados sensoriais” independentes da mente). Se devemos usar uma linguagem metafórica, então a metáfora será esta: a mente e o mundo, unidos, constituem a mente e o mundo.

⁵⁷ Antiseri, um seguidor das ideias de Popper, baseia algumas de suas conclusões num artigo de J. W. N. Watkins (1975). Nele, Watkins (p. 116) argumenta que

O conteúdo empírico da teoria newtoniana foi muito pouco modificado [*distorted*] pela teoria da relatividade. Mas o que dizer de sua componente M? Espaço euclidiano, tempo absoluto (envolvendo simultaneidade absoluta), corpúsculos indestrutíveis, ação à distância, e (ao menos na versão de Laplace) determinismo mecanicista – tudo isso foi varrido.

A partir disso, Watkins oferece uma versão ligeiramente modificada da descrição do progresso científico feita por Antiseri: para Watkins (*ibidem*, p. 119), “T [*uma teoria existente*] tem uma componente M, e se T’

filosofia da ciência pode dar um retrato fidedigno do progresso científico. Isso é ainda mais verdadeiro para a ciência antiga, em que o aspecto ético ocupa um papel central, como no caso de Ptolomeu.

1.2 Por que não estudar filosoficamente a obra de um “cientista”?

Uma das razões para que se deixe de lado os aspectos filosóficos de autores como Ptolomeu e Newton é a adoção de certo tipo de historiografia anacrônica que separa filosofia de ciência. Essa historiografia baseia-se em concepções positivistas segundo as quais a ciência amadurecida seria uma produção intelectual livre de metafísica. Com essa visão de uma ciência descolada da filosofia, os autores dessa corrente por vezes reconhecem e mesmo fazem apologia da influência da ciência sobre a filosofia, mas raramente reconhecem a influência da segunda sobre a primeira, exceto nos casos em que

[...] se mencione essa influência para nos ensinar que, há muito tempo atrás, a filosofia havia efetivamente influenciado e mesmo dominado a ciência, e que é justamente a isso que a ciência antiga e medieval deve sua esterilidade. Mas que, desde a revolução científica do século XVII, a ciência se revoltou contra a tirania dessa pretensa *Regina scientiarum*, e que seu progresso coincidiu justamente com a sua liberação progressiva e seu estabelecimento sobre a base firme da empiria. Liberação que não se deu de uma só vez – infelizmente, em Descartes, e mesmo em Newton, encontram-se ainda traços de especulação metafísica, e foi preciso esperar pelo século XIX, ou mesmo pelo século XX, para vê-las desaparecer completamente –, mas que se fez graças a Bacon⁵⁸, Auguste Comte, Ernst Mach e à Escola de Viena (KOYRÉ, 1971, p. 254).

Essa ideia da liberação da ciência dos resquícios filosóficos aparece em Auguste Comte, que considera a filosofia da ciência e a história da ciência como duas disciplinas diversas e não passíveis de unificação (CLAUZADE, 2015, p. 190-1).

[*uma nova teoria*] deve efetuar uma redução científica revolucionária, então sua componente M irá entrar em conflito com aquela de T”. Pode-se argumentar que haveria também um progresso científico com a manutenção de uma metafísica, e nesse caso, mantendo o vocabulário de Watkins, não haveria uma “revolução”. Isso não invalida nosso argumento, já que continuaria a existir uma componente metafísica em qualquer teoria, efetue ou não ela uma “redução científica revolucionária”.

⁵⁸ À luz do trabalho de Paolo Rossi (principalmente, 2009), considero o ataque de Koyré a Bacon injustificado. Com efeito, Rossi mostrou que também em Bacon houve uma mudança de metafísica – uma mutação intelectual, nos termos de Koyré – que estruturou sua visão de método. Sobre isso, ver Faria (2019).

Para Comte, a história da ciência tem como função mostrar “a marcha [*marche*] progressiva do espírito humano” (COMTE, 1892, p. 2). Essa marcha consiste nos estágios pelos quais cada conhecimento humano – e na verdade, toda história humana – necessariamente passa. Comte considera que há duas atitudes do homem em relação aos fenômenos que apreende e que caracterizam esses estágios: a primeira é composta pelos estágios teológico (ou fictício) e metafísico (ou abstrato); a segunda, pelo estágio científico (ou positivo). No estágio teológico, o homem vê nos deuses as causas daquilo que lhe acontece ou lhe aparece; no estágio metafísico, os fenômenos são atribuídos à ação causal de forças abstratas. A segunda maneira de encarar os fenômenos é constituída por uma mudança de abordagem em relação àquelas: enquanto nas versões da primeira forma, teológica ou metafísica, o espírito humano se interrogava sobre o “porquê”, sobre as causas das coisas, na segunda, passa a se interrogar pelo “como”, pelas leis efetivas que regulam as interações entre os fenômenos, entre os fenômenos e os homens, e entre esses últimos. Comte considera que o estágio científico inicia-se pelas disciplinas que tratam dos fenômenos mais simples, como a matemática e astronomia, passando pela física, pela química e pela biologia, até chegar na sociologia, disciplina que trata dos fenômenos mais complexos (e que é, na verdade, o seu sistema de filosofia positiva, que seria capaz de desvelar a lei dos três estágios do espírito humano).

A história da ciência assume em Comte um papel primordial, pois é através dela que se pode conhecer as leis do desenvolvimento do espírito humano, e não através de uma teoria do conhecimento apriorística – para ele, “o espírito só pode ser compreendido em exercício” (BRAUNSTEIN, 2002, p. 815). Essa importância se mostra, entre outras coisas, no fato de que Comte pleiteou a criação de uma cadeira de “história geral e filosófica das ciências”. O filósofo afirma que “não se conhece completamente uma ciência enquanto não se sabe sua história” (COMTE, 1892, p. 67); contudo, acredita que o estudo histórico da ciência deve estar submetido ao que chama de “estudo dogmático da ciência” (*ibidem*).

Comte considera que a história da ciência é parte da sociologia, e como tal, advoga para ela um método que privilegie uma “ordem dogmática” em vez da ordem cronológica, histórica, do desenvolvimento da ciência. Essa ordem dogmática é aquela baseada no estoque de conhecimento que se tem em dada época (e que, como tal, poderia ser classificada como totalmente presentista no mapeamento de David Miller, que vimos no capítulo 1). Para Comte, há duas razões para a preferência por esse tipo de exposição: em primeiro lugar, é o único que permite “refazer a ciência no seu conjunto” (COMTE, 1892,

p. 63); em segundo, é o único que pode “condizer com o estado aperfeiçoado da nossa inteligência” (*ibidem*, p. 65). Esse modo de exposição dogmático da história da ciência tem como consequência o fato que tudo aquilo que foi considerado ultrapassado ou rejeitado no decorrer dos séculos é simplesmente abandonado, e se gera uma paradoxal “história da ciência anti-histórica”, que incorre em todos os vícios da historiografia anacrônica que vimos no capítulo 1. Gildo Magalhães dos Santos Filho (2004, p. 162) escreve que, dessa forma,

A história das ciências para ele [*Comte*] se confunde então com os livros didáticos de ciências prontas e acabadas, narrativas empobrecidas que enfileirem uma longa cadeia de fatos, nomes e datas sem a problematização do saber.

Sendo os três estágios um esquema tanto do desenvolvimento das disciplinas científicas quanto da humanidade, estabelece-se um programa de investigação histórica, que tende a desconsiderar os aspectos teológicos e metafísicos das ciências, resquícios de eras primitivas do espírito humano a serem eliminados. Comte (1892, p. 4) afirma que

No estado positivo, o espírito humano, reconhecendo a impossibilidade de obter noções absolutas, renuncia a procurar a origem e a destinação do Universo, e a conhecer as causas íntimas dos fenômenos, para se dedicar unicamente a descobrir [...] suas leis efetivas, isto é, suas relações invariáveis de sucessão e de similitude.

Ora, se a astronomia está entre as primeiras disciplinas nas quais se manifesta o espírito positivo, ela só pode ser considerada propriamente uma ciência assim que for capaz de descobrir as leis que regem os movimentos dos corpos celestes. Assim, Comte considera que astronomia não nasce entre os egípcios ou entre os caldeus, mas “apenas quando os primeiros filósofos gregos começaram a conduzir a algumas leis geométricas o fenômeno geral do movimento diurno” (COMTE, 1893, p. 17).

Para Comte, as leis são importantes por permitirem a previsão, “a verdadeira base racional da ação do homem sobre a natureza” (*ibidem*, p. 54). Nesse ponto está uma das semelhanças (além de um certo desprezo pela metafísica) do positivismo de Comte com o neopositivismo de Carl Hempel: para ambos, a predição constitui um dos fundamentos que caracterizam a ciência. Dessa forma, podemos presumir que Comte teria dificuldade em assumir a cientificidade da astronomia de boa parte dos filósofos gregos, avalizando apenas aquela dos astrônomos que propuseram modelos geométricos do Universo.

Dominique Lecourt (2010, n. p. [capítulo 4, seção 2]) afirma que, ainda que o positivismo tenha acabado se tornando uma tradição filosófica variada, as concepções de Comte “dominaram silenciosamente o pensamento de vários cientistas”, e as concepções de Comte aparecem, de forma mais ou menos explícita, no pensamento de vários autores. Pierre Duhem, por exemplo, já foi considerado seguidor das ideias comtianas ao propor, dentro da sua concepção convencional-instrumental, que as teorias científicas não tinham pretensão de descrever os constituintes ontológicos da realidade subjacente aos fenômenos (PICKERING, 2018, p. 260). Via Ernst Mach, o positivismo de Comte torna-se o Positivismo Lógico do Círculo de Viena, adotando sua crítica à metafísica e sua crença na ciência. Podemos ver ecos de Comte e de suas concepções sobre a ciência até mesmo na obra de um autor como Norwood Hanson que, mesmo atacando um dos dogmas da filosofia neopositivista – a tese da simetria entre predição e explicação –, encara os aspectos matemáticos das ideias dos filósofos e astrônomos gregos como um divisor de águas entre duas tradições dentro da astronomia antiga. Ainda que Hanson considere que a astronomia da tradição “filosófica” também seja científica, a presença da matemática e a possibilidade da efetuação de previsões em alguns modelos do Universo da astronomia antiga são suficientes para que o filósofo defenda a existência de uma tradição separada.

Porém, o reconhecimento do papel da filosofia na história da ciência e a reinterpretção de Ptolomeu como um filósofo permite, como vimos no caso de Newton, uma melhor compreensão de sua obra científica, ao apontar para os seus fundamentos metafísicos, para seus aspectos metodológicos, e para seus objetivos. Permite também um entendimento mais completo da filosofia do período imperial, ao apresentar o pensamento filosófico de mais um autor e apontar novos caminhos de pesquisa, tanto das ligações de Ptolomeu com as tradições filosóficas a ele anteriores, com seus contemporâneos e com aqueles que foram influenciados por sua obra, quanto de aspectos específicos dela. Essas são as finalidades da apreciação panorâmica da filosofia de Ptolomeu que faço a seguir, procurando tanto apresentar ao leitor o estado da arte da pesquisa quanto acrescentar minha pequena contribuição ao estudo das ideias filosóficas, ainda largamente desconhecidas mesmo pelo público especializado, desse autor estranhamente tão conhecido.

2. Ptolomeu

É comum que se considere Ptolomeu como um cientista praticante, alguém que escreveu obras influentes em vários campos e é considerado um dos maiores cientistas de sempre. No entanto, os aspectos propriamente filosóficos de sua obra são frequentemente deixados de lado (o que não é, entretanto, algo que acontece apenas com Ptolomeu, mas com vários autores do período entre o fim da Antiguidade greco-romana e a Idade Média). Acredito que esses aspectos devam ser estudados por proporcionarem uma compreensão melhor tanto da obra de Ptolomeu quanto do quadro geral da produção filosófico-científica do período. Alguns estudos mais recentes, como os de Liba Taub (1993), Jacqueline Fekke (2009, 2018) e Alain Bernard (2010) têm se voltado para as ideias filosóficas desenvolvidas por Ptolomeu, retomando e ampliando uma linha de estudos iniciada por Franz Boll (1894) – e também por Franz Boll juntamente com Carl Bezold (BOLL & BEZOLD, 2011) –, ainda que os estudos de Boll fossem de um caráter mais filológico, dentro da tradição alemã de filologia e de crítica textual de fontes que floresceu entre o final do século XIX e o começo do século XX.

Nesta seção, apresentarei as ideias filosóficas de Ptolomeu. Dividirei a exposição em três partes: (i) os antecedentes intelectuais de Ptolomeu; (ii) uma análise sobre as diferenças de Aristóteles e Ptolomeu, especialmente na relação entre as ciências; e (iii) um exame das posições epistemológicas de Ptolomeu e seu projeto ético, com especial atenção ao programa definido no livro I do *Almagesto*.

2.1 A filiação intelectual de Ptolomeu

Muito pouco se sabe sobre a vida de Cláudio Ptolomeu, a ponto de Otto Neugebauer (1975, p. 834) afirmar que “estamos na situação afortunada em que praticamente a única fonte para uma biografia de Ptolomeu é o próprio trabalho de Ptolomeu”. O contentamento de Neugebauer é resultado do seu programa historiográfico de deixar de lado os aspectos biográficos dos autores que trata, numa abordagem internalista – mas, como veremos, essa falta de informações sobre a biografia de Ptolomeu

dificulta o conhecimento de pontos importantes de sua filosofia e, *contra* Neugebauer, de sua astronomia⁵⁹.

Essa ausência de informações também prejudica a tarefa do estabelecimento das fontes de Ptolomeu. Há duas razões para isso: em primeiro lugar, a escassez de fontes helenísticas, que poderiam servir de baliza para comparações com as ideias expressas por Ptolomeu em seus escritos. O processo de transmissão dos escritos antigos é completamente caótico, dependente de uma série de fatores que vão desde o tipo de suporte utilizado até a ocorrência de desastres naturais ou guerras nos locais onde eram conservados; ao mesmo tempo em que alguns escritos menores sobreviveram, outros potencialmente importantes desapareceram – um exemplo disso é o desaparecimento de todas as obras de Hiparco, exceto seu comentário aos *Fenômenos* de Arato. Há também o problema da sobrevivência de outros tipos de fontes históricas, como as arqueológicas. Lorenzo Braccesi (2005, n. p. [capítulo 3, seção 1]) chama a atenção para esses fatos:

Não devemos, pois, desconsiderar jamais dois fatores: a casualidade do patrimônio documentário em nossa possessão e a contínua mobilidade do quadro da nossa documentação. [...] O tempo preservou fantasmas ou fragmentos de informações [*notizie*] sem qualquer critério que privilegiasse a sua conservação. Razão pela qual uma lei de total arbitrariedade parece inspirar a transmissão dos nossos dados testemunhais.

Em segundo lugar, outra dificuldade é a própria falta de evidências biográficas sobre Ptolomeu. Essa escassez de dados tem como efeito o fato de que não se pode fornecer um quadro da educação e das filiações intelectuais de Ptolomeu – ao menos, não um que não esteja sujeito já de partida a contestações. Para tentar estabelecer esse quadro, mesmo que de maneira incompleta por causa das lacunas nas informações disponíveis, é útil termos uma visão panorâmica da educação filosófica e científica nos períodos helenístico e imperial. Nesse sentido, é importante nos lembrarmos de uma das características do ensino na Antiguidade, que mencionamos no capítulo 1 ao falar da importância das escolas: o caráter comunitário da formação educacional greco-romana.

⁵⁹ O melhor estudo biográfico sobre Ptolomeu é o de Ermis Gamba (2000). Gamba analisa três tipos de fontes biográficas: as obras do próprio Ptolomeu, testemunhos gregos e testemunhos árabes. Se, por um lado, esse estudo não adiciona muito de novo ao que já se sabia – a própria autora o reconhece (GAMBA, 2000, p. 117) –, por outro, é extremamente útil por sistematizar em um único escrito o que se sabe sobre a vida de Ptolomeu.

2.1.1 O ensino filosófico nos períodos helenístico e imperial

O aspecto comunitário da educação na Grécia antiga (e, poderíamos acrescentar, nos impérios helenísticos e no Império Romano) foi salientado, entre outros, por Werner Jaeger. Em seu *Paideia*, Jaeger (2003) afirma que a educação representava, para os gregos, “a justificação última da comunidade e individualidade humanas” (p. 7), e que, sob a ideia de que tinham uma “cultura”, uma *paideia*, diversa daquela de outros povos, concebiam-se a si mesmos como diversos de todos os outros⁶⁰. Esse modelo grego foi expandido para outras regiões através das conquistas de Alexandre e da helenização dos povos conquistados, e também para Roma e posteriormente para todo o Império Romano, a partir do século II a. C. com a conquista da Macedônia – essa helenização de Roma é elogiada por Horácio (2013, p. 424): “*Graecia capta ferum uictorem cepit, et artes intulit agresti Latio*”⁶¹.

No caso da filosofia, a instituição, representada pelas várias escolas filosóficas, não apenas indicava o caminho que o estudante deveria eventualmente trilhar por conta própria, mas fornecia as categorias e os problemas com os quais deveria lidar durante sua vida; dentro desse contexto, o professor (*magister*) assume um papel fundamental⁶²:

⁶⁰ Considero que Jaeger subscreve a uma tendência historiográfica eurocêntrica, que tende a enxergar nos gregos, e apenas neles (em detrimento, sobretudo, dos diversos povos “orientais”), as raízes daquilo que chama de “Ocidente”; sobre isso, ver Said, 1979. Deve-se, porém, levar em conta as especificidades do orientalismo alemão do final do século XIX e início do século XX, que ajudou a moldar a ideia da possibilidade de uma historicização dos valores ditos “ocidentais”, e que nem sempre se baseou em pressupostos colonialistas, como sugere Said para o fenômeno do orientalismo como um todo. A defesa do caráter único da cultura ocidental, feita por autores como Jaeger, Spengler e Heidegger, é uma reação a esse movimento de historicização e crítica do “ocidente” dos orientalistas alemães; sobre isso, ver Marchand, 2001. Se isso, por um lado, nos obriga a ler com alguma cautela certas afirmações de Jaeger (como, por exemplo: “por mais elevadas que julguemos as realizações artísticas, religiosas e políticas dos povos anteriores, a história daquilo a que podemos com plena consciência chamar cultura só começa com os gregos” [JAEGER, 2003, p. 5]), que dizem mais a respeito da sua valoração sobre os gregos do que sobre a valoração que esses faziam sobre si mesmos, por outro, não retira o valor de sua obra enciclopédica.

⁶¹ “A Grécia vencida tomou o inculto vencedor, e trouxe as artes ao agreste Lácio” (tradução minha).

⁶² A concepção da importância e do papel do professor na Antiguidade irá passar por uma mudança radical com Agostinho, que, ainda que não negue a importância do aprendizado e da relação mestre-aluno, irá lançar as bases de uma concepção muito mais voltada à introspecção e ao reconhecimento de verdades inatas, dentro de uma perspectiva platônico-cristã. Agostinho argumenta, no seu *De magistro*, escrito no fim do século IV, que o professor humano pode apenas se utilizar de palavras, que nada mais são do que sinais (*signa*) de verdades interiores que só podem ser aprendidas através da iluminação divina do Cristo, “o verdadeiro e único Mestre de todos” (AGOSTINHO, 1973, p. 355). No entanto, tal concepção eliminaria todo o ensino humano, uma ideia que alguns comentadores tendem a relativizar dentro do *corpus* agostiniano; assim, chama-se a atenção para a noção “austera”, com matizes platônicos, de conhecimento, que, esse sim, pode ser obtido apenas através da iluminação divina:

Neste período – como realmente na maioria dos períodos do desenvolvimento intelectual até tempos bem modernos – se é influenciado primeiro pela doutrina do seu próprio professor, e se vê o desenvolvimento da filosofia até seu próprio tempo pelos olhos dele. Pode-se ler os textos originais, mas eles são lidos inicialmente sob a orientação do professor, que os lê sob seu professor, e assim por diante (DILLON *apud* TAUB, 1993, p. 8).

A educação filosófica do período helenístico e imperial se baseia sobretudo em Atenas, mas também havia professores em cidades como Roma, Alexandria e Nicópolis, além de professores viajantes, que discursavam em praça pública e que eram, em geral, mal vistos (MARROU, 1965, p. 310). O conteúdo do ensino sofria, evidentemente, variações de acordo com as diferentes escolas de filosofia, mas alguns traços gerais se mantinham constantes.

Em primeiro lugar, havia uma certa sequência pedagógica: após uma propedêutica matemática (principalmente na escola neoplatônica do fim da Antiguidade, e deixada de lado entre os epicuristas e os céticos), o aluno era iniciado na história da filosofia começando pelos jônios – esta última, uma tradição de ensino que se mantém até hoje. Em seguida, era-se apresentado às doutrinas da escola. Um ponto importante dessa etapa era o uso de manuais, que frequentemente misturavam várias doutrinas e não buscavam a originalidade, além de serem copiados uns dos outros. Marrou (*ibidem*, p. 311) adverte contra a tentação de explicar esses traços dos manuais apenas pelo ecletismo da época: esse caráter se deve também à necessidade didática de dar uma visão de conjunto das várias doutrinas filosóficas para alunos iniciantes. O ensino prosseguia com o estudo e o comentário dos textos “clássicos”, obras dos fundadores das escolas: Platão, Aristóteles, Epicuro, Zenão e Crísipo. Por fim, havia a exposição das ideias próprias do professor, e Marrou (*ibidem*, p. 312) afirma que o conteúdo dessas exposições, seja em cursos abertos ao grande público, seja em cursos fechados para alunos mais avançados da escola, não era a reconstrução “peça por peça de um sistema de uma *Lebens- und Weltanschauung* à maneira de um professor hegeliano da Alemanha”, mas algo mais livre e adaptado às circunstâncias; nessa etapa também havia as conversas diretas entre professor e aluno.

[...] a conclusão [*de Agostinho no De magistro*] ao menos não bane a transmissão de conhecimento de um ser humano a outro. [...] Agostinho pode chamar – e frequentemente o faz – tal transmissão ensino, tanto porque [...] ele entende que o *De magistro* [...] bane apenas o ensino humano “do conhecimento (*scientia*)” [...], quanto porque ele permite um uso “impróprio” de “ensinar” corresponder a um uso impróprio de “conhecer” [...] (KIRWAN, 2001, p. 190).

O segundo traço geral da educação filosófica no período helenístico e imperial é a divisão da filosofia em três partes: lógica, física e ética. Aceita por todas as escolas, essa divisão implicava no fato de que os estudantes eram expostos a uma educação filosófica que consistia numa teoria do conhecimento, numa doutrina sobre o mundo e numa determinada concepção ética (MARROU, 1965, p. 312-3). E aqui está, talvez, o aspecto mais característico da educação filosófica, e mesmo da filosofia dos períodos helenístico e imperial: a primazia da ética sobre as demais subdisciplinas filosóficas.

A ética helenística e imperial, especialmente a dos epicuristas e estoicos, é uma ética das virtudes, e se preocupa com o estilo de vida, com as disposições internas do agente, e não com regras gerais universalizáveis que permitam decidir sobre o caráter moral das ações, como na ética kantiana. A questão, para esses filósofos, não é “esta ação é certa ou errada?”, mas “qual é a melhor vida que posso viver?”⁶³. Questões como essa “requerem [...] a investigação de questões teóricas tais como a natureza do bem, a rota para [ele] e os limites do nosso conhecimento dele, bem como a estrutura e a natureza da psique humana” (MEYER, 2008, p. 1). Como veremos, essa também parece ser a questão capital para Ptolomeu.

2.1.2 O ensino astronômico na Antiguidade greco-romana

O grande centro de ensino da Antiguidade era Alexandria. Como vimos, Alexandria foi transformada pela dinastia dos Ptolomeus numa cidade que deveria demonstrar seu amor pelo conhecimento. Dotada de uma biblioteca e de um museu, além de incentivos reais, atraía uma ampla gama de estudiosos. O Museu foi criado para ser inicialmente uma instituição de pesquisa, mas logo se tornou também uma instituição de ensino. Marrou (1965, p. 286-7) afirma que a tradição de ensino inicialmente se restringia a um público pequeno, mas que com o tempo Alexandria se tornou uma verdadeira cidade universitária, atraindo um grande número de estudantes para o estudo de diversas disciplinas e formando escolas rivais, como as de Herófilo e de Erasítrato na medicina. Contudo, como vimos, a educação científica era muito menos difundida do que a educação literária.

⁶³ Boas introduções à ética antiga podem ser encontradas em Sharples (1996, p. 82-115), Annas (1992) e Meyer (2008).

Ainda que não se possa afirmar com certeza devido à escassez ou mesmo ausência de documentos, podemos considerar, através da sobrevivência de alguns escritos e menções a eles, que o ensino da astronomia na Antiguidade greco-romana passou por três fases diversas: na primeira, os estudantes liam os textos de Eudoxo, como o seu *Fenômenos*. Como vimos, Eudoxo sistematizou a astronomia anterior, e, a julgar pela paráfrase em verso de Arato, o conteúdo desse livro perdido era bastante elementar, englobando temas como as esferas celestes, seus movimentos, e as constelações. Os estudantes mais avançados provavelmente estudavam sua obra *Sobre as velocidades*, também perdido, que continha a sua teoria planetária das esferas concêntricas (EVANS, 1998, p. 306).

Com o tempo, outros tratados foram surgindo, e acabaram por ser sistematizados naquilo que passou a ser chamado, a partir de Papo de Alexandria, de *pequena astronomia* (TANNERY, 1893, p. 35). Esses escritos, produzidos entre o final do século IV a. C. e meados do século II a. C., eram mais ou menos elementares, e substituíram os livros de Eudoxo no ensinamento da astronomia⁶⁴. Tannery (*ibidem*, p. 45) afirma que, dado o caráter dogmático desses tratados, provavelmente os estudantes realizavam algumas observações, mas apenas a fim de verificar aquilo que lhes era ensinado nos livros – e vê nisso um entrave à realização de descobertas astronômicas. Podemos supor que os escritos perdidos de Hiparco se dirigissem aos estudantes mais avançados.

O título *pequena astronomia* faz referência justamente ao tratado que inaugura a terceira fase do ensinamento da astronomia grega, a “grande astronomia” do *Almagesto* de Ptolomeu. Que essa obra seja destinada ao ensino avançado, fica claro já desde o prefácio, onde Ptolomeu (1984, p. 37 [H5])⁶⁵ afirma que sua obra se destina a leitores que já fizeram alguns progressos em seus estudos. Marrou (1965, p. 274) aponta que o *Almagesto* passou a ser usado por estudantes avançados de astronomia, por exemplo, na escola neoplatônica de Atenas; o tratado também passou a ser utilizado como manual avançado em Alexandria, gerando inclusive uma tradição de comentadores ali baseados, como Papo, Téon e Hipátia (PEDERSEN, 2011, p. 13).

⁶⁴ Para uma discussão sobre a datação desses tratados, ver Tannery (1893, p. 35-44).

⁶⁵ Entre chaves, indico a localização no texto grego estabelecido por J. L. Heiberg (PTOLOMEU, 1898) da passagem citada.

Reviel Netz (1999, p. 291) afirma que, na Antiguidade, surgiam pouquíssimos matemáticos a cada geração na região do mar Mediterrâneo. Desses, uma fração ainda menor era capaz de produzir e compreender obras matemáticas de alto nível e, por isso, tinham um público-alvo muito reduzido. Por estarem muitas vezes separados por grandes distâncias, o contato entre esses estudiosos era bastante difícil. Escolher a matemática como objeto de estudo, em vez de outras disciplinas mais “populares”, era praticamente escolher um estilo de vida, em que a matemática gozava de um papel especial na condução e no fornecimento de diretrizes para a conduta pessoal. Essa situação fica bastante clara no caso de Ptolomeu.

Essa visão panorâmica do ensino filosófico e científico permite que enquadremos, ainda que de maneira mínima e sem maiores precisões devido à escassez de informações biográficas, a formação de Ptolomeu dentro do cenário geral da educação na Antiguidade. Mas é possível também conjecturar algumas das influências sofridas por Ptolomeu a partir das indicações presentes em suas obras.

2.1.3 As influências sobre Ptolomeu

Em todo o *corpus* ptolomaico, há menção direta a apenas dois filósofos: Aristóteles, no *Almagesto* (PTOLOMEU, 1984, p. 35 [H5]), e Platão e Aristóteles nas *Hipóteses planetárias* (PTOLOMEU, 1987, p. 93-4 [H113-4]⁶⁶). Se podemos considerar, sem nenhuma dúvida nesse caso, que Ptolomeu sofreu certa influência de Platão e Aristóteles, isso não nos leva muito longe, já que todos os filósofos antigos posteriores a esses dois filósofos foram por eles influenciados. Caberá saber a natureza e a medida dessa influência sobre Ptolomeu.

Em primeiro lugar, devemos notar que, durante boa parte do período helenístico e imperial, mas principalmente no século II d. C., havia muitos elementos comuns entre as várias escolas filosóficas, de modo que é muito difícil traçar uma filiação exata de certas ideias que aparecem em Ptolomeu. Como afirma Taub (1993, p. 13), “em muitos casos havia um vocabulário compartilhado, interesses compartilhados, e fontes e influências

⁶⁶ Entre chaves, indico a localização no texto grego estabelecido por J. L. Heiberg (PTOLOMEU, 1907) da passagem citada.

compartilhadas”. Esse tipo de elemento comum se manifestava sobretudo como uma certa visão aristotélica, que aparecia em diferentes graus e temáticas nas diversas escolas.

A fortuna de Aristóteles na Antiguidade pode ser dividida em três etapas (FALCON, 2017, n. p. [introdução]): na primeira, da morte de Aristóteles ao primeiro século a. C., Aristóteles é praticamente esquecido. Na segunda, entre o século I a. C. e o século III d. C., há uma retomada do pensamento de Aristóteles como uma autoridade compartilhada entre as várias escolas filosóficas. Por fim, Aristóteles é novamente esquecido a partir do século III d. C. Aqui, nos interessa particularmente a segunda etapa, por ser aquela em cujos limites temporais viveu Ptolomeu.

Essa retomada de Aristóteles como uma autoridade compartilhada entre os filósofos das diferentes escolas é um fenômeno complexo⁶⁷, que ocorre a partir do século I a. C. com a organização dos escritos aristotélicos por Andrônico de Rodes. Esse fenômeno se encerra na primeira metade do século III d. C., quando a influência neoplatônica e cristã fazem re-emergir o platonismo, relegando Aristóteles ao segundo plano. O aspecto importante dessa retomada é o fato de que elementos que originariamente seriam próprios da filosofia aristotélica passaram a ser considerados um patrimônio comum, “grego” (TAUB, 1993, p. 13). Um dos principais desses elementos aristotélicos mobilizados na obra de Ptolomeu é a sua divisão das ciências, como veremos na próxima seção. É possível conjecturar que Ptolomeu conhecesse, então, a *Metafísica* de Aristóteles, ou pelo menos algum dos vários comentários feitos a essa obra.

Além da *Metafísica* de Aristóteles, é razoável supor que Ptolomeu conhecesse algumas obras de Platão, seja diretamente, seja através de comentadores. Há em Ptolomeu dois aspectos claramente platônicos: em primeiro lugar, uma preocupação didática semelhante à tarefa do filósofo do Mito da Caverna de Platão (2006, p. 267-72 [*A república*, 514a-518b]) – cabe ao filósofo indicar aos demais o melhor caminho para a verdade, após ter ele mesmo a contemplado. Essa preocupação didática atravessa toda a obra de Ptolomeu, e pode ser remetida a *A república* de Platão, onde o papel daquele que viu o próprio Bem deve ser “manter em ordem a cidade, os que a habitam e a si mesmos” (PLATÃO, 2006, p. 303 [540b-c]).

Em segundo lugar, há em Ptolomeu uma certa identificação entre o bom e o belo que provavelmente tem origem em Platão. Essa identificação aparece em diversos diálogos

⁶⁷ Sobre isso, ver os capítulos 2 e 3 de Falcon (2017).

platônicos, sobretudo n’*O banquete*, onde Sócrates pergunta se as coisas boas também são belas, e é respondido afirmativamente (PLATÃO, 2001, p. 89 [201c]). Liba Taub (1993, p. 31) afirma expressamente a origem dessa identificação n’*O banquete*. Jacqueline Feke (2018, p. 69) cita esse passo de Taub, mas acrescenta que o *Timeu* influenciou as ideias de Ptolomeu mais obviamente do que *O banquete*, pois no *Timeu* há menções a como as pessoas devem organizar as revoluções das próprias almas de acordo com as revoluções dos astros. Já Olaf Pedersen (2011, p. 28) não trata diretamente dessa questão, mas afirma que “como Platão, Ptolomeu é profundamente impressionado pelo caráter perfeito da verdade matemática”. De todo modo, essa identificação é um tema comum na filosofia platônica, e acredito ser provável que Ptolomeu a conhecesse seja diretamente, seja através de textos de comentadores, como o já citado Téon de Esmirna. Em Ptolomeu, é a contemplação daquilo que é sumamente belo que faz com que se alcance um estado semelhante àquele dos deuses. Ptolomeu o diz expressamente: a contemplação da ordem e da constância dos astros celestes (especialmente através da astronomia matemática) faz daqueles que a praticam “amantes da beleza divina”, acostumando-os a ela e gerando neles um “estado espiritual similar” (PTOLOMEU, 1984, p. 37 [H7]).

Mensurar a influência que as escolas estóica e epicurista tiveram sobre Ptolomeu é um pouco mais difícil. Em primeiro lugar, devemos ter em mente que Ptolomeu discorda já de partida dos filósofos estóicos e epicuristas num ponto essencial: para esses, a ciência deveria ser praticada apenas na medida em que facilitasse o alcance da boa vida, e não mais do que isso – Sêneca (2000, p. 889 [*Carta 88 a Lucílio*, 42-3]) fornece um bom exemplo desse tipo de atitude:

Mas os filósofos, a quantas pesquisas supérfluas e inúteis se dedicam! [...] Invejaram os gramáticos e os geômetras: quanto havia de inútil na disciplina daqueles, transferiram para a própria. Assim aconteceu que sabem melhor falar do que viver. Veja quanto mal traz a excessiva sutileza e quanto seja inimiga da verdade.

Ptolomeu discorda dessa visão limitante da ciência, e acredita que essa, principalmente a astronomia matemática, seja o melhor meio para que os homens alcancem a virtude. Além disso, Ptolomeu parece ter sido pouco influenciado pelas doutrinas epicuristas (FEKE, 2018, p. 160).

Mas alguns pontos do pensamento de Ptolomeu são claramente derivados das ideias estoicas, principalmente sua defesa da astrologia. Para os estoicos, tudo que existe é corpo

(CHAUI, 2010, p. 139-45). Mas, a despeito do que possa parecer, não se pode afirmar que os filósofos estoicos fossem materialistas: cada corpo é constituído, penetrado e guiado pelo *logos*; portanto, o mundo assim formado é racional, e nada do que nele existe e acontece poderia ser de outra forma. Nega-se assim a liberdade das decisões e ações, mas ganha-se a “liberdade do sábio”: a capacidade de ajustar a própria vontade e ações ao destino, entendido como o encadeamento daquilo que há na natureza, guiado pela providência racional (SEVERINO, 1996, p. 232). É justamente aí que entra a astrologia, e os estoicos defenderam praticamente todos os tipos de divinação desde o surgimento da escola (BARTON, 1994, p. 34). Para os estoicos, a astrologia era um tipo de divinação especialmente importante, pois acreditavam que

Neste reino de uma única necessidade divina regulada por leis, esses [*os astros*] devem, nem que fosse apenas pela sua grandeza, desempenhar um papel decisivo e, mais do que qualquer outra coisa, agir com seus movimentos sobre o devir e os acontecimentos em todo o Universo (BOLL & BEZOLD, 2011, p. 110-1).

Essa concepção da astrologia passou a ser lugar-comum na Antiguidade greco-romana a partir da sua defesa feita por Posidônio de Apameia, influente entre a elite romana. Pouco se sabe de Posidônio, e nenhum de seus escritos sobreviveu. O que temos dele são apenas fragmentos em obras de outros autores. Posidônio trabalhou durante boa parte da sua vida em Rodes, justamente durante o renascimento dos estudos aristotélicos com Andrônico, seu contemporâneo mais novo. Esse detalhe biográfico é importante porque nos leva a um aspecto essencial daquilo que se sabe acerca da filosofia de Posidônio: contrariamente a boa parte da filosofia estoica, ele procurou avançar as várias ciências, num espírito enciclopédico à maneira de Aristóteles, dando a elas uma base empírica maior do que até então (WHITE, 2006, p. 709-10). Para Pedersen (2011, p. 401), a influência de Posidônio sobre Ptolomeu é atestada pela defesa que esse último faz da astrologia, nos moldes de outros autores também influenciados pelo primeiro, tal como Cícero. Se, por um lado, tanto a defesa da astrologia quanto a importância do aspecto empírico da ciência, tal como aparecem em Posidônio, podem ter influenciado Ptolomeu, por outro, é mister considerar que essas possíveis influências não podem ser vistas como propriamente estoicas; Posidônio é um pensador original que mistura vários elementos de Platão, Aristóteles e dos estóicos (TAUB, 1993, p. 16) com ideias místico-religiosas. Seja

como for, apenas novas descobertas de textos de Posidônio podem transformar essas especulações da sua influência sobre Ptolomeu em algo mais fundamentado.

Com Posidônio tocamos no tema que talvez seja um dos traços fundamentais de boa parte da filosofia produzida nos períodos helenístico e imperial: o sincretismo. Tradicionalmente, costuma-se denominar de “ecletismo” a tendência de autores que escrevem, *grosso modo*, nos trezentos anos entre o século I a. C. e o início do século III d. C. Essa tendência consiste na mistura e no desenvolvimento das ideias de Platão, Aristóteles e dos primeiros estoicos⁶⁸, numa gama – que os estudos mais recentes mostram⁶⁹ – extremamente rica de temática e abordagens. Segundo a sugestão de Taub (1993, p. 13), prefiro usar o termo “sincrético” em vez de “ecletico” para caracterizar o pensamento filosófico dessa época. O primeiro termo sugere o esforço de reconciliação e desenvolvimento de algo novo a partir de elementos por vezes discordantes, enquanto o segundo, além de ter uma conotação negativa em certo tipo de escrita historiográfica, sugere algo mais relacionado ao gosto pessoal de cada filósofo. O período eclético – ou sincrético – da filosofia antiga é frequentemente mal visto pelos historiadores da filosofia mais tradicionalistas e com uma visão hegeliana do desenvolvimento dessa história (como Eduard Zeller [1921, p. 279-302]), e foi visto muitas vezes como a causa do declínio da qualidade da filosofia até então produzida.

Para Zeller (*ibidem*, p. 280-1), há duas causas para o sincretismo filosófico, uma política e outra interna à filosofia. A conquista romana da Grécia e a transferência de mestres gregos para Roma e outras cidades da Itália fez, como vimos, que muitos elementos da cultura grega fossem adotados por Roma. Mas na filosofia, segundo Zeller, essa relação teria se dado sob a dominação da elite econômica romana que contratava esses professores gregos, e isso teria feito com que o caráter e o conteúdo das doutrinas se tornassem mais fluidos e voltados para uma filosofia mais prática, de acordo com as preferências dos romanos. A segunda causa apontada por Zeller seria o fato de que o surgimento de escolas helenísticas rivais, incitando o debate entre elas, teria salientado os pontos em comum das diversas escolas, a despeito de suas diferenças. Esse mesmo fato, o caráter erístico dos debates filosóficos helenísticos, é apontado por Marrou (1965, p. 313) como causa da suposta falta de desenvolvimento da filosofia desse período.

⁶⁸ A escola epicurista se manteve marginal durante esse período (DILLON & LONG, 1988, p. 3).

⁶⁹ Ver, por exemplo, Hatzimichali (2011).

Porém, concordo com Pierluigi Donini (1988, p. 24-6) quando este afirma que há dois problemas nas atribuições causais de Zeller: em primeiro lugar, nem toda a filosofia sincrética era um tipo de pensamento prático-moralizante. Ainda que haja casos assim (e talvez Sêneca seja o melhor exemplo desse tipo de filosofia), o pensamento sincrético é muito mais variado, e as reflexões teóricas e metafísicas não saíram de cena durante o período. Ainda que o aspecto ético seja predominante, há diversas gradações nos diferentes filósofos sobre como a ética se relaciona com outras disciplinas filosóficas. Em segundo lugar, Donini aponta para o fato de que o sincretismo surge mais como a retomada de Platão e, principalmente, Aristóteles, do que como um produto de debates intelectuais entre escolas helenísticas.

Devemos também ter em mente o fato de que as conquistas de Alexandre, com a formação de cidades, e as conquistas romanas, que ajudaram a espalhar os filósofos por outras cidades, fizeram com que novos centros de ensino surgissem, e se tornasse assim mais difícil a manutenção da ortodoxia das escolas, com o conseqüente surgimento de um pensamento sincrético (FREDE, 1999, p. 792).

Uma das características do sincretismo filosófico dessa época é a dialética entre o reconhecimento e a negação das autoridades. Por um lado, Platão e Aristóteles são autores cuja obra deve ser apropriada por inaugurar formas de pensamento e temas de pesquisa que continuam no horizonte dos filósofos. Mas, por outro lado, há também uma certa negação dessa autoridade, que aparece quando os filósofos buscam outras fontes para suas reflexões: reconhece-se, assim, que se há verdades filosóficas em Platão e Aristóteles, não há neles, entretanto, toda a verdade filosófica. Em Ptolomeu, isso transparece claramente no primeiro capítulo do Livro I do *Almagesto*: há uma menção direta a Aristóteles, mas dentro de um projeto ético-matemático remanescente de Platão com alguns elementos estoicos e outros originais do próprio Ptolomeu.

2.2 As diferenças entre Ptolomeu e Aristóteles

Como vimos, o interesse pela filosofia de Aristóteles reaparece com a edição de suas obras por Andrônico, no século I a. C., e dura até o início do século III d. C., aproximadamente. Esse período coincide, *grosso modo*, com aquele do sincretismo

filosófico – essa coincidência foi notada por Andrea Falcon (2017, n. p. [capítulo 2, introdução]), que afirma que

[...] pode-se quase dizer que o retorno a Aristóteles tenha coincidido com um momento extremamente criativo da filosofia antiga, que se revelou capaz de fazer pleno uso da riqueza e ambiguidade daquele [*de Aristóteles*] texto.

Podemos apontar ao menos duas razões para essa coincidência, a partir das sugestões de Falcon: em primeiro lugar, o texto aristotélico é extremamente rico e trata de diversos temas, numa abordagem quase enciclopédica. Note-se que essa abordagem aparece em outros autores do período, como Posidônio, Estrabão e Plínio, o Velho. Em segundo lugar, o texto aristotélico era suficientemente ambíguo para ser usado e adaptado em diferentes contextos e a diferentes doutrinas. Nesse sentido, devemos ter em mente o aspecto textual da filosofia e o fato de que os filósofos interpretam os textos de outros filósofos, tal como mencionamos no capítulo I; diferentes interpretações dos textos aristotélicos foram propostas, e é apenas com Alessandro de Afrodísias (*fl.* século II-III d. C.) que começa a surgir aquilo que Falcon (2017, n. p. [capítulo 2, seção 5]) chama de “aristotelismo sistemático”, baseado na pressuposição de que os textos de Aristóteles são coerentes entre si⁷⁰.

Ptolomeu inicia seu prefácio filosófico ao *Almagesto*, o primeiro capítulo do livro I, com uma distinção entre a filosofia prática e a teórica similar à que Aristóteles faz, para em seguida citar expressamente a divisão aristotélica das ciências. Antes de nos debruçarmos sobre o texto ptolomaico, é útil termos conhecimento de como Aristóteles faz isso.

2.2.1 A classificação das ciências em Aristóteles

Aristóteles procurou sistematizar e organizar o saber produzido até a época em que viveu, como forma de determinar totalmente o real. Hegel (2013, n. p. [capítulo 3, primeira parte, seção 3]) afirma que Aristóteles é “um observador pensante do mundo, capaz de tomar em consideração todos os aspectos do Universo [...]; todos os aspectos do saber

⁷⁰ Ainda assim, Falcon (2017, n. p. [capítulo 2, seção 5]) escreve que, para melhor compreender a influência de Aristóteles na Antiguidade, deve-se “reconhecer que uma leitura autêntica de Aristóteles não existe” e que é melhor falar de “aristotelismos possíveis”.

encontram lugar no seu espírito”. Um dos passos principais daquilo que Hegel vê como a “empíria total” de Aristóteles é a classificação das ciências. Para Pierre Aubenque (2009, p. 80), Aristóteles foi

[...] um prodigioso organizador do saber, ao mesmo tempo preocupado com a generalização, sem a qual não há ciência possível, e respeitoso das diferenças, que não apenas distinguem os indivíduos entre si, mas também impedem de reduzir uns aos outros os grandes gêneros de fenômenos e, conseqüentemente, as ciências que os estudam.

No *corpus* aristotélico, há várias classificações das ciências. Aristóteles inicia a *Metafísica* (2004, p. 5-7 [I, 981a20-982a3]) observando que aqueles que possuem arte, entendida como um sinônimo de ciência, são mais sábios do que aqueles que possuem apenas a experiência. São as necessidades humanas que dão origem às primeiras artes, as úteis, seguidas pelas que geram prazer, e por fim, aquelas relacionadas à contemplação, advindas da atividade de homens livres – Aristóteles dá como exemplo o surgimento da matemática entre os sacerdotes do Egito. Com o passar do tempo, aqueles que detêm esse saber contemplativo (ou teórico) foram considerados como sempre mais sábios que os outros, detentores dos demais saberes. Daí, o Estagirita lança sua primeira classificação das ciências: em primeiro lugar as teóricas, superiores, e depois todas as demais agrupadas sob a denominação de poiéticas (BERTI, 1965, p. 79). Há também, na *Metafísica* (ARISTÓTELES, 2004, p. 73 [II, 993b19-21]), uma classificação das ciências em teóricas e práticas. Noutras vezes ainda, Aristóteles considera como verdadeiras ciências apenas as chamadas ciências teóricas, devido à indeterminação intrínseca, ao caráter probabilístico e à falta de certeza sobre a produção dos efeitos desejados nas ciências práticas e poiéticas (GOURINAT, 2002, p. 593-4). No entanto, a classificação mais conhecida e utilizada, até mesmo pelo maior desenvolvimento que Aristoteles dá a ela, é aquela tripartite dos livros VI e XI da *Metafísica*.

Na *Metafísica* VI 1 e XI 7, Aristóteles divide as várias ciências a partir de um ponto de vista ontológico. Se cada ciência deve examinar um tipo de objeto, é a natureza deste que definirá aquela. A primeira classificação é o esquema tripartite que divide as ciências, a partir do princípio de movimento do objeto, em práticas, poiéticas (ou produtivas) e teóricas. Tanto as ciências práticas quanto as ciências poiéticas tratam das ações, cujo princípio de movimento está no sujeito produtor, e não nelas mesmas; a diferença entre elas se dá no escopo dessas ações: enquanto nas primeiras a ação tem seu início e seu fim

no sujeito, nas segundas essas ações geram algo exterior ao sujeito (REALE, 2004, p. 977). Já os objetos das ciências teóricas têm em si mesmos o princípio de movimento.

Essa classificação baseada no princípio de movimento tem como fundamento uma distinção que Aristóteles faz na *Ética a Nicômaco* (2008a, p. 533 [III, 1112a30-32]), entre aquilo sobre o que podemos deliberar, e aquilo sobre o que não podemos deliberar. Podemos deliberar sobre o que está em nosso poder e sobre o que podemos fazer. Esses são os objetos das ciências práticas e poiéticas: as primeiras incluem a ética e a política, enquanto as segundas incluem a poesia, a medicina e as técnicas diversas (a retórica é uma ciência mista, prático-poiética) (JORI, 2003, p. 284). Grande parte do resto das coisas sobre as quais não podemos deliberar é objeto das ciências teóricas – excluídas as ações de outras pessoas e aquilo que se produz por acaso (GOURINAT, 2002, p. 586-7). Assim, essa primeira classificação baseia-se numa ontologia e leva em conta a distinção entre sujeito e objeto, sendo teóricas as ciências nas quais não há nem pode haver nenhum tipo de influência do observador sobre aquilo que é observado. A questão da distinção entre o sujeito e o objeto na ciência continua sendo tema de debate ainda hoje.

Aristóteles subdivide posteriormente as ciências teóricas em três: teologia, física e matemática. Novamente, os critérios utilizados são de tipo ontológico, mas diverso daquele utilizado na primeira classificação. O Filósofo combina dois critérios dicotômicos: os objetos podem ser (i) separados ou não-separados, e (ii) móveis ou imóveis. Segundo Giovanni Reale (2004, p. 979), o termo “separado” possui três significados na *Metafísica* de Aristóteles: (1) separado da matéria, isto é, transcendente; (2) existente por si, capaz de subsistir sem ser inerente a outra coisa; e (3) separável logicamente ou com o pensamento. Já a dicotomia móvel-imóvel se refere a objetos que podem sofrer mudanças (os objetos móveis) ou não (os objetos imóveis).

Assim, os objetos da teologia são caracterizados como separados e imóveis, enquanto os da física, como separados⁷¹ e móveis. Os objetos da matemática são

⁷¹ A questão da separabilidade ou inseparabilidade dos objetos da física é tema de discussão entre os comentadores de Aristóteles. Segundo Jean-Baptiste Gourinat (2002, p. 1052-3), os manuscritos originais da *Metafísica* VI, 1026a14 trazem o termo grego *achôristos*, que significa “não-separado” ou “não-separável”, e são os intérpretes de Aristóteles que corrigem o texto mudando o termo mencionado para *chôristos* (“separado” ou “separável”); em sua menção ao trecho em questão, Gourinat (2002, p. 596) usa “inseparáveis”. Gourinat afirma que não se pode entender o significado de “separado”, nesse contexto, no sentido de uma substância existente por si só tal como os objetos da teologia, dentro da acepção (1) de Reale – este afirma que se deve entender o termo *chôristos* na acepção (2). De todo modo, tanto Reale quanto Gourinat, se discordam da letra, concordam com o espírito do texto aristotélico, em que os objetos estudados pela física só existem como união individual de forma e matéria, ainda que o objeto da física seja o

caracterizados, à primeira vista, de uma forma um pouco mais dúbia: Aristóteles afirma inicialmente (2004, p. 271 [*Metafísica* VI, 1026a6-10]) que não é claro se os objetos da matemática são separados ou não, mas, de todo modo, são tratados pelos matemáticos como imóveis e separados. Em seguida, a incerteza é dissipada pela declaração de que a matemática lida com objetos imóveis mas não-separados. De fato, a classificação dos objetos matemáticos como não-separados pode ser melhor entendida dentro da controvérsia de Platão e Aristóteles acerca do estatuto da matemática: enquanto o primeiro afirmava a transcendência ideal dos objetos matemáticos, o segundo a negava, mantendo a distinção entre teologia e matemática. Para Aristóteles, os matemáticos tratam de objetos não-separados da matéria, mas considerados como se assim o fossem, por abstração do corpo individual no qual se encontra a propriedade matemática. Assim, a caracterização dos objetos da matemática como “não-separados” se move dentro do campo semântico das acepções (2) e (3) de Reale, mencionada *supra*, enquanto os da teologia e os da física se movem no campo (1) e (2), respectivamente: cada ciência se debruça sobre um “gênero particular do ser” (ARISTÓTELES, 2004, p. 269 [*Metafísica* VI, 1025b19]), mas apenas duas delas (a teologia e a física) têm substâncias como objetos, isto é, entes que possuem existência própria, em si mesmos e não atrelados a outra coisa; os objetos da matemática não têm existência própria, apesar de serem tratados como se a tivessem.

Além de distinguir as ciências, Aristóteles também define a hierarquia entre elas a partir das características ontológicas dos respectivos objetos. Assim, “a ciência mais alta deve ter como objeto o gênero mais alto de realidade” (ARISTÓTELES, 2004, p. 273 [*Metafísica* VI, 1026a21]), isto é, a teologia é a ciência mais alta por tratar do objeto mais elevado, enquanto a física e a matemática tratam de objetos mais baixos, em comparação. Para Aristóteles (2008a, p. 691 [*Ética a Nicômaco* VI, 1139b20-25]), a ciência diz respeito ao que não pode ser diferente do que é, ou seja, ao que é necessário, eterno, não-gerado e incorruptível; desse modo, a teologia é não apenas a ciência mais alta, mas “a ciência”, *stricto sensu*.

Em geral, os comentadores de Aristóteles afirmam que, para ele, a matemática está acima da física. Essa hierarquização, que versa sobre a exatidão das ciências e aparece na *Metafísica* XIII, 1078a9-13 (ARISTÓTELES, 2004, p. 601), é baseada na simplicidade do objeto de estudo da disciplina. Assim, quanto mais simples o objeto, mais exata a ciência

movimento e não as qualidades da matéria *per se* (ARISTÓTELES, 2004, p. 497 [*Metafísica* XI, 1061b6-7]). Utilizo aqui a versão mais comum nas edições de Aristóteles, *chôristos*.

que trata dele. Nessa hierarquia, a física vem depois da matemática, e ambas após a teologia. Porém, Aristóteles afirma, no undécimo livro da *Metafísica* (ARISTÓTELES, 2004, p. 513 [*Metafísica* XI, 1064b1-15]), que a física seria a ciência principal caso não houvesse objetos teológicos, isto é, se não houvesse objetos separáveis e imóveis. Concordo com a interpretação de Jacqueline Feke (2018, p. 14), segundo a qual a separabilidade é, em Aristóteles, um critério logicamente anterior à imobilidade; ora, ambas as ciências, a física e a matemática, compartilham uma das características da teologia, a principal ciência: a física compartilha a separabilidade, e a matemática, a imobilidade; se a física fica acima da matemática no caso da inexistência dos objetos teológicos, isso se deve, então, ao fato de que seus objetos são separáveis. Seja como for, parece haver em Aristóteles um duplo critério de hierarquização das ciências, um baseado na simplicidade e outro na dignidade do objeto – ambos os critérios, porém, são de tipo ontológico. Desse modo, podemos dizer que em Aristóteles, tanto a divisão quanto a hierarquização das ciências se fazem a partir de critérios puramente ontológicos.

2.2.2 As ciências em Ptolomeu

O primeiro capítulo do livro I do *Almagesto* pode ser considerado um pequeno tratado filosófico, e a suma do pensamento de Ptolomeu. Apesar de conciso (cinco páginas na edição bilíngue de Halma [PTOLOMEU, 1813], três na tradução de Toomer [*idem*, 1984]) o prefácio filosófico do capítulo 1 é, sem dúvida, a parte do *Almagesto* – um rigoroso tratado técnico de astronomia matemática para iniciados – onde mais aparecem as ideias e a pessoa de Ptolomeu.

Nesta parte do livro, Ptolomeu trata basicamente de dois temas: a organização da filosofia e o valor ético da matemática e da astronomia (TAUB, 1993, p. 19). Trataremos aqui de como Ptolomeu classifica as partes da filosofia, e de como essa classificação opera a mencionada dialética entre reconhecimento e negação das autoridades, especialmente Aristóteles.

A primeira distinção que Ptolomeu faz, logo no início do prefácio, é aquela entre as duas partes da filosofia, a prática e a teórica (PTOLOMEU, 1984, p. 35 [H5]). Além disso, Ptolomeu também aprova os filósofos que fizeram essa distinção. Duas considerações devem ser feitas: em primeiro lugar, Ptolomeu retoma aqui uma distinção

comum aos filósofos a ele contemporâneos, entre uma parte teórica e outra prática da filosofia. Como vimos, entre as muitas classificações das ciências propostas por Aristóteles, na *Metafísica* II há uma igual àquela feita por Ptolomeu. Por isso, a maioria dos comentadores tende a ver nessa primeira distinção ptolomaica uma cópia das ideias aristotélicas. Assim, já na Antiguidade, cerca de duzentos anos após Ptolomeu, Téon de Alexandria (1821, p. 3) escreve que

[...] Ptolomeu começa por aprovar aqueles que fizeram essa distinção, dizendo: é com razão que se separa a teoria da prática. Nisso, ele quer falar dos peripatéticos, pois, em seguida, fazendo menção à Aristóteles [...], ele diz que se este fez uma distinção justa, é esta [...], que toda filosofia consiste em prática e teoria.

Para Boll (*apud* FEKE, 2018, p. 15), Ptolomeu tinha a *Metafísica* de Aristóteles à sua frente quando escreveu o seu prefácio filosófico. Também Pedersen (2011, p. 27) remete a distinção ptolomaica àquela aristotélica, fazendo menção ao passo de Téon *supra*. No entanto, Liba Taub (1993, p. 19-21) mostrou que essa primeira distinção, ainda que possa ser derivada de Aristóteles, apresenta diferenças importantes em relação às ideias do Estagirita.

Segundo Taub (*ibidem*, p. 19), é possível localizar um eco dessa distinção ptolomaica naquela que Aristóteles faz entre virtudes intelectuais e virtudes práticas, feitas na *Ética a Nicômaco* (2008a, p. 481 [I-II, 1103a1-30]). Ali, Aristóteles afirma que algumas virtudes são intelectuais e outras são éticas. Enquanto as primeiras nascem e se desenvolvem a partir do ensinamento, as segundas nascem do hábito (*ethos*). Agora, para afirmar que Ptolomeu retoma a distinção aristotélica, é necessário considerar que este iguala a partes da filosofia com as virtudes aristotélicas. Essa passagem seria possível, porque Aristóteles considera a sabedoria (*sofia*), uma das virtudes intelectuais, como uma forma de conhecimento (*episteme*). Além disso, Taub menciona trechos da *Metafísica* onde parece haver certa sinonímia entre *filosofia* e conhecimento/ciência (*episteme*): ao tratar da superioridade da física sobre a matemática no caso em que não houvesse a teologia, Aristóteles (2004, p. 273 [*Metafísica* VI, 1026a25-30]) afirma que, existindo “uma substância imóvel, a ciência dela será anterior [às outras ciências] e será filosofia primeira”.

Contudo, acredito, com Taub (1993, p. 21), que essa relação de sinonímia é um argumento fraco para sustentar que Ptolomeu transforma uma distinção entre virtudes em

uma distinção entre ciências. Que os comentadores creditem essa distinção ptolomaica a Aristóteles é algo que deve ser entendido mais no sentido de um desconhecimento de que essa distinção era lugar comum na filosofia sincrética do período em questão. Filósofos de diversas escolas dividiam a filosofia numa parte prática e outra teórica – frequentemente omitindo a parte poiética da filosofia (FEKE, 2018, p. 15). Assim, ainda que essa distinção possa ser remetida, em última análise, a Aristóteles, não se deve perder de vista que é mais provável que Ptolomeu simplesmente estivesse se utilizando de um ideário comum na filosofia helenística e imperial.

Taub menciona ainda mais um argumento para negar uma origem direta da divisão ptolomaica nas noções aristotélicas. Para ela, os comentadores que afirmam tal origem se esquecem de que Aristóteles (2008a, p. 435 [*Ética a Nicômaco* I, 1094b1-10]) menciona que alguns conhecimentos práticos, como a política, necessitam de estudo, enquanto Ptolomeu (1984, p. 35 [H5]) declara que a parte prática da filosofia não necessita de educação, sendo essa requerida apenas na parte teórica.

É preciso levar em conta que as próprias concepções de Aristóteles sobre o conhecimento mudaram durante sua vida – essa é a principal causa, aliás, da multiplicidade de concepções sobre a classificação das ciências. Geoffrey Lloyd (2007, p. 300-1) mostra como Aristóteles acaba por desenvolver um ideal de demonstração que depende do objeto de estudo, e que a demonstração pode ser mais ou menos rigorosa e necessária dependendo justamente da natureza desse objeto. Lloyd exemplifica essa “dutilidade” da prática científica aristotélica – e devemos ter em mente justamente o aspecto da *prática*, já que nela Aristóteles se desviaria por vezes do ideal demonstrativo exposto nos *Analíticos posteriores* – através daquilo que Aristóteles, em sua *Retórica*, denomina *entinema*, ou uma demonstração retórica. Ainda que essa demonstração não parta de premissas indemonstráveis e não se conforme às regras do silogismo, é capaz de produzir conhecimento ao esclarecer pontos obscuros de um discurso.

Esse tipo de exemplo mostra que em Aristóteles há conhecimentos práticos, que, como tais, demandam estudo – diferentemente do que afirma Ptolomeu, segundo o qual a instrução é uma condição necessária apenas dos conhecimentos teóricos. É bastante provável que essas concepções aristotélicas fossem conhecidas por Ptolomeu, se considerarmos que, quando escreve, os estudos aristotélicos reiniciados com Andrônico já tinham cerca de dois séculos. Isso parece reforçar a avaliação de que Ptolomeu parte de um vocabulário e de uma problemática aristotélicas, mas maneja esses elementos ao seu modo.

Como vimos no capítulo anterior, podemos caracterizar a terceira fase da relação entre astronomia e filosofia como aquela em que os astrônomos e matemáticos atuam no campo filosófico. A avaliação de que Ptolomeu está dialogando com a produção filosófica de sua época é reforçada por duas similaridades, uma mais geral e outra mais específica – notadas respectivamente por Jaap Mansfeld (1994; 1998) e por Feke (2018) – entre o prefácio filosófico do *Almagesto* e, primeiro, os usos literários da época, e, segundo, o *Manual do platonismo* (ou *Didaskalikos*), de Alcino.

Segundo Mansfeld (1994, p. 10-1), boa parte da literatura filosófico-científica da Antiguidade, principalmente no fim do período imperial, utilizavam o que ele chama de *schema isagogicum* (ou *esquema introdutório*), uma série de temas preliminares tratados pelos autores em suas introduções aos seus livros. O *schema* não era rigidamente padronizado, mas questões como o tema do trabalho, o propósito do autor, a explicação do título, a parte da filosofia à qual o tratado pertence etc., eram frequentes nas introduções. Mansfeld (1998, p. 68) nota que o prefácio de Ptolomeu mobiliza várias dessas questões, como o propósito do *Almagesto*, sua utilidade, a posição que o tema ocupa dentro da filosofia e o público ao qual se dirige. A utilização desse esquema retórico posiciona Ptolomeu dentro da cultura literária de seu tempo.

Outra similaridade, dessa vez mais específica, foi notada por Feke (2018, p. 30-5). Segundo ela, havia não somente uma similaridade geral entre o prefácio do *Almagesto* e a cultura literária geral, mas também uma entre aquele e um tipo específico de literatura filosófica, o manual. Feke afirma que as semelhanças são especialmente grandes com o *Manual* de Alcino.

Pouco se sabe desse último, e, em sua introdução à edição do *Manual*, John Whittaker (*apud* ALCINO, 1990, p. xiii) escreve que se pode situar cronologicamente a obra por volta do ano de 150 d. C. – Alcino seria um contemporâneo de Ptolomeu. Nos primeiros capítulos de seu *Manual*, Alcino (1990, p. 1-4) define o que entende por filosofia, mostra as diferenças entre a vida ativa e a vida contemplativa, e define os tipos de conhecimento a elas relativos: o conhecimento prático para a primeira, e o teórico para a segunda. Ptolomeu (1984, p. 35 [H5]) também faz algo semelhante ao falar dos “genuínos filósofos”, estabelecendo o que entende por filosofia perante um público educado filosoficamente – Feke (2018, p. 30) afirma que “a imitação de um manual filosófico por Ptolomeu deve ter sido aparente para qualquer filósofo contemporâneo” –, além de propor a distinção da filosofia em uma parte prática e outra teórica; ambos omitem o domínio

produtivo, como, ademais, era prática comum, como vimos. Tal como Ptolomeu, também Alcino participa da cultura filosófica geral de seu tempo, e seu tratado desenvolve uma filosofia sincrética, unindo elementos platônicos, aristotélicos e estoicos.

Por que Ptolomeu utiliza a forma do manual filosófico? Feke (*ibidem*) dá duas respostas possíveis: a primeira, é que talvez Ptolomeu fosse um leitor assíduo de manuais filosóficos e estivesse simplesmente reproduzindo, porventura inconscientemente, uma forma textual que lhe era comum. A segunda é mais rica de possibilidades: Ptolomeu, naquilo que Nathan Sidoli (2018, p. 373) considera uma tendência a mostrar o valor da matemática para a filosofia, teria decidido introduzir sua obra de astronomia matemática com um prefácio filosófico moldado nos manuais de filosofia com intenções polêmicas contra os filósofos. Seu propósito seria justamente mostrar que o tipo de conhecimento produzido pelos filósofos, a física e a teologia, não produzem conhecimento – e que apenas a matemática pode produzi-lo.

Mas podemos acrescentar uma terceira resposta: Ptolomeu utiliza a forma do manual filosófico porque escreve para filósofos – ou, no mínimo, pessoas com educação filosófica – e, sobretudo, porque se vê como filósofo. No *Manual*, Alcino (1990, p. 1) afirma que o filósofo deve ser “livre de espírito” para contemplar as “realidades humanas e divinas”; Ptolomeu (1984, p. 37 [H8]) diz algo semelhante: seu estudo é movido pelo “amor da contemplação do que é eterno e imutável”, e, assim, podemos conjecturar que Ptolomeu devia ver a si mesmo como filósofo. Essa opinião é compartilhada por Germaine Aujac (2012, p. 31), que afirma que Ptolomeu é mais “filósofo do que matemático” em certas partes do *Almagesto*. É o filósofo Ptolomeu que subverte a classificação aristotélica das ciências e dá à astronomia, por se utilizar da matemática, um papel privilegiado.

A originalidade do pensamento de Ptolomeu começa a aparecer na segunda divisão que ele opera no seu prefácio filosófico, aquela da filosofia teórica em três partes distintas: teologia, física, matemática (PTOLOMEU, 1984, p. 35-6 [H5-6]). Também essa divisão é vista pelos comentadores como uma simples retomada daquela feita por Aristóteles na *Metafísica* – o que é compreensível, considerando que o próprio Ptolomeu afirma que Aristóteles faz essa divisão. Como vimos acima, o Estagirita considera que a teologia é a parte da filosofia teórica que lida com os objetos separados e imóveis, enquanto a física lida com aqueles separados e móveis, e a matemática, por sua vez, com aqueles não-separados e imóveis. Podemos perceber dois tipos de discordância de Ptolomeu em relação a Aristóteles no que tange à divisão das ciências teóricas: em

primeiro lugar, diferenças de definição, e, em segundo, diferenças na relação entre as disciplinas.

2.2.2.1 A definição das ciências em Ptolomeu

Em relação à teologia, Ptolomeu concorda com Aristóteles acerca do seu objeto de estudo, ainda que Taub (1993, p. 22) afirme que, mesmo que ambos os autores “tenham a mesma coisa em mente, a linguagem de Ptolomeu não é particularmente imitativa daquela de Aristóteles”. Ptolomeu (1984, p. 35 [H5]) afirma que a teologia é a parte da filosofia teórica que investiga “a primeira causa do primeiro movimento do Universo”, e que essa pode ser pensada como uma “divindade imóvel e invisível”. Essa última qualificação é importante: Ptolomeu afirma que o objeto da teologia está completamente separado da percepção sensível, e pode ser apenas imaginado. Na *Física*, Aristóteles (2011, p. 741 [VIII, 267a15-b26]), afirma que o Primeiro Motor é “indivisível, sem partes e sem grandeza”. Ambos os autores também concordam a respeito da região em que se encontra a divindade, ou o Primeiro Motor: para Aristóteles, essa região é a circunferência do mundo, e, para Ptolomeu, “acima, nos limites do Universo” (1984, p. 35 [H5]).

Quanto à física, a concordância em relação à definição é um pouco menor. Ptolomeu afirma que a física é a parte da filosofia teórica que estuda a “qualidade material e sempre variável, como a brancura, o calor, a doçura, a moleza e outras desse gênero” (1984, p. 36 [H6])⁷², enquanto em Aristóteles a física é relacionada àquilo que é sujeito ao movimento, à mudança. De fato, numa das definições de física que o Estagirita dá, é justamente o movimento, a mudança, aquilo que caracteriza a disciplina (ARISTÓTELES, 2004, p. 497 [*Metafísica* XI, 1061b6-7]); de maneira similar, na *Física*, Aristóteles (2011, p. 188-9 [II, 193b22-35]) afirma que o que distingue o matemático do físico é justamente a atenção que o último dá ao movimento, ao invés da abstração da mudança feita pelo matemático. Assim, Ptolomeu define a física de uma maneira um pouco diversa da maneira como o faz Aristóteles: para o primeiro, o que tem importância são as qualidades, enquanto para o segundo, é o movimento. Taub (1993, p. 23) afirma que é possível considerar que Ptolomeu concorda com Aristóteles ao mencionar que o objeto

⁷² Neste trecho, sigo algumas soluções linguísticas da tradução do *Almagesto* feita por Halma (PTOLOMEU, 1813).

da física é “sempre variável”, ou seja, está sujeito ao movimento; acredito, contudo, que esse ponto é secundário, e que o importante a ser notado aqui é o foco de Ptolomeu nas qualidades e não, como Aristóteles, no movimento. Tal como para a teologia, também no caso da física, Ptolomeu (1984, p. 36 [H6]) dá a região dos seus objetos: essa ordem do ser “está situada (em sua maior parte) entre os corpos corruptíveis e abaixo da esfera lunar”.

Não é muito claro o que Ptolomeu quer dizer ao especificar que os objetos da física estão *em sua maior parte* na esfera sublunar. Proponho duas hipóteses, uma epistemológica e outra ontológica. Segundo o *Manual* de Alcino (1990, p. 4), a física “estuda o movimento dos astros, suas revoluções e seus retornos periódicos, e a organização do nosso mundo”; assim, sob o domínio da física estariam também os objetos supralunares. Ptolomeu pode ter esse tipo de consideração epistemológica em mente ao fazer a sua especificação sobre os objetos da física. A outra hipótese é ontológica e pode ser baseada na teoria de Ptolomeu sobre a influência dos astros celestes sobre os acontecimentos terrestres.

Em *Tetrabiblos*, Ptolomeu (1998) mobiliza diversas concepções para explicar a influência dos planetas e estrelas sobre o que acontece no mundo. Alguns signos são fêmeos e outros são machos, alguns planetas são noturnos e outros são diurnos, e exercem influência a partir da mistura de elementos que contêm em si. Mas naquela que talvez seja a principal explicação para essa influência, os planetas e estrelas emitem raios para a Terra, a chamada *actinobolia*. Ptolomeu não explica como são formados e emitidos esses raios, e Barton (1994, p. 108) afirma que astrólogos anteriores também não deram maiores explicações sobre esse processo. No terceiro livro, ao tratar de como as configurações astrais influenciam características como a fisionomia, Ptolomeu (1998, p. 239 [3.12]) afirma que “o corpo é mais material que a alma”, o que nos deixa entender que a alma também é material. Essa interpretação é confirmada por Feke (2018, p. 180), que mostra como Ptolomeu defende, em seu *Sobre o critério e o hegemonikon*⁷³ (PTOLOMEU, 1981; 1989) – considerado o primeiro escrito de Ptolomeu⁷⁴, entre aqueles que restaram –, uma

⁷³ Ainda que Paola Manuli (*apud* PTOLOMEU, 1981), a tradutora da versão italiana do texto ptolomaico, traduza *hegemonikon* por *princípio*, prefiro seguir o uso dos tradutores do grupo de Liverpool-Manchester (PTOLOMEU, 1989) e de Jacqueline Feke e Alexander Jones (2010), mantendo a versão transliterada *hegemonikon*. Marilena Chaui (2010, p. 561), ao tratar da psicologia estoica, não traduz o termo, e também traz *hegemonikon*. Acredito que esse uso, ainda que arbitrário, ao menos tem a vantagem de localizar o conceito no seu contexto de surgimento, a filosofia estoica. Sobre as acepções de *hegemonikon* em Ptolomeu e a escolha pela tradução *princípio*, ver a nota 27 de Manuli (*apud* PTOLOMEU, 1981, p. 88).

⁷⁴ Toomer (1981, p. 201) coloca em dúvida a autoria desse escrito. Para ele, o estilo do *Sobre o critério* guarda poucas semelhanças com outros escritos ptolomaicos. Toomer adiciona, porém, que não há nada nesse escrito que entre em conflito com as posições filosóficas de Ptolomeu, expressas especialmente no

psicologia materialista, afirmando que a alma é composta por partículas finas. Além disso, Feke (*ibidem*) mostra como Ptolomeu, no mesmo escrito, adere a uma concepção comum entre os filósofos helenistas, de que tudo aquilo que exerce ou sofre ação é um corpo; sendo assim, a alma também é corpo. Logo, para que a *actinobolia* se exerça sobre a alma, é necessário que os raios emitidos pelos corpos celestes sejam, de alguma forma, materiais. Haveria assim, ainda que de um modo não muito claro, objetos materiais na região supralunar.

A maior discordância quanto à definição das ciências teóricas se dá, contudo, em relação à matemática. Ptolomeu se mostra bastante certo sobre como definir a matemática, diferentemente de Aristóteles (TAUB, 1993, p. 23); para Ptolomeu, a matemática é a parte da filosofia teórica que estuda “as qualidades concernentes às formas e aos movimentos locais, e que serve para investigar a forma, o número, o tamanho, o lugar, o tempo etc.” (PTOLOMEU, 1984, p. 36 [H5]). Como vimos, Aristóteles expressa alguma incerteza sobre a matemática, se seus objetos são separados ou não – e termina por afirmar que o trabalho do matemático é fundamentado em uma *ficção*: ele estuda os objetos matemáticos *como se* fossem separados. Na *Física*, Aristóteles (2011, p. 188-9 [II, 193b22-35]) fala da abstração que o matemático deve fazer ao estudar seu objeto separado da matéria pelo pensamento. Em outra passagem da *Metafísica*, o Estagirita afirma que a matemática lida com “entes não sujeitos ao devir” (ARISTÓTELES, 2004, p. 513 [XI, 1064a30-5]). Para Taub (*ibidem*, p. 24), esse caráter um tanto hesitante das definições da matemática denota que Aristóteles era mais incerto do que Ptolomeu quanto à natureza da matemática. Podemos acrescentar que Ptolomeu, ao filosofar de maneira sincrética, adota uma instância que transcende, de certa forma, a querela entre Platão e Aristóteles sobre a natureza dos objetos matemáticos, como veremos.

A definição da matemática feita por Ptolomeu parece incluir nela aquilo que em Aristóteles é parte da física: o estudo do movimento, das mudanças. Esse ponto causa discordância entre os comentadores: Pedersen (2011, p. 27) não vê nenhum problema nela, e afirma que a definição ptolomaica da matemática está de acordo com a doutrina aristotélica. Já Feke (2018, p. 17) afirma que o passo de Ptolomeu mostra, sim, que para ele a matemática também estuda o movimento, tal como a física para Aristóteles, e que não é claro o que Ptolomeu quer dizer quando fala sobre “qualidades concernentes às formas e

capítulo primeiro do livro I do *Almagesto*. Para uma discussão sobre a ordem de composição dos textos ptolomaicos, ver Feke & Jones (2010, p. 198-201).

movimentos”. Taub (1993, p. 23) não menciona esse conflito de definições, mas adota uma interpretação do texto ptolomaico um pouco diversa: para ela, o que Ptolomeu quer dizer é que a matemática pode clarificar as qualidades que dizem respeito à forma e à mudança (que são objetos da física), através do estudo da quantidade, tamanho, tempo etc. De fato, a relação da matemática com a física (e com a teologia) passa pela questão epistemológica do caráter controverso ou não do conhecimento produzido por cada uma dessas partes da filosofia teórica.

2.2.2.2 A relação entre as ciências em Ptolomeu

Após definir a matemática, Ptolomeu (1984, p. 36 [H6]) diz que o objeto dela fica, por assim dizer, entre o da teologia e o da física⁷⁵. Duas são as razões para essa afirmação: em primeiro lugar, Ptolomeu afirma que o objeto da matemática pode ser “concebido tanto com a ajuda dos sentidos quanto sem ela”, e, em segundo, que esse objeto

é um atributo de todas as coisas existentes, sem exceção, tanto mortais quanto imortais: pois naquelas coisas que mudam perpetuamente na sua forma inseparável, muda com elas; naquelas coisas que tem uma natureza etérea, ela mantém a sua forma imutável constante (PTOLOMEU, 1984, p. 36 [H6]).

Com isso, Ptolomeu propõe uma nova relação entre as disciplinas, que baseará todo seu edifício científico e fundamentará sua preocupação ética.

Em seu comentário ao *Almagesto*, Téon de Alexandria faz uma leitura bastante aristotélica desse passo. Para ele, Ptolomeu está fazendo menção à abstração da matéria que o matemático deve fazer, segundo Aristóteles. Para Téon, todos os objetos da física, sendo limitados, possuem matéria, forma e movimento. Os objetos matemáticos, segundo Téon, são investigados a partir da abstração que se faz do corpo. Esse processo de abstração faria com que o matemático partisse de conceitos ligados à percepção sensível até chegar ao elemento que requer apenas o pensamento:

⁷⁵ A tradução de Halma é mais explícita, e traz que a própria “ciência matemática”, e não o seu objeto, fica entre a teologia e a física (PTOLOMEU, 1813, p. 2-3).

[...] concebemos a superfície, sem consideração do sólido, e a linha, sem pensar no plano; enfim, reduzindo sempre mais, chegamos ao ponto considerado separadamente do comprimento que restava à linha, para chegar ao elemento mais simples, desnudado de toda grandeza (TÉON DE ALEXANDRIA, 1821, p. 5).

Também Taub (1993, p. 25) faz referência a essa teoria da abstração, ao comentar que Ptolomeu quis dizer que a matemática pode ser estudada com ou sem a ajuda de recursos visuais, como diagramas, por exemplo.

Outra interpretação possível é aquela que vê na matemática um intermediário entre o mundo sensível e o mundo inteligível, a partir de um ponto de vista platônico. Como vimos no capítulo anterior, Platão concebia que o trabalho dos geômetras estava numa posição intermediária entre o mundo sensível e o mundo inteligível: se, por um lado, procedem no mundo das Ideias, por outro, por não poderem justificar cabalmente seus “primeiros princípios”, ainda estão num nível de conhecimento inferior. Essa ideia platônica poderia aparecer em Ptolomeu e explicar tanto a menção ao fato de que o objeto da matemática pode ser concebido com ou sem os sentidos, quanto o caráter intermediário da disciplina.

Feke (2018, p. 24) afirma que Ptolomeu, em sua caracterização da matemática, está dialogando com Aristóteles, mas não apenas através da teoria da abstração, e sim também através da teoria aristotélica da percepção. Aristóteles (1991, p. 151-2 [*De anima* II, 418a10-20]), divide aquilo que pode ser percebido pelos sentidos em *próprio* e *comum*: “um é próprio de cada sentido, enquanto o outro é comum a todos”. Os sensíveis próprios só podem ser apreendidos por um sentido, como a cor pela visão, o som pelo ouvido e o gosto pelo paladar. Já os sensíveis comuns podem ser apreendidos por mais de um sentido, como o movimento, a figura e a grandeza.

Essas ideias aparecem também no *Sobre o critério e o hegemonikon*. Nele, Ptolomeu delinea um critério para a verdade, com o fim de se alcançar um método para a obtenção do conhecimento (PTOLOMEU, 1981, p. 75-7). Para ele, o processo cognitivo é como um tribunal que possui cinco componentes: aquilo que é julgado, ou o que é; aquilo através do qual é julgado, ou a percepção dos sentidos; aquilo que julga, ou o intelecto; aquilo pelo qual é julgado, ou a razão; e aquilo para o que é julgado, ou a verdade. Tal expediente de se elencar “componentes” do processo cognitivo também aparece em autores contemporâneos, como Sexto Empírico e Alcino. No esquema ptolomaico, os órgãos dos

sentidos percebem um objeto, cuja representação (*phantasia*⁷⁶) é levada até a faculdade racional para ser julgada. De acordo com o grau de compreensão do objeto e de seu julgamento pela razão, o conhecimento obtido pode ser uma opinião (*doxa*) ou conhecimento propriamente dito (*episteme*). É interessante notar que Ptolomeu utiliza aqui termos platônicos para distinguir os tipos de julgamento do objeto e o conhecimento dali resultante.

O sincretismo de Ptolomeu se manifesta quando este faz referência à teoria dos sensíveis próprios e comuns de Aristóteles; os sensíveis próprios são aqueles específicos de cada sentido:

Por si mesma, cada faculdade diz por natureza a verdade, quando se volta apenas sobre a sua qualidade específica, sem ser desviada por juízos complexos [*envolvendo outras qualidades*]. Como quando a vista vê as cores, o ouvido ouve os sons, o paladar os sabores, o olfato os odores, o tato as qualidades (PTOLOMEU, 1981, p. 83).

Em seguida, Ptolomeu (1981, p. 83) descreve os sensíveis comuns fazendo menção às situações em que “das mesmas coisas há muitas apreensões, como, nos sensíveis, da grandeza, da quantidade, da forma, da posição, da ordem, do movimento”. Esses atributos são praticamente os mesmos que Ptolomeu mobiliza no *Almagesto* como exemplo daquilo que a matemática investiga: “forma, o número, o tamanho, o lugar, o tempo etc.” (PTOLOMEU, 1984, p. 36 [H5]). Dado que os sensíveis comuns são apreendidos por mais de um sentido, o intelecto tem a opção de considerá-los em relação a um sentido apenas, ou mesmo independentemente dos sentidos. Feke (2018, p. 24-5) afirma que acredita que Ptolomeu tinha isso em mente ao afirmar que o objeto da matemática pode ser “concebido tanto com a ajuda dos sentidos quanto sem ela”. Sua interpretação me parece adequada, considerando que Ptolomeu conhecia a teoria da percepção aristotélica e a retomou através de exemplos no *Sobre o critério* e no *Almagesto*.

Assim, o primeiro argumento de Ptolomeu acerca da posição da matemática se baseia no fato de que, enquanto o objeto da teologia é imperceptível e o da física é perceptível, seu objeto pode ser pensado como perceptível ou imperceptível. Como nota Feke (2018, p. 17), essa classificação leva em conta, logo, não apenas os aspectos ontológicos dos objetos das ciências, mas também o aspecto epistemológico. Dessa forma,

⁷⁶ Manuli (*apud* PTOLOMEU, 1981, p. 76) traduz *phantasia* por “representação”. Ptolomeu (*ibidem*) define a *phantasia* como “a impressão [sensível] e a sua transmissão ao intelecto”.

enquanto a querela entre Platão e Aristóteles sobre a natureza da matemática se baseia apenas em considerações ontológicas, Ptolomeu se afasta de certa forma dessa discussão ao utilizar o critério epistemológico da percepção para diferenciar a matemática das outras disciplinas. Isso nos leva ao segundo argumento relativo à posição da matemática entre as duas outras divisões da filosofia teórica.

O segundo argumento de Ptolomeu sobre o lugar da matemática entre a teologia e a física é baseado no fato de que os atributos matemáticos estão presentes tanto nos objetos da teologia quanto naqueles da física. Ptolomeu afirma que, nas coisas mortais, os atributos matemáticos mudam de acordo com a mudança constante à qual estão sujeitos os objetos da física. Mas é sobretudo em relação à teologia que a matemática exerce uma função importante: Ptolomeu afirma que a matemática mantém constante a forma imutável dos objetos da teologia. Veremos na próxima seção em que consiste essa função da matemática em relação à teologia, mas por ora cabe um esclarecimento sobre a terminologia de Ptolomeu.

À primeira vista, parece haver certa confusão em Ptolomeu: primeiro, ele afirma que o objeto da teologia é imperceptível e se localiza nos limites do Universo, o que nos faz pensar que ele se refere ao Primeiro Motor aristotélico. Depois, Ptolomeu escreve, ao se referir aos objetos da teologia, que a matemática mantém constantes os atributos dos objetos que possuem uma natureza etérea. Podemos identificar esses objetos com os astros celestes. De fato, no *De caelo*, Aristóteles (2008b, p. 357 [II, 7, 289a10-5]) havia afirmado que os astros eram constituídos por éter, e Ptolomeu (1984, p. 40 [H14]) também afirma o mesmo no *Almagesto*. Seria estranho se Ptolomeu escrevesse que os astros são imperceptíveis. Para Feke (2018, p. 18), os dois argumentos de Ptolomeu são incompatíveis. Não creio que assim seja, e, novamente, o sincretismo da filosofia de Ptolomeu nos ajuda a contextualizar suas ideias: quando fala que o objeto da teologia é imperceptível, Ptolomeu está fazendo uma alusão à doutrina aristotélica; quando fala dos objetos de natureza etérea e menciona sua constância, Ptolomeu está se movendo dentro de um terreno platônico que vê os astros como seres divinos – e não apenas platônico, dado que também Aristóteles (2008b, p. 362 [*De caelo* II, 292b1-5]) considerava os astros como entes animados, ainda que não divinos. Assim, pode parecer que Ptolomeu inicialmente dá uma definição circunscrita do objeto da teologia, e em seguida, uma definição mais ampla, que também incluiria os corpos celestes como participantes, de certa forma, do caráter

daquilo que é divino e possuindo suas características. Essa inclusão é importante por permitir que Ptolomeu dê à astronomia um lugar privilegiado em sua filosofia.

2.3 A posição epistemológica da matemática e a função ética da astronomia

Como vimos, Aristóteles utilizava um critério ontológico para classificar as ciências teóricas – assim, a importância da ciência é dependente da importância de seu objeto de estudo. Pelo critério ontológico da dignidade, para Aristóteles a teologia é a ciência mais elevada, e isso por tratar do objeto mais elevado. A seguir, viria a física, cujos objetos compartilham a separabilidade – ainda que não a imobilidade – daqueles da teologia, e, por fim, a matemática. Ptolomeu subverte essa classificação, de uma maneira completamente nova e sem precedentes na filosofia antiga.

Ptolomeu havia afirmado que a matemática pode ser concebida com ou sem os sentidos, e que ficaria, por assim dizer, entre a teologia e a física. Essa caracterização não coloca, entretanto, a matemática como a segunda ciência teórica, numa adaptação mais ou menos consciente da hierarquia aristotélica baseada no critério da simplicidade do objeto. Pelo contrário: logo após falar do caráter “intermediário” da matemática entre a teologia e a física, Ptolomeu (1984, p. 36 [H5]) afirma que a teologia e a física produzem apenas conjectura (*eikasia*), e que a matemática – e apenas ela – produz conhecimento “certo e livre de dúvidas”.

Há três questões epistemológicas nesse passo de Ptolomeu, que podem ser contextualizadas no panorama da filosofia antiga. Em primeiro lugar, a afirmação de que a matemática produz conhecimento inequívoco era lugar-comum na filosofia antiga, e pode ser remetida a uma difusa influência platônica sobre Ptolomeu – hipótese também adotada por Pedersen (2011, p. 28), que, como vimos, afirma que o caráter perfeito da verdade matemática causava profunda impressão em Platão e em Ptolomeu. Em segundo lugar, a hipótese de que a teologia e a física produzem apenas conjecturas, ainda que vá contra boa parte da filosofia antiga, pode encontrar precedentes filosóficos: no caso da teologia, as ideias de Xenófanes contrárias ao antropomorfismo e à impossibilidade de um conhecimento certo sobre os deuses fornecem um paradigma para a especulação teológica posterior; no caso da física, a impossibilidade de se obter um conhecimento certo da matéria se mostra já no pensamento de Parmênides, e, em Platão, o estudo dos objetos

físicos é apenas *doxa*. No entanto, é o terceiro ponto da avaliação da matemática feita por Ptolomeu que deve nos chamar a atenção: a afirmação de que apenas a matemática produz conhecimento sólido é algo inédito na filosofia antiga. Como escreve Feke (2018, p. 4), essa posição epistemológica de Ptolomeu deve ter parecido “extremamente controversa” para seus leitores, mesmo aqueles que compartilhavam sua alta consideração pela matemática.

Para afirmar que apenas a matemática produz conhecimento certo, Ptolomeu adota o critério epistemológico que mencionamos acima, de como se dá a percepção dos objetos de cada ciência. Como vimos, esse critério coloca o objeto da teologia como imperceptível, e o da física como perceptível. Em relação à física, Ptolomeu acrescenta que não se pode obter conhecimento certo nela por causa da “natureza instável e obscura” do seu objeto. É interessante notarmos que Ptolomeu não se refere apenas ao caráter “obscuro” da matéria, uma tópica comum da filosofia antiga, mas também à “natureza instável” dessa, como um empecilho a que a física produza conhecimento. Pedersen (2011, p. 28) apenas menciona certo estranhamento na inclusão da corruptibilidade como obstáculo ao conhecimento, mas Feke (2018, p. 38-9) vê nesse passo uma possível contradição no pensamento de Ptolomeu. Ora, se, como ele afirma no *Sobre o critério e o princípio*, não pode haver erro na apreensão dos sensíveis próprios (PTOLOMEU, 1981, p. 83), então os objetos da física – sensíveis próprios – deveriam ser passíveis de uma apreensão produtora de conhecimento, e não de uma conjectura, como Ptolomeu afirma no *Almagesto*.

Não me parece, entretanto, que haja contradição no pensamento de Ptolomeu nesse ponto. De fato, ao definir a física, Ptolomeu afirmou que seus objetos estão *em sua maior parte* na esfera sublunar. Isso quer dizer que há também objetos físicos – perceptíveis, sensíveis próprios da visão – na esfera supralunar. Esses objetos, diferentemente daqueles da esfera sublunar, não estão sujeitos à corrupção, e sua percepção, tal qual afirmava Ptolomeu em seu *Sobre o critério*, não produz erro. Na mesma obra, e em acordo com o *De caelo*, Ptolomeu também escrevia que o éter em que consistem os corpos supralunares estão “sempre no mesmo estado” (*ibidem*, p. 84). O que parece haver, assim, é uma especificação no *Almagesto* de uma cláusula presente em *Sobre o critério*: os sensíveis próprios não produzem erro quando não estão sujeitos à corrupção.

A concepção ptolomaica da teologia como uma disciplina que produz apenas conjecturas é completamente diferente das concepções platônica e aristotélica. Em Platão, a teologia é o conhecimento mais alto, o conhecimento por excelência, por lidar

diretamente com as Ideias – enquanto disciplinas como a física, relegadas ao mundo das aparências, poderiam produzir apenas opinião, e disciplinas matemáticas, como a astronomia, serviriam como propedêutica justamente ao estudo mais elevado, a contemplação da Ideia do Bem. Em Aristóteles, a teologia é a disciplina mais elevada a partir de seus dois critérios ontológicos: seu objeto é o mais importante de todos, e, ao mesmo tempo, o mais simples, permitindo o conhecimento com maior exatidão. A teologia se torna, em Ptolomeu, produtora de conjecturas devido à utilização de um critério epistemológico, baseado na percepção, para distinguir e classificar as ciências teoréticas.

Podemos ver ainda uma outra razão – externalista, se assim quisermos – para o veredito ptolomaico da teologia como uma disciplina produtora de conjecturas. Segundo Pedersen (2011, p. 28), a reflexão teológica de Aristóteles se dá num ambiente cultural diverso daquele de Ptolomeu: “de fato, eles estavam separados por um período de quinhentos anos em que uma escola irreconciliável sucedeu à outra, e muitas opiniões sobre a natureza de Deus foram aventadas”. Essa profusão de opiniões sobre a natureza divina teria tornado Ptolomeu mais cético em relação à teologia, ainda que não tenha anulado sua crença na existência de um ser divino. Pedersen chama atenção para o fato de que o caráter conjectural da teologia em Ptolomeu tem como consequência a concepção de que considerações sobre a natureza divina não devem ser utilizadas como critérios para a avaliação de hipóteses científicas; segundo Ptolomeu (1984, p. 601 [H533-4])

[...] não devemos julgar a ‘simplicidade’ nas coisas divinas a partir do que parece ser simples na Terra, especialmente quando a mesma coisa não é igualmente simples para todos mesmo aqui [...]. Pois, se fôssemos julgar por esses critérios, nada do que ocorre nos céus pareceria simples, nem mesmo a natureza constante do primeiro movimento, dado que mesmo essa qualidade da constância eterna não é, para nós, apenas difícil, mas completamente impossível.

Ptolomeu também retoma no *Almagesto* a teoria do conhecimento exposta no *Sobre o critério*. Nesse último, Ptolomeu (1981, p. 76-7) afirmava que o conhecimento, num sentido geral, podia ser uma opinião (*doxa*) ou um conhecimento propriamente dito (*episteme*), dependendo do grau de compreensão do objeto e do julgamento pela razão.

Como vimos no capítulo 2, Platão distingue quatro graus de conhecimento, dos quais dois se baseiam nos sentidos, e geram opinião (*doxa*), e dois, na razão, gerando conhecimento (*episteme*). Enquanto a tipologia platônica se baseia numa cisão entre os sentidos e a razão, a epistemologia ptolomaica adota uma instância que não despreza o

aporte dos sentidos, antes o coloca como essencial para a obtenção do conhecimento: os sentidos percebem um objeto, cuja apreensão é levada para o intelecto por meio da *phantasia*. No tribunal ao qual Ptolomeu compara o processo cognitivo, a sensação e a razão são os dois principais componentes. Ptolomeu (*ibidem*, p. 76) afirma que o veredito, se o resultado desse processo será uma opinião ou um conhecimento, é baseado na forma como a razão faz inferências a partir das impressões dos sentidos; para ele, a razão assume duas formas: “a intuição superficial e confusa é opinião e crença; aquela sistemática e certa, saber e conhecimento”.

Ptolomeu (1981, p. 84) acrescenta que a passagem da opinião para o conhecimento se dá através de um procedimento indutivo, “mediante um processo de distinção clara e sistemática [...], dividindo e compondo as afinidades e as diferenças das coisas e passando do parcial ao geral [...]”, em que a razão compara as impressões dos sentidos com os conceitos desse objeto, através da mediação da *phantasia* e do uso da memória – para Ptolomeu, os conceitos são as representações mnemônicas das impressões sensíveis transmitidas pela *phantasia* (*ibidem*, p. 76). O que é importante notar é justamente a importância do aporte dos sentidos para a obtenção de conhecimento. Ptolomeu, no mesmo trecho (*ibidem*, p. 84), afirma que esse procedimento pode ser percorrido “procedendo ao inverso”, isto é, dedutivamente, a partir de princípios racionais que guiarão os sentidos. Ptolomeu desenvolve esse raciocínio no seu *Harmônica*, um escrito posterior ao *Sobre o critério*, mas anterior ao *Almagesto*: aqui, o processo deixa de ser unidirecional, dos sentidos para a razão, e passa-se a admitir que a última, uma vez que tenha recebido as impressões sensórias, pode, por sua vez, guiar os sentidos para observações cada vez mais precisas. É nesse sentido que Ptolomeu (2000, p. 4 [*Harmônica* 1.1]) afirma que “a percepção necessita, como se fosse de uma muleta, da assistência educacional da razão”.

Ora, como vimos, Ptolomeu afirma no *Almagesto* que a teologia e a física produzem apenas conjectura ou opinião (*doxa*); no *Sobre o critério*, Ptolomeu define a opinião como a intuição superficial e confusa. Assim, podemos considerar que a teologia e a física produzem apenas conjecturas porque, no tribunal do conhecimento, ou falta um elemento, no caso do objeto imperceptível da teologia, ou esse elemento, ainda que perceptível, é defeituoso e confuso, no caso da “natureza instável e obscura” do objeto da física.

Já a matemática, cujos objetos podem ser pensados como perceptíveis ou imperceptíveis, passaria pela prova do tribunal: seus objetos não apenas seriam

perceptíveis, mas de um tipo cuja impressão sensível não é instável ou obscura – porque os objetos da matemática, especialmente as “coisas divinas e celestiais” (PTOLOMEU, 1984, p. 36 [H7]), isto é, os objetos da astronomia, são eternamente constantes. Além disso, a matemática permite a contribuição da razão ao proceder “através de métodos indisputáveis, quais sejam, a aritmética e a geometria” (*ibidem*). A matemática procede logicamente, seja pela aritmética, seja pela geometria, e, desse modo, pode obter um grau de exatidão ao qual nem a física, nem a teologia, podem aspirar – Ptolomeu (*ibidem*) afirma que “os filósofos nunca concordarão sobre eles [*i. e.*, os objetos da teologia e da física]”.

Deve-se notar que a matemática é uma ciência bastante ampla, e que Ptolomeu afirma expressamente sua escolha pela astronomia. Isso se dá, segundo Pedersen (2011, p. 29-30), porque Ptolomeu tem uma concepção do que seja a astronomia um pouco diversa daquela de Aristóteles. Como vimos no capítulo anterior, o Estagirita considerava a astronomia como uma ciência matemática próxima ora da filosofia, ora da física, e isso pela ênfase dada nos diferentes aspectos dos astros celestes: num caso, o caráter imutável e constante dos movimentos celestes, noutro, o caráter sensível dos astros. Ptolomeu não tem essa ambiguidade em relação à astronomia, e afirma que a astronomia é a parte da matemática que estuda o que é eterno e imutável; logo, o aspecto sensível dos astros celestes não é um problema:

Fomos levados à investigação dessa parte da filosofia teórica [*a matemática*], na medida das nossas possibilidades ao todo dessa, mas especialmente à teoria relativa às coisas divinas e celestiais. Pois apenas essa é voltada à investigação do que é eterno e imutável. Por essa razão, ela também pode ser eterna e imutável (o que é um atributo próprio do conhecimento) em seu próprio domínio [...] (PTOLOMEU, 1984, p. 36 [H7]).

É o fato de que a astronomia estuda o que é eterno e imutável que faz com que ela produza um conhecimento eterno e imutável, que seja uma ciência. Mesmo que houvesse uma física matemática, a matéria e sua natureza instável e obscura fariam com que ela não pudesse ir além das conjecturas. Pedersen (2011, p. 30) afirma que Ptolomeu olha para o objeto material da astronomia, o fato de que ela lida com objetos consistentes em um elemento diferente, não sujeito à corrupção, e que esse elemento material faz com que a ciência que estuda esses objetos tenha as mesmas características deles – e é justamente por isso que os sensíveis próprios não produzem erro quando seus objetos são incorruptíveis; Ptolomeu une, portanto, critérios epistemológicos e ontológicos.

Ptolomeu (1984, p. 36-7 [H7-8]) cita duas exigências para que o estudo da matemática, especificamente através da astronomia, produza conhecimento. Em primeiro lugar, é necessário que aquele que se dedica à matemática “proceda rigorosamente”. Ptolomeu fala também num “genuíno espírito de pesquisa” ao se referir àqueles que estudaram e dominaram a astronomia antes dele. Essa parece ser uma exigência não apenas epistemológica, mas também ligada a uma certa “ética da pesquisa”. Em segundo lugar, Ptolomeu afirma que a matemática procede em suas provas através de “métodos indisputáveis” – como vimos, essa exigência se refere ao caráter lógico da matemática. Bernard (2010, p. 505) acrescenta que haveria ainda outra exigência: um suporte ontológico para a matemática. Ptolomeu não se torna um matemático “puro”, por assim dizer; sua concepção de ciência necessita do aporte dos sentidos, e, de acordo com a interpretação de Pedersen, o grau de exatidão de uma ciência depende do objeto estudado. Assim, a astronomia fornece o suporte ontológico ideal para a matemática⁷⁷.

Se a matemática é a única ciência teórica que produz conhecimento, deve-se abandonar as demais ciências, teologia e física? A resposta de Ptolomeu é que não. Como vimos, o segundo argumento de Ptolomeu sobre o lugar intermediário da matemática se baseia na presença de atributos matemáticos nos objetos tanto da física quanto da teologia. Ptolomeu (1984, p. 36 [H7]) também afirma que ela “pode trabalhar no domínio das outras [duas divisões da filosofia teórica]”.

No caso da teologia, Ptolomeu havia afirmado inicialmente que o objeto da matemática mantém constante a forma imutável do objeto da teologia. Em seguida, Ptolomeu desenvolve esse argumento. Para ele, a matemática “é a melhor ciência para ajudar a teologia, dado que é a única que pode dar um bom palpite (*eikasia*) sobre a natureza daquela atividade que é imóvel e separada” (*ibidem*). Como a teologia é capaz de produzir apenas conjecturas, e como seu objeto é imperceptível, o máximo que a matemática pode fazer é fornecer um palpite sobre a natureza do divino. Essa contribuição da matemática se dá através da astronomia, porque ela é “familiar com os atributos daqueles seres que são, por um lado, perceptíveis, tanto moventes quanto movidos, mas, por outro lado, eternos e imutáveis” (*ibidem*). É justamente a posição intermediária da matemática que permite que ela possa auxiliar a teologia. E, dado que a concepção de

⁷⁷ Outro suporte ontológico utilizado por Ptolomeu é o som. Isso tem a ver com a hierarquia dos sentidos estabelecida por Ptolomeu, em que, como veremos adiante, visão e audição são considerados superiores aos demais sentidos. A ciência que estuda os sons, a harmônica, é considerada por Ptolomeu (2000, p. 142 [3.3]) como uma “ciência prima” da astronomia, pois essa última nasce da visão, irmã da audição, da qual nasce a harmônica; além disso, ambas utilizam a geometria e a aritmética como instrumentos.

ciência de Ptolomeu envolve o aporte dos sentidos, é necessário que a matemática utilize um suporte ontológico cujos atributos tenham familiaridade com o divino. Esse suporte é fornecido pelos movimentos dos corpos celestes.

Tal como Platão considerava os astros como deuses e o estudo da astronomia como uma forma de educação para os futuros governantes, como uma propedêutica à contemplação das Ideias, Ptolomeu também liga a astronomia à teologia, mas de uma forma original. Em Ptolomeu, a astronomia não deve ser desligada do testemunho dos sentidos, mas antes é justamente a perceptibilidade dos astros que permite a produção de conhecimento. Enquanto em Platão havia uma hierarquia ontológica em que as Ideias, objeto da teologia, estariam acima dos corpos celestes, que seriam apenas modelos daquelas, em Ptolomeu há o estabelecimento de uma relação íntima entre os astros e o divino através das características que compartilham, a eternidade e a imutabilidade, e isso por causa do elemento em que consistem os astros, o éter, em concordância com Aristóteles. A imutabilidade e a eternidade dos movimentos celestes são as mesmas imutabilidade e eternidade do divino. Para Téon de Alexandria (1821, p. 7), “os corpos celestes possuem mais afinidade com os deuses imortais [...], e seus movimentos se fazem com uma certa ordem; ora, a ordem é da essência divina”. É nesse sentido que, segundo Feke (2018, p. 48), Ptolomeu une uma concepção platônica, do valor da astronomia para a teologia, a um sistema ontológico aristotélico.

Se a astronomia não pode fornecer conhecimento verdadeiro sobre o divino – dado que não o estuda diretamente, mas sim aqueles atributos perceptíveis que são comuns entre os astros e o divino –, mesmo assim é o melhor caminho para o seu conhecimento, mesmo por conjectura. Ainda que não se possa avaliar a pertinência desse palpite, pois o objeto da teologia é imperceptível, o fato de a astronomia proceder por “métodos indisputáveis” o torna o melhor disponível. Taub (1993, p. 29-30) explicita a força dessa concepção:

Essa é uma afirmação forte; o estudo matemático dos corpos celestes é a única forma de filosofia teórica que pode dar alguma forma de conhecimento, ainda que incerta, sobre o objeto da teologia. Ptolomeu concebia a matemática como a melhor forma de teologia disponível ao homem. [...] Na visão de Ptolomeu, a teologia deve depender da matemática.

No caso da física, Ptolomeu (1984, p. 36 [H7]) afirma que a “significante contribuição” que a matemática pode dar tem a ver com o movimento local; para ele,

“quase todos os atributos peculiares da natureza material se tornam aparentes a partir das peculiaridades do seu movimento de lugar a lugar” (*ibidem*). Ptolomeu havia afirmado que a matemática é a parte da filosofia teórica que estuda “as qualidades concernentes às formas e aos movimentos locais, e que serve para investigar a forma, o número, o tamanho, o lugar, o tempo etc.” (*ibidem* [H6]), e, como vimos, esse trecho gera alguma discordância entre os comentadores. Acredito que Ptolomeu deixe o sentido dessa expressão mais claro ao afirmar que a matemática é capaz de contribuir com a física ao descrever os movimentos locais dos objetos, e assim distinguir o corruptível do incorruptível – Feke (2018, p. 48) escreve que a matemática contribui para uma “teoria dos elementos”; Ptolomeu (1984, p. 36 [H7]) diz que

Pode-se distinguir assim o corruptível do incorruptível através do movimento em linha reta ou em círculo, e o pesado do leve, e o passivo do ativo, pelo movimento em direção ao centro ou se afastando do centro.

Ao adotar a concepção de que o movimento local revela a natureza material de um objeto, Ptolomeu está se movendo dentro do terreno tradicional da tradição filosófica grega (TAUB, 1993, p. 27). De fato, as ideias de Ptolomeu sobre o movimento local são bastante semelhantes às de Aristóteles – ainda que Taub (*ibidem*, p. 28) afirme que não parece que Ptolomeu tenha copiado esse trecho da *Física*. No *De caelo* (ARISTÓTELES, 2008b, p. 300 [I, 2, 268b15-25]), Aristóteles afirma que o movimento local é ou retilíneo ou circular; também, que “se o movimento é para o alto, o corpo será ou fogo ou ar, se é para baixo, ou água ou terra”, enquanto o movimento circular seria próprio dos corpos celestes, consistentes em éter (*ibidem*, p. 301-2 [I, 2, 269a15-35]); por fim, no *De caelo* (*ibidem*, p. 414-7 [IV, 4, 311a15-312a20]) também estão contidas as concepções de Aristóteles sobre o peso e a leveza dos elementos. Ptolomeu identifica, sincreticamente, o pesado ao passivo, e o leve ao ativo, num eco das concepções físicas dos estoicos, para os quais o fogo e o ar são ativos, e a terra e a água são passivos.

A concepção de Ptolomeu é que, dado que o movimento local é um atributo importante para a teoria dos elementos, e dado que esses movimentos podem ser descritos matematicamente através da geometria, a matemática pode contribuir significativamente com a física. A própria palavra grega que Ptolomeu utiliza, na citação acima, para “centro”, *meson* – o centro geométrico perfeito –, em vez da mais comum *kentron*, mostra que ele pretende fornecer uma descrição geométrica do movimento local (TAUB, 1993, p.

158). Como no caso da teologia, também a física pode fornecer apenas conjecturas, mas a matemática pode ajudar a esclarecer “quase todos os aspectos da natureza material” – o advérbio “quase” (*schodon*) é importante aqui, pois dada a “natureza instável e obscura” da matéria, não se pode conhecer todos os aspectos da natureza material e a física permanece produzindo apenas conjecturas.

Ptolomeu segue o programa delineado no *Almagesto* em toda sua obra posterior. Assim, suas pesquisas em óptica, geografia e astrologia utilizam a contribuição da matemática e de seu *status* epistêmico superior. É interessante notarmos que a astrologia não aparece no *Almagesto* justamente porque trata das influências dos astros sobre os corpos terrestres, e, como vimos, a *actinobolia* se dá através de influxos materiais. Como afirma Pedersen (2011, p. 30), a astrologia não pode abstrair as qualidades materiais das estrelas.

Essa intenção de utilizar as contribuições da matemática em outras ciências não é, contudo, presente apenas em Ptolomeu, e pode ser vista também em Galeno. Este desejava que o médico fosse treinado também nas três partes estoicas da filosofia (ética, física, lógica), e afirmava que “se aos médicos é necessária a filosofia para o aprendizado inicial e para o sucessivo exercício, é claro que quem é um verdadeiro médico, é também sempre filósofo” (GALENO, 1978, p. 100-101 [*Quod optimus medicus sit quoque philosophus*, K1, 61]). Galeno acreditava que o médico deveria dominar a geometria e utilizar os procedimentos de análise na resolução dos problemas e na formação dos diagnósticos; apenas assim o médico seria um verdadeiro “admirador de Hipócrates” (*ibidem*). Em Ptolomeu e em Galeno, a matemática pode oferecer uma contribuição única e necessária a outras disciplinas; Manuli (*apud* PTOLOMEU 1981, p. 71), em seu comentário ao *Sobre o critério*, sintetiza bem esse ponto:

Em Galeno e em Ptolomeu, a construção de imponentes sistemas científicos e doutrinários é toda permeada de uma necessidade de coerência, de simplicidade e ao mesmo tempo de elegância que podem ser oferecidas, na opinião deles, apenas pela demonstração matemática.

Ptolomeu havia declarado que seu estudo da matemática, especialmente da astronomia, era motivado pelo fato de que apenas ela é “voltada à investigação do que é eterno e imutável”. Após ter indicado como a matemática pode dar contribuições ao estudo da teologia e da física – disciplinas que, mesmo produzindo apenas conjecturas, sem a

contribuição da matemática seriam muito mais incertas – Ptolomeu se volta para aquilo que é a principal característica do estudo da matemática: essa é a única parte da filosofia, seja prática, seja teórica, capaz de levar o homem a um estado semelhante ao divino. Para ele, a melhor vida é alcançada através do estudo da matemática:

Em relação à conduta virtuosa nas ações práticas e no caráter, esta ciência, acima de todas as outras, pode fazer os homens verem claramente; pois com a constância, ordem, simetria e calma que são associadas ao divino, ela torna seus estudantes amantes dessa divina beleza, acostumando-os e reformando suas naturezas, por assim dizer, a um estado espiritual similar (PTOLOMEU, 1984, p. 36-7 [H7]).

No início do seu prefácio filosófico, Ptolomeu havia distinguido as partes prática e teórica da filosofia. Em seguida, havia dividido e classificado a parte teórica da filosofia em três partes: teologia, matemática e física. Após ter defendido a preeminência da matemática sobre a teologia e a física e advogado as contribuições que a primeira pode dar às últimas, Ptolomeu afirma que a matemática pode atuar também na parte prática. Como isso é possível? Para responder a essa pergunta, devemos, em primeiro lugar, analisar a dependência da parte prática em relação à parte teórica da filosofia em Ptolomeu; em seguida, devemos mostrar como essa relação entre a matemática – a astronomia em especial – e a ética é baseada numa psicologia ptolomaica; por fim, devemos atentar para as modalidades através das quais a astronomia atua no campo prático.

Ao distinguir entre as partes prática e teórica da filosofia, Ptolomeu considera que existe uma grande diferença entre as duas e que os genuínos filósofos estavam certos ao distingui-las. Mas o que nos interessa agora é algo que ele acrescenta à constatação da pertinência dessa distinção: Ptolomeu (1984, p. 35 [H5]) afirma que “a filosofia prática, antes de ser prática, é teórica”. Toomer (*apud* PTOLOMEU, 1984, p. 35), em nota à sua tradução, considera essa expressão obscura, e acredita que ela quer dizer que é necessário que se tenha o conceito de uma virtude antes de se praticá-la, mesmo que esse conceito seja inato e não ensinado. Essa é uma visão platônica que não conta toda a história, porém.

Em seu prefácio, Ptolomeu está se posicionando dentro de um debate no século II d. C. sobre a relação entre as partes prática e teórica da filosofia, dentro de interpretações sincréticas que procuravam conciliar as visões de Platão e Aristóteles (FEKE, 2018, p. 53). Como vimos, Aristóteles distingue, em geral, as partes da filosofia e considera que elas são

independentes umas das outras. Já Platão apresenta uma visão um pouco mais nuançada. Apesar de às vezes afirmar a separação e a independência das partes prática e teórica da filosofia – no *Górgias*, por exemplo, Platão (2000, p. 909 [500D]) afirma que é melhor distinguir as duas partes, que chama de “modos de vida”, e que esses dois modos de vida tem fins diferentes: o prazer, no caso da parte prática, e o bem, no caso da parte teórica –, a posição platônica mais conhecida e difundida no século II d. C. era aquela em que a parte prática da filosofia era subordinada à parte teórica. Essa concepção aparece, entre outros lugares, n’*A república*, na própria ideia central subjacente ao texto: a de que o governo deve ser dado aos filósofos, que, de posse do conhecimento adquirido através da contemplação das Ideias, saberão como melhor instituir a justiça entre as partes da cidade; Platão (2006, p. 303 [*A república*, 540a]) afirma que os filósofos “tendo visto o próprio bem, servindo-se dele como modelo deverão manter em ordem a cidade”. Ideias semelhantes também são defendidas por Alcino (1990, p. 2-3), que, em seu *Manual*, considera a vida contemplativa superior à vida ativa.

Ptolomeu parece inicialmente aderir ao partido aristotélico, ao escrever que a distinção é correta. Em apoio a isso, Ptolomeu subscreve à teoria aristotélica da distinção entre virtudes intelectuais e virtudes práticas e retoma a diferenciação entre as duas a partir do ensino e do hábito, tal como Aristóteles faz na *Ética a Nicômaco*. Também na *Harmônica*, Ptolomeu (2000, p. 148 [3.6]) estabelece a mesma distinção entre os dois tipos de virtudes. Mas ao afirmar, no *Almagesto*, que “a filosofia prática, antes de ser prática, é teórica”, Ptolomeu está claramente se posicionando à favor do ponto de vista platônico, aquele da dependência da primeira em relação à segunda, ainda que utilize um vocabulário e referências aristotélicas – mais um exemplo do sincretismo filosófico ptolomaico.

Ao afirmar a primazia da parte teórica sobre a parte prática, Ptolomeu está afirmando que a aquisição da virtude, da melhor vida, depende da busca pelo conhecimento. E tal como Platão (2006, p. 247 [*A república*, 500c]) indica que “aquele que tem seu pensamento verdadeiramente voltado para os seres não tem lazer para baixar seus olhos para as atividades dos homens”, também Ptolomeu considera que o filósofo deve gastar mais de seu tempo na parte da filosofia que tem primazia, isto é, na parte teórica. É nesse sentido que Ptolomeu (1984, p. 35 [H5]) afirma que

Portanto, consideramos adequado guiar nossas ações de acordo com as aplicações das representações (*phantasiai*) dessas, de modo a nunca esquecer, mesmo em ações ordinárias, o esforço por uma disposição nobre e disciplinada, mas dedicar a maior parte do

nosso tempo aos assuntos intelectuais, a fim de ensinar teorias, que são muitas e belas, e especialmente aquelas às quais o epíteto “matemáticas” é particularmente aplicado⁷⁸.

Um argumento bastante semelhante ao de Ptolomeu aparece em Alcino (1990, p. 3). Após defender a primazia da parte teórica da filosofia, Alcino prossegue aconselhando que o filósofo “não abandone de maneira nenhuma a contemplação, mas, ao contrário, cultive-a e a desenvolva”, justamente por ser a parte principal da filosofia, e que lhe trará os maiores benefícios. Também em Alcino, é possível encontrarmos uma chave de interpretação para o passo obscuro da citação de Ptolomeu *supra*, “guiar nossas ações de acordo com as aplicações das representações dessas”. Alcino (*ibidem*) afirma que as ações se executam “transportando, para os costumes dos homens, os objetos vistos na vida contemplativa”. Como vimos, *phantasia*, em Ptolomeu, refere-se tanto à impressão sensível quanto à sua transmissão ao intelecto. Ptolomeu, apesar da influência platônica, não pode aceitar que se transmita para as ações “os objetos vistos na vida contemplativa” de Alcino (e Platão), sem a mediação dos sentidos. É por isso que o trecho ptolomaico “guiar nossas ações de acordo com as aplicações das representações dessas” tem o sentido de que, tal como em Alcino, as ações devem ser guiadas pelas representações advindas da parte superior da filosofia, a teórica. Mas, diferentemente do que ocorre em Alcino, Ptolomeu exige que haja um aporte sensível para essas ideias advindas da filosofia teórica. É nessa parte que entra a *phantasia*, que pode se utilizar das representações das ações que deve praticar e guiá-las de acordo com aquilo que é visto na astronomia, pois, como afirma Ptolomeu (1984, p. 37 [H7]), é “esta ciência, acima de todas as outras, pode fazer os homens verem claramente”.

O esforço por uma “disposição nobre e disciplinada”, mesmo em assuntos ordinários, refere-se a outro tema platônico presente em Ptolomeu, sua psicologia. Ptolomeu adota uma divisão tripartite da alma humana, dentro da tradição platônica, ainda que haja variações terminológicas em seus escritos. No *Sobre o critério*, a alma é dividida em três faculdades: a do pensamento, a da percepção dos sentidos, e a do impulso (PTOLOMEU, 1981, p. 85). Já na *Harmônica*, Ptolomeu (2000, p. 144-7 [3.5]) apresenta três modelos com diferentes nomenclaturas advindas das escolas platônica, aristotélica e estoica, mas que seguem o padrão de uma faculdade racional, outra perceptiva e outra apetitiva. Para cada um desses modelos há uma série de virtudes e funções para cada parte

⁷⁸ Sigo as soluções linguísticas da tradução de Toomer com as modificações sugeridas por Feke (2018, p. 63-8) para o passo “*en tais auton ton phantasion epibolais rhuthmizein*”.

da alma, cujo ordenamento apresenta similitudes com as razões entre os intervalos musicais e com os astros celestes. Tal como Platão, Ptolomeu (*ibidem*, p. 147) considera que a justiça é o ordenamento concorde entre as diversas partes da alma.

Se, por um lado, a nomenclatura das partes da alma empregada por Ptolomeu, especialmente no *Sobre o critério*, segue aquela empregada por Aristóteles, sua localização anatômica e sua hierarquia, por outro lado, seguem um esquema platônico⁷⁹. Assim, tal como Platão afirma que “a cabeça é a parte mais divina de nós e a governante do resto das nossas partes” (2008, p. 35 [*Timeu*, 44d]), Ptolomeu (1981, p. 85) também considera que a razão, “cuja essência é unitária, está localizada na cabeça e no cérebro”. A faculdade do impulso/parte apetitiva está situada mais abaixo no corpo, na região do ventre e no coração (*ibidem*). Já os sentidos estão espalhados: o tato, “mais material” e por isso mais próximo dos impulsos, está localizado “na carne e no sangue do corpo”; os demais órgãos dos sentidos estão nas “zonas com os poros mais úmidos e amplos” (*ibidem*), e, desses, a visão e a audição são os principais, por estarem próximos à faculdade racional. Não à toa, esses são os sentidos mobilizados no estudo da astronomia e da harmônica, e Ptolomeu (2000, p. 140 [*Harmônica*, 3.3]) afirma na que essas ciências “empregam como instrumentos e ministros os mais altos e admirados dos sentidos, visão e audição”.

Ptolomeu, seguindo novamente a tradição platônica, considera que os corpos celestes têm uma faculdade racional semelhante àquela dos seres humanos. É justamente essa faculdade que faz com que os astros dirijam os movimentos das esferas etéreas nas quais são carregados, gerando assim o movimento circular eterno (PTOLOMEU, 1987, p. 96 [H116]). Segundo Ptolomeu (2000, p. 143 [*Harmônica*, 3.4]), os objetos mais perfeitos, por serem relacionados ao que é racional, são, entre os incorruptíveis, os corpos celestes, e, entre os corruptíveis, as almas humanas. Assim, haveria uma certa “simpatia” entre a alma humana e a faculdade racional dos astros. Ptolomeu afirma no *Almagesto* que a observação astronômica, ao acostumar os homens à “constância, ordem, simetria” dos movimentos celestes – pois não se pode apreender a essência divina, apenas aquilo que é observável: os movimentos locais nos céus – torna-os, assim, similares ao divino. Essas ideias aparecem em Platão, como vimos, onde a astronomia tem uma função propedêutica em relação à teologia. Em Ptolomeu, porém, a astronomia não tem essa função, antes é a melhor forma

⁷⁹ Manuli afirma que as concepções anatômicas de Ptolomeu são obsoletas em relação ao conhecimento médico disponível no século II d. C., e chegam mesmo a serem anteriores às descobertas de Herófilo e Erasístrato. Para Manuli (*apud* PTOLOMEU, 1981, p. 73), “sem má consciência e sem escândalo, Ptolomeu expõe uma teoria anatômica velhíssima e há tempos superada”.

de se conhecer o divino – isto é, é a melhor forma de filosofia teórica – e, ao mesmo tempo, a melhor forma de ajustar a própria alma àquilo que é divino – isto é, é a melhor forma de filosofia prática; a “disposição nobre e disciplinada” de que fala Ptolomeu é a justiça entre as partes da alma, que só pode ser alcançada através do estudo do movimento dos astros.

Quais são as modalidades através das quais o estudioso da matemática pode trazer benefício para si próprio? Se se deve “dedicar a maior parte do nosso tempo aos assuntos intelectuais”, e se a matemática fornece o melhor modo para se ver claramente na “conduta virtuosa nas ações práticas e no caráter”, quais são as atividades – práticas – às quais o estudioso deve se dedicar? Ptolomeu cita ao menos três dessas no *Almagesto*: estudo, ensino e contribuição para o progresso das teorias (TAUB, 1993, p. 152).

Ptolomeu afirma que se deve gastar mais tempo nos assuntos intelectuais, e que seu estudo é movido pelo “amor da contemplação do que é eterno e imutável”. Como vimos, o estudo da astronomia – e da harmônica – possibilita aos homens o alcance de um estado espiritual semelhante ao divino, através da ordenação justa da alma por meio do único tipo de ciência capaz de produzir conhecimento. Em Aristóteles (2008a, p. 915 [*Ética a Nicômaco* X, 1177a12-17]), esse objetivo de se tornar semelhante ao divino é alcançado por meio do estudo da filosofia teórica, das quais a teologia é a mais elevada. Mas, como mostra Taub (1993, p. 35-6), Platão e Ptolomeu adicionam um aspecto a mais para o alcance desse ideal: o ensino.

Como vimos, a preocupação didática em Ptolomeu pode ser remetida à influência de Platão, principalmente com o Mito da Caverna e o papel do filósofo que dele se depreende: este deve voltar à caverna, de onde saiu para contemplar o Bem, e libertar os demais, através do ensino. No entanto, Ptolomeu não entende que o filósofo deva ministrar qualquer ensino: para ele, são as “belas teorias” que devem ser ensinadas.

Seguindo Taub (*ibidem*, p. 31-2), é possível traçar a genealogia dessa concepção ptolomaica até *O banquete* de Platão. Ali, Sócrates conta as lições sobre o amor que recebeu da estrangeira de Mantineia, Diotima: o amor gera o belo, e a sabedoria é das coisas mais belas (PLATÃO, 2001, p. 99 [204b]). Aquele que está “grávido” de beleza deve ser conduzido às ciências, para amar o belo em si, a ideia do belo (*ibidem*, p. 117 [210d]), e, ao encontrar “uma alma bela”, pode discutir com ela sobre a virtude, e logo “começa a educá-la” (*ibidem*, p. 113 [208d]). As “belas teorias” que Ptolomeu pretende

ensinar são justamente aquelas que podem fazer dos homens “amantes da beleza divina”: as teorias astronômicas que expõe no *Almagesto*.

Logo no início do seu prefácio ao *Almagesto*, Ptolomeu afirma que o maior benefício nas ciências teóricas é obtido através do “progresso na teoria”. À primeira vista, e à luz da distinção que está sendo feita entre a parte prática e a parte teórica da filosofia, parece que Ptolomeu está afirmando que esse “progresso” é apenas da própria ciência teórica. Mas, como mostra Taub (1993, p. 35), a palavra grega para “progresso” usada por Ptolomeu é *prokope*, que, advinda de um contexto estoico – ainda que apareça também no *Manual* de Alcino –, aparece ali sempre em discussões sobre a ética. Esse progresso de que fala Ptolomeu se torna claro quando entendemos que a parte teórica da filosofia tem primazia sobre a parte prática, e que o “progresso na teoria” é também um progresso na prática. A noção de progresso também aparece no final do prefácio ao *Almagesto*, quando Ptolomeu afirma que tentará contribuir com tantos avanços quantos se tornaram possíveis com o tempo decorrido entre ele e aqueles que dominaram a astronomia antes dele – e, a considerar pelo número de citações no *Almagesto*, Ptolomeu está se referindo a Hiparco. Contribuir para o progresso da ciência não é apenas aumentar o estoque de conhecimento, é viver a melhor vida possível, provando a ambrosia dos deuses.

Conclusão

Nesta tese, argumentei que Ptolomeu pode ser considerado um filósofo e expus um panorama de seu pensamento filosófico. Ptolomeu cria uma filosofia que fundamenta e dá sentido às suas pesquisas científicas, de forma que é impossível separar essas duas esferas sem a concomitante perda da compreensão da riqueza de seu pensamento. Unindo critérios ontológicos e epistemológicos, Ptolomeu considera que a matemática é a única ciência capaz de produzir conhecimento (*episteme*), diferentemente da teologia e da física, capazes de produzir apenas conjectura (*eikasia*). O *status* epistêmico privilegiado da matemática faz com que ela possa auxiliar tanto a teologia quanto a física. Para Ptolomeu, a matemática necessita de um “suporte ontológico”, e os corpos celestes fornecem o objeto adequado para ela. Devido à natureza desse objeto, a astronomia é capaz de acostumar os homens às qualidades daquilo que é divino, e assim é a melhor forma de filosofia, teórica ou prática, para que se alcance a virtude. Essas concepções, do caráter superior da matemática em relação às outras ciências e de seu papel ético, colocam Ptolomeu numa posição única no cenário da filosofia antiga.

Ptolomeu é um dos maiores astrônomos da Antiguidade, e o fato de que tenha produzido uma obra filosófica não é exceção: na tradição grega, astronomia e filosofia sempre estiveram relacionadas, e essa relação passa por três fases distintas. Numa primeira fase, devido a um tipo de astronomia que não tem a pretensão de fornecer previsões, as funções do astrônomo e do filósofo estão frequentemente sobrepostas. Com a crescente sofisticação dos modelos astronômicos, parece haver um certo distanciamento entre astronomia e filosofia, mas as questões cosmológico-filosóficas sempre permanecem no horizonte da prática científica dos astrônomos. Ptolomeu participa da terceira fase, em que os astrônomos, de posse de modelos matematicamente complexos e com uma precisão maior do que até então, capazes de fornecer previsões, passaram a atuar de forma mais intensa nos debates filosóficos, propondo teses epistemológicas, como no caso de Gêmino, e mesmo éticas, como no caso de Ptolomeu. De fato, Ptolomeu escreve um pequeno tratado filosófico como introdução ao seu *Almagesto*, baseado nos manuais filosóficos então em voga, e pretende dialogar também com os filósofos.

Essa imbricação de astronomia e filosofia só pode ser apreendida através de uma prática conjunta de história da ciência e filosofia da ciência. Como defende Koyré, a filosofia fornece uma subestrutura sobre a qual se desenvolve a ciência, e, assim, um retrato fiel do progresso científico requer a atenção a essa subestrutura, numa abordagem que una as duas disciplinas.

Nesta ordem de ideias, esta tese se apresenta como uma nota de rodapé a Neugebauer, e procuro mostrar que Ptolomeu criou um pensamento filosófico que estava na base de sua atividade científica, que seu caso não é uma exceção, mas que toda a história da astronomia matemática antiga pode ser tratada a partir de um ponto de vista de uma relação variada, mas sempre próxima, de astronomia e filosofia, e que esse estudo requer a união entre história da ciência e filosofia da ciência.

Para Ptolomeu, a contribuição para o progresso da ciência é também uma forma de aperfeiçoamento ético. Nesse sentido, esta tese pretende defender uma concepção de pesquisa que, ao unir história e filosofia da ciência – e, por que não, outras disciplinas – permita não apenas uma visão mais aguda do desenvolvimento histórico da ciência, mas também uma cooperação maior entre os estudiosos de várias áreas.

E viva o sincretismo!

Bibliografia

- ADAMS, W. L. The Hellenistic kingdoms. In: BURGH, G. R. (Org.). *The Cambridge companion to the Hellenistic world*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. p. 28-51.
- ADORNO, F. *La filosofia antica, Vol. 1: La formazione del pensiero filosofico dalle origini a Platone, VI-IV secolo a. C.* Milano: Feltrinelli, 1991.
- AGOSTINHO. *De magistro*. Tradução A. Ricci. São Paulo: Abril, 1973. (Coleção Os pensadores). Original em latim: 389 d. C.
- ALCINO. *Enseignement des doctrines de Platon*. Paris: Les Belles Lettres, 1990. Original em grego: século II d. C.
- ALLEN, B. *Truth in philosophy*. Cambridge: Harvard University Press, 1995.
- AMBROSE, A. Linguistic approaches to philosophical problems. In: RORTY, R. (Org.). *The linguistic turn: Essays in philosophical method*. Chicago: The University of Chicago Press, 1992. p. 147-55.
- ANAGNOSTOU-LAOUTIDES, E. *In the garden of the Gods: Models of kingship from the Sumerians to the Seleucids*. New York: Routledge, 2017.
- ANNAS, J. Ancient ethics and modern morality. *Philosophical Perspectives*, 6, p. 119-36, 1992.
- ANTISERI, D. Il ruolo della metafisica nella scoperta scientifica e nella storia della scienza. *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, 74 (1), p. 68-108, 1982.
- APPUHN, K. Microhistory. In: STEARNS, P (Org.). *Encyclopedia of european social history*. New York: Charles Scribner's Sons, 2001. p. 105-12.
- ARATO. *The phaenomena*. London: William Heinemann, 1921. (Coleção The Loeb Classical Library). Original em grego: século III a. C.
- ARISTÓTELES. *L'anima*. 2. ed. Napoli: Loffredo Editore, 1991. Original em grego: século IV a. C.
- _____. *Metafisica*. Milano: Bompiani, 2004. Original em grego: século IV a. C.
- _____. *Le tre etiche*. Milano: Bompiani, 2008a. Originals em grego: século IV a. C.
- _____. *Opere, Vol. 1*. Milano: Arnoldo Mondadori, 2008b. Originals em grego: século IV a. C.
- _____. *Fisica*. Milano: Bompiani, 2011. Original em grego: século IV a. C.

- ARQUIMEDES. *Opere*. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1974. Originalis em grego: século III a. C.
- AUBENQUE, P. Aristote. In: HUISMAN, D. (Org.). *Dictionnaire des philosophes*. Paris: Presses Universitaires de France, 2009. p. 79-89.
- AUJAC, G. *Strabon et la science de son temps*. Paris: Les Belles Lettres, 1966.
- _____. *Claude Ptolémée: Astronome, astrologue, géographe*. 3. ed. Paris: Éditions du CTHS, 2012.
- BADIOU, A. *What is philosophy?* New York: Atropos Press, 2015.
- BARROS, J. A. Sobre a feitura da micro-história. *Opsis*, 7 (9), p. 167-85, 2007.
- BARTON, T. *Ancient astrology*. London: Routledge, 1994.
- BECK, L. W. A Prussian Hume and a Scottish Kant. In: Logan, B. (Org.). *Immanuel Kant's Prolegomena to any future metaphysics: In focus*. London: Routledge, 1996. p. 139-55.
- BERNARD, A. The significance of Ptolemy's Almagest for its early readers. *Revue de Synthèse*, 131 (6), p. 495-521, 2010.
- BERTI, E. *L'unità del sapere in Aristotele*. Padova: Cedam, 1965.
- BOLL, F. Studien über Claudius Ptolemäus: Ein Beitrag zur Geschichte der Griechischen Philosophie und Astrologie. *Jahrbücher für Classische Philologie*, 21, p. 49-243, 1894.
- BOLL, F.; BEZOLD, C. *Le stelle: Credenza e interpretazione*. Torino: Bollati Boringhieri, 2011. Original em alemão: 1919.
- BONK, T. *Underdetermination: An essay on evidence and the limits of natural knowledge*. Dordrecht: Springer, 2008.
- BRACCESI, L. *Guida allo studio della storia greca*. Bari: Laterza, 2005. (Edição digital em formato epub).
- BRACK-BERNSSEN, L.; STEELE, J. M. Eclipse prediction and the length of the saros in Babylonian astronomy. *Centaurus*, 47, p. 181-206, 2005.
- BRASTED, H. V.; KHAN, A. Islam and 'the clash of civilizations'? An historical perspective. In: AKBARZADEH, S. (Org.). *Routledge handbook of political Islam*. New York: Routledge, 2012. p. 273-89.
- BRAUDEL, F. Histoire et sciences sociales: La longue durée. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 4, p. 725-53, 1958.
- BRAUNSTEIN, J. -F. La philosophie des sciences d'Auguste Comte. In: WAGNER, P. *Les philosophes et la science*. Paris: Gallimard, 2002. p. 787-822.
- BRUSH, S. Scientists as historians. *Osiris*, 10, p. 214-31, 1995.

- BURTT, E. A. *The metaphysical foundations of modern science*. 2. ed. New York: Dover Publications, 2003.
- BUTTERFIELD, H. *The Whig interpretation of history*. London: Bell, 1931.
- _____. *The origins of modern science*. London: The Free Press, 1965.
- CANEVA, K. L. What in truth divides historians and philosophers of science? In: MAUSKOPF, S.; SCHMALTZ, T. (Orgs.). *Integrating history and philosophy of science: Problems and prospects*. Dordrecht: Springer, 2012, p. 49-57.
- CANFORA, L. *La biblioteca scomparsa*. 6. ed. Palermo: Sellerio Editore, 1990.
- CAPRA, A.; CONCA, F.; LOZZA, G.; PIZZONE, A.; ZANETTO, G. *Alla fonte delle muse: Introduzione alla civiltà greca*. Torino: Bollati Boringhieri, 2007.
- CHANNELL, D. F. *A history of technoscience: Erasing the boundaries between science and technology*. New York: Routledge, 2017.
- CHAUÍ, M. *Introdução à história da filosofia, Vol. 1*. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.
- _____. *Introdução à história da filosofia, Vol. 2*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
- CHISHOLM, R. M. Comments on the “proposal theory” of philosophy. In: RORTY, R. (Org.). *The linguistic turn: Essays in philosophical method*. Chicago: The University of Chicago Press, 1992. p. 156-9.
- CLAUZADE, L. Histoire des sciences et philosophie des sciences dans la philosophie d'Auguste Comte. In: BITBOL, M.; GAYON, J. (Orgs.). *L'épistémologie française, 1830-1970*. Paris: Éditions matériologiques, 2015. p. 183-96.
- CICERO, M. T. *Opere politiche e filosofiche, Vol. 1: Lo stato, Le leggi, I doveri*. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1974. Originais em latim: século I a. C.
- COHEN, H. F. *The Scientific Revolution: An historiographic inquiry*. Chicago: University of Chicago Press, 1994.
- _____. *How modern science came into the world: Four civilizations, one 17th-century breakthrough*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2010.
- COLLINGWOOD, R. G. *The idea of history*. Oxford: Oxford University Press, 1980.
- _____. *An essay on philosophical method*. Oxford: Clarendon Press, 2005.
- COLLINS, R. *The sociology of philosophies: A global theory of intellectual change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1998.
- COMTE, A. *Cours de philosophie positive, Vol. 1: Les préliminaires généraux et la philosophie mathématique*. 5. ed. Paris: La Société Positiviste, 1892.
- _____. *Cours de philosophie positive, Vol. 2: La philosophie astronomique et la philosophie de la physique*. 5. ed. Paris: La Société Positiviste, 1893.

- COPÉRNICO, N. *As revoluções dos orbes celestes*. Tradução A. D. Gomes & G. Domingues. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984. Original em latim: 1543.
- CORRIGAN, K.; TURNER, J. D. (Orgs.). *Platonisms: Ancient, modern, and postmodern*. Leiden: Brill, 2007.
- COUPRIE, D. L. *Heaven and Earth in ancient Greek cosmology: From Thales to Heraclides Ponticus*. New York: Springer, 2011.
- D'AGOSTINI, F. *Analitici e continentali: Guida alla filosofia degli ultimi trent'anni*. Milano: Raffaello Cortina Editore, 1997.
- DELEUZE, G.; GUATTARI, F. *Qu'est-ce que la philosophie?* Paris: Les Éditions de Minuit, 1991.
- DESCARTES, R. *Meditationes de prima philosophia*. In: ADAM, C.; TANNERY, P. (Orgs.). *Oeuvres de Descartes*. 12 vols. Paris: Léopold Cerf, 1904. Vol. 7. Original em latim: 1641.
- DIJKSTERHUIS, E. J. *Il meccanicismo e l'immagine del mondo: Dai presocratici a Newton*. Milano: Feltrinelli, 1980. Original em holandês: 1950.
- DILLON, J. M.; LONG, A. A. (Orgs.). *The question of "eclecticism": Studies in later Greek philosophy*. Berkeley: University of California Press, 1988.
- DILTHEY, W. *La dottrina delle visioni del mondo: Trattati per la filosofia della filosofia*. Santa Maria di Licodia: Edizioni Aesse, 1997. Original em alemão: 1931.
- DOMINGUES, I. *Filosofia no Brasil: Legados e perspectivas*. São Paulo: Editora Unesp, 2017.
- DONINI, P. The history of the concept of eclecticism. In: DILLON, J. M.; LONG, A. A. (Orgs.). *The question of "eclecticism": Studies in later Greek philosophy*. Berkeley: University of California Press, 1988. p. 15-33.
- DRAKE, S. Ptolemy, Galileo, and scientific method. *Studies in History and Philosophy of Science*, 9, p. 99-115, 1978.
- DREYER, J. L. E. *A history of astronomy from Thales to Kepler*. 2. ed. New York: Dover, 1953.
- DUHEM, P. *ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ: Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*. Paris: Librairie Scientifique A. Hermann et Fils, 1908.
- _____. *Le système du monde: Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic, Vol. 1: La cosmologie hellénique*. Paris: Librairie Scientifique A. Hermann et Fils, 1913.
- ELSHAKRY, M. When science became Western: Historiographical reflections. *Isis*, 101, p. 98-109, 2010.
- ESTRABÃO. *Geografía, Libros I-II*. Madrid: Editorial Gredos, 1991. Original em grego: séculos I a. C. – I d. C.

- _____. *Geografía, Libros III-IV*. Madrid: Editorial Gredos, 1992. Original em grego: séculos I a. C. – I d. C.
- EVANS, J. *The history and practice of ancient astronomy*. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- _____. The material culture of Greek astronomy. *Journal for the History of Astronomy*, 30 (3), p. 238-307, 1999.
- FALCON, A. *Aristotelismo*. Torino: Giulio Einaudi Editore, 2017. (Edição digital em formato epub).
- FARIA, R. C. de. *Modelagem causal da astronomia antiga*. Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Filosofia, FFLCH-USP, São Paulo, 2014.
- _____. Situando Longino no debate sobre os valores na ciência. *Scientiae Studia*, 15 (1), p. 163-73, 2017.
- _____. A micro-história e a reconstrução da física de Hiparco. In: CHIBENI, S. et al. (Orgs.). *Filosofía e historia de la ciencia en el Cono Sur*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2018. p. 403-13.
- _____. Artesãos, metafísica e ciência: as relações entre história da ciência e filosofia da ciência em Edgar Zilsel, Alexandre Koyré e Paolo Rossi. *Princípios: Revista de Filosofia*, 50 (26), p. 357-77, 2019.
- FARRINGTON, B. *Head and hand in ancient Greece: Four studies in the social relations of thought*. London: Watts & Co., 1947.
- FEDERICI, S. Il Grande Calibano: La lotta contro il corpo ribelle. In: FEDERICI, S.; FORTUNATI, L. *Il Grande Calibano: Storia del corpo sociale ribelle nella prima fase del capitale*. Milano: Franco Angeli, 1984. p. 35-61.
- FEKE, J. *Ptolemy in philosophical context: A study of the relationships between physics, mathematics, and theology*. Tese de doutorado apresentada ao Institute for the History and Philosophy of Science and Technology, University of Toronto, Toronto, 2009.
- _____. *Ptolemy's philosophy: Mathematics as a way of life*. Princeton: Princeton University Press, 2018.
- FEKE, J.; JONES, A. Ptolemy. In: GERSON, L. P. (Org.). *The Cambridge history of philosophy in late Antiquity, Vol. 1*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. p. 197-209.
- FEYERABEND, P. K. *Philosophical papers, Vol. 2: Problems of empiricism*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- FICHANT, M.; PÊCHEUX, M. *Sur l'histoire des sciences*. Paris: François Maspero, 1974.
- FINDLEN, P. The two cultures of scholarship? *Isis*, 96, p. 230-37, 2005.
- FOX, R. L. *The classical world: An epic history of Greece and Rome*. London: Penguin, 2005.

- FRANK, P. *Philosophy and science: The link between science and philosophy*. Westport: Greenwood Press, 1957.
- FREDE, M. Epilogue. In: ALGRA, K. et al. (Orgs.). *The Cambridge history of Hellenistic philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 771-97.
- FURLEY, D. The Greek theory of the infinite universe. *Journal of the History of Ideas*, 42 (4), p. 571-85, 1981.
- GALENO. *Opere scelte*. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1978. Originals em grego: século II-III d. C.
- GALISON, P. Ten problems in history and philosophy of science. *Isis*, 99, p. 111-24, 2008.
- GAMBA, E. Claudio Tolomeo: Uno studio sulle fonti biografiche. *Acme*, 53 (2), p. 75-124, 2000.
- GAVROGLU, K. *O passado das ciências como história*. Tradução C. Magueijo. Porto: Porto Editora, 2007. Original em grego: 2004.
- GEERTZ, C. Thick description: toward an interpretive theory of culture. In: GEERTZ, C. *The interpretation of cultures*. New York: Basic Books, 1973. p. 3-30.
- GÊMINO. *Introduction aux phénomènes*. Paris: Les Belles Lettres, 1975. Original em grego: século I a. C.
- GIANNANTONI, G. (Org.). *I presocratici: Testimonianze e frammenti*. Bari: Laterza, 1969.
- GIERE, R. N. History and philosophy of science: Intimate relationship or marriage of convenience? *British Journal for the Philosophy of Science*, 24, p. 282-97, 1973.
- GINZBURG, C. *Il formaggio e i vermi*. Torino: Einaudi, 1976.
- _____. Microstoria: due o tre cose che so di lei. *Quaderni Storici*, 29, 86 (2), p. 511-39, 1994.
- _____. Sinais: raízes de um paradigma evidenciário. In: GINZBURG, C. *Mitos, emblemas, sinais: morfologia e história*. Tradução F. Carotti. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. p. 143-79. Original em italiano: 1979
- GINZBURG, C; PONI, C. Il nome e il come: scambio ineguale e mercato storiografico. *Quaderni Storici*, 14, 40 (1), p. 181-90, 1979.
- GOLDSTEIN, B. R. The Arabic version of Ptolemy's Planetary Hypotheses. *Transactions of the American Philosophical Society*, 57 (4), p. 3-55, 1967.
- GORDON CHILDE, V. Science in preliterate societies and the ancient Oriental civilizations. *Centaurus*, 3, p. 12-23, 1953.
- GOURINAT, J. -B. Aristote et la forme démonstrative de la science. In: WAGNER, P. (Org.). *Les philosophes et la science*. Paris: Gallimard, 2002. p. 581-623.

- GRAHAM, D. W. *Explaining the Cosmos: The Ionian tradition of scientific philosophy*. Princeton: Princeton University Press, 2006.
- GRECO, P. Per una scienza libera. *L'Unità*, Roma, 05 nov. 2003. Disponível em <http://archivistorico.unita.it/cgi-bin/highlightPdf.cgi?t=ebook&file=/golpdf/uni_2003_11.pdf/05CUL23A.PDF&query=>>. Acesso em: 09 nov. 2015
- GRENDI, E. Micro-analisi e storia sociale. *Quaderni Storici*, 12 (2), p. 506-20, 1977.
- HALL, A. R. The scholar and the craftsman in the Scientific Revolution. In: CLAGETT, M. (Org.). *Critical problems in the history of science*. Madison: University of Wisconsin Press, 1959. p. 3-23.
- HANSON, N. R. The irrelevance of history of science to philosophy of science. *The Journal of Philosophy*, 21, p. 574-86, 1962.
- _____. *Constellations and conjectures*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1973.
- HATZIMICHALI, M. *Potamo of Alexandria and the emergence of eclecticism in late Hellenistic philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
- HAUSMAN, D. M. Introduction. In: _____. (Org.). *The philosophy of economics: An anthology*. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- HEATH, T. *Aristarchus of Samos: The ancient Copernicus*. Oxford: Clarendon Press, 1913.
- HEGEL, G. W. F. *Lezioni sulla storia della filosofia*. Bari: Laterza, 2013. Original em alemão: 1825-6. (Edição digital em formato epub).
- HEIDEGGER, M. *Che cos'è la filosofia?* Genova: Il Melangolo, 1997. Original em alemão: 1956.
- HEMPEL, C. G. *The philosophy of Carl G. Hempel: Studies in science, explanation, and rationality*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- HENRY, J. Religion and the Scientific Revolution. In: HARRISON, P. (Org.). *The Cambridge companion to science and religion*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. p. 39-58.
- HESÍODO. *Tutte le opere e i frammenti con la prima traduzione degli scolii*. Milano: Bompiani, 2009. Original em grego: século VIII a. C.
- HETHERINGTON, N. S. Thales of Miletus. In: HOCKEY, T. (Org.). *Biographical encyclopedia of astronomers*. 2. ed. New York: Springer, 2014. p. 2142-4.
- HOMERO. *Iliade*. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1998. Original em grego: século VIII a. C.
- HORÁCIO. *Opere*. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese, 2013. Original em latim: c. 11 a. C.
- HORWICH, P. *Meaning*. Oxford: Clarendon Press, 1998.

- HULL, D. L. In defense of presentism. *History and Theory*, 18 (1), p. 1-15, 1979.
- IWANISZEWSKI, S. Concepts of space, time, and the cosmos. In: RUGGLES, C. (Org.). *Handbook of archaeoastronomy and ethnoastronomy*. New York: Springer, 2015. p. 3-14.
- JAEGER, W. *Paideia: A formação do homem grego*. Tradução A. M. Parreira. São Paulo: Martins Fontes, 2003. Original em alemão: 1936.
- JANIAK, A. *Newton as philosopher*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- _____. Substance and action in Descartes and Newton. *The Monist*, 93 (4), p. 657-77, 2010.
- JONES, A. The adaptation of Babylonian methods in Greek numerical astronomy. *Isis*, 82 (3), p. 440-53, 1991.
- _____. An "Almagest" before Ptolemy's? In: BURNETT, C. et al. (Orgs.). *Studies in the history of the exact sciences in honour of David Pingree*. Leiden: Brill, 2004. p. 129-36.
- _____. *A portable Cosmos: Revealing the Antikythera Mechanism, scientific wonder of the ancient world*. Oxford: Oxford University Press, 2017.
- JONG, T. Babylonian astronomy 1880-1950: The players and the field. In: JONES, A.; PROUST, C.; STEELE, J. M. (Orgs.). *A mathematician's journey: Otto Neugebauer and modern transformations of ancient science*. Heidelberg: Springer, 2016. p. 265-302.
- JORI, A. *Aristotele*. Milano: Bruno Mondadori, 2003.
- KAHN, C. H. *Pythagoras and the pythagoreans: A brief history*. Indianapolis: Hackett Publishing Company, 2001.
- KEYSER, P. Plato. In: HOCKEY, T. (Org.). *Biographical encyclopedia of astronomers*. 2. ed. New York: Springer, 2014. p. 1728-9.
- KINGSLEY, P. *Misteri e magia nella filosofia antica: Empedocle e la tradizione pitagorica*. Milano: Il Saggiatore, 2007. Original em ingles: 1995.
- KIRK, G. S. & RAVEN, J. E. *The presocratic philosophers: A critical history with a selection of texts*. Cambridge: Cambridge University Press, 1957.
- KIRWAN, C. Augustine's philosophy of language. In: STUMP, E.; KRETZMANN, N. (Orgs.). *The Cambridge companion to Augustine*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 186-204.
- KNORR, W. R. Plato and Eudoxus on the planetary motions. *Journal for the History of Astronomy*, 21 (4), p. 313-29, 1990.
- KOYRÉ, A. *Études galiléennes*. Paris: Hermann, 1966.
- _____. *Études d'histoire de la pensée philosophique*. Paris: Gallimard, 1971.

- KRAGH, H. *Introdução à historiografia da ciência*. Tradução C. G. Barbo. Porto: Porto Editora, 2001. Original em inglês: 1987.
- KRUPP, E. C. Astronomy and power. In: RUGGLES, C. (Org.). *Handbook of archaeoastronomy and ethnoastronomy*. New York: Springer, 2015. p. 67-91.
- KUHN, T. S. *The Copernican revolution: Planetary astronomy in the development of western thought*. Cambridge: Harvard University Press, 1957.
- _____. Reflections on my critics. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1970a. p. 231-78.
- _____. *The structure of scientific revolutions*. 2. ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1970b.
- _____. *Essential tension: Selected studies in scientific tradition and change*. Chicago: University of Chicago Press, 1977.
- LACEY, H. Assessing the value of transgenic crops. *Science and Engineering Ethics*, 8, p. 497-511, 2002.
- LALANDE, A. (Org.). *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. 3. ed. Paris: Presses Universitaires de France, 2010.
- LECOURT, D. *La philosophie des sciences*. 5. ed. Paris: Presses Universitaires de France, 2010. (Coleção Que sais-je?). (Edição digital em formato epub).
- LEVI, G. On microhistory. In: BURKE, P. (Org.). *New perspectives on historical writing*. Cambridge: Polity Press, 1991. p. 93-113.
- _____. *A herança imaterial: trajetória de um exorcista no piemonte do século XVII*. Tradução C. M. de Oliveira. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2000. Original em italiano: 1985.
- LLOYD, G. E. R. *Early Greek science: Thales to Aristotle*. London: Chatto & Windus, 1970.
- _____. *Greek science after Aristotle*. London: Chatto & Windus, 1973.
- _____. La dimostrazione e l'idea di scienza. In: BRUNSCHWIG, J.; LLOYD, G. E. R. (Orgs.). *Il sapere greco: Dizionario critico, Vol. 1*. Torino: Giulio Einaudi Editore, 2007. p. 285-314.
- LONGO, O. *La storia, la terra, gli uomini: Saggi sulla civiltà greca*. Venezia: Marsilio, 1987.
- LUCE, J. V. Greek science in its hellenistic phase. *Hermathema*, 145, p. 23-38, 1988.
- MAGALHÃES DOS SANTOS Fº, G. *Ciência e ideologia: conflitos e alianças em torno da idéia de progresso*. Tese de livre docência apresentada ao Departamento de História, FFLCH-USP, São Paulo, 2004.
- MANSFELD, J. *Prolegomena: Questions to the settled before the study of an author, or a text*. Leiden: Brill, 1994.

- _____. *Prolegomena mathematica: From Apollonius of Perga to the late neoplatonists*. Leiden: Brill, 1998.
- MARCHAND, S. German orientalism and the decline of the West. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 145 (4), p. 465-73, 2001.
- MARGUTTI, P. *História da filosofia do Brasil: O período colonial*. São Paulo: Edições Loyola, 2013.
- _____. Sobre a nossa tradição exegética e a necessidade de uma reavaliação do ensino de filosofia no país. *Kriterion*, 129, p. 397-410, 2014.
- MARROU, H. -I. *Histoire de l'éducation dans l'Antiquité*. 6. ed. Paris: Seuil, 1965.
- MASTERMAN, M. The nature of a paradigm. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1970. p. 59-89
- MAYR, E. When is historiography whiggish? *Journal of the History of Ideas*, 51 (2), p. 301-9, 1990.
- MCCLUSKEY, S. C. Aristotle, the astronomy of. In: LANKFORD, J. (Org.). *History of astronomy: An encyclopedia*. New York: Routledge, 2011. p. 33-4.
- MCMULLIN, E. History and philosophy of science: A marriage of convenience? *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, p. 585-601, 1974.
- MEYER, S. S. *Ancient ethics: A critical introduction*. London: Routledge, 2008.
- MILLER, D. M. The history and philosophy of science history. In: MAUSKOPF, S.; SCHMALTZ, T. (Orgs.). *Integrating history and philosophy of science: Problems and prospects*. Dordrecht: Springer: 2012. p. 29-48.
- MOMIGLIANO, A. *Alien wisdom: The limits of hellenization*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- MUÑOZ, S. V. Entre dos interpretaciones de la normalización de la filosofía: ¿Apertura o cierre de la filosofía latinoamericana? In: CHIBENI, S. et al. (Orgs.). *Filosofía e historia de la ciencia en el Cono Sur*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2018. p. 445-58.
- MUSTI, D. *La Grecia classica*. Milano: RCS Quotidiani, 2004.
- NAGEL, E. *The structure of science: Problems in the logic of scientific explanation*. Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1979.
- NETZ, R. *The shaping of deduction in Greek mathematics: A study in cognitive history*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- _____. Review of L. Russo "La rivoluzione dimenticata". *Historia Mathematica*, 29, p. 72-3, 2001.

- NEUGEBAUER, O. *A history of ancient mathematical astronomy*. New York: Springer-Verlag, 1975.
- _____. *Astronomy and history: Selected essays*. New York: Springer, 1983.
- NITSCHHELM, C. Heraclides of Heraclea. In: HOCKEY, T. (Org.). *Biographical encyclopedia of astronomers*. 2. ed. New York: Springer, 2014. p. 936-7.
- NORTH, J. D. *Stars, minds and fate: Essays in ancient and medieval cosmology*. London: The Hambledon Press, 1989.
- _____. Tolomeo. In: BRUNSCHWIG, J.; LLOYD, G. E. R. (Orgs.). *Il sapere greco: Dizionario critico, Vol. 2*. Torino: Giulio Einaudi Editore, 2007. p. 316-25.
- OLDROYD, D. *Storia della filosofia della scienza*. Milano: Il Saggiatore, 1989. Original em inglês: 1986.
- OSSENDRIJVER, M. *Babylonian mathematical astronomy: Procedure texts*. New York: Springer, 2012.
- OVERGAARD, S.; GILBERT, P; BURWOOD, S. *An introduction to metaphilosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- PANNEKOEK, A. *A history of astronomy*. New York: Dover, 1961.
- PARKER, R. A. Ancient Egyptian astronomy. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 276, p. 51-65, 1974.
- PARSONS, P. J. Callimachus. In: HORNBLOWER, S.; SPAWFORTH, A. (Orgs.). *The Oxford classical dictionary*. 4. ed. Oxford: Oxford University Press, 2012. p. 266-7.
- PEDERSEN, O. *A survey of the Almagest*. New York: Springer, 2011.
- PESSOA JR., O. Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo. *Scientiae Studia*, 8, p. 195-212, 2010.
- PETIT, P. *La civilisation hellénistique*. Paris: Presses Universitaires de France, 1968. (Coleção Que sais-je?).
- PICKERING, M. The legacy of Auguste Comte. In: BORDEAU, M.; PICKERING, M.; SCHMAUS, W. (Orgs.). *Love, order & progress: The science, philosophy & politics of Auguste Comte*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2018. p. 250-304.
- PINGREE, D. On the Greek origin of the Indian planetary model employing a double epicycle. *Journal for the History of Astronomy*, 2, p. 80-5, 1971.
- PLATÃO. *Tutti gli scritti*. Milano: Bompiani, 2000. Originals em grego: século IV a. C.
- _____. *Simposio*. [Bologna]: Fondazione Lorenzo Valla, Arnoldo Mondadori Editore, 2001. Original em grego: século IV a. C.
- _____. *A república*. Tradução A. L. A. A. Prado. São Paulo: Martins Fontes, 2006. Original em grego: século IV a. C.

- _____. *Timaeus and Critias*. Oxford: Oxford University Press, 2008. Originais em grego: século IV a. C.
- PLÍNIO, O VELHO. *Storia naturale, Vol. 3*. Torino: Giulio Einaudi Editore, 1984. Original em latim: 77-9 d. C.
- PLUTARCO. *Tutti i Moralia*. Milano: Bompiani, 2017. Originais em grego: séculos I-II d. C.
- POLANYI, M. *The tacit dimension*. Chicago: The University of Chicago Press, 1966.
- PORCHAT, O. Discurso aos estudantes sobre a pesquisa em filosofia. *Fundamento*, 1 (1), p. 18-33, 2010.
- PTOLOMEU, C. *Composition mathématique*. Paris: Henri Grand, 1813. Original em grego: século II d. C.
- _____. *Opera quae exstant omnia, Vol. 1: Syntaxis mathematica*. Lipsiae: Teubner, 1898. Original em grego: século II d. C.
- _____. *Opera quae exstant omnia, Vol. 2: Opera astronomica minora*. Lipsiae: Teubner, 1907. Originais em grego: século II d. C.
- _____. Il criterio e il principio. *Rivista Critica di Storia della Filosofia*, 36 (1), p. 64-88, 1981. Original em grego: século II d. C.
- _____. *Almagest*. London: Duckworth, 1984. Original em grego: século II d. C.
- _____. *Las hipótesis de los planetas*. Madrid: Alianza Editorial, 1987. Original em grego: século II d. C.
- _____. On the kriterion and hegemonikon. In: HUBY, P.; NEAL, G. (Orgs.). *The criterion of truth: Essays written in honour of George Kerferd together with a text and translation (with annotations) of Ptolemy's "On the kriterion and hegemonikon"*. Liverpool: Liverpool University Press, 1989. p. 179-230. Original em grego: século II d. C.
- _____. *Le previsioni astrologiche (Tetrabiblos)*. 4. ed. [Bologna]: Fondazione Lorenzo Valla, Arnoldo Mondadori Editore, 1998. Original em grego: século II d. C.
- _____. *Harmonics*. Leiden: Brill, 2000. Original em grego: século II d. C.
- PUTNAM, H. *La sfida del realismo*. Milano: Garzanti, 1991. Original em inglês: 1987.
- RAMNOUX, C. Les presocratiques. In: PARAIN, B. (Org.). *Histoire de la philosophie, Vol. 1*. Paris: Gallimard, 1969. p. 405-50.
- RAVEN, D. Koyré versus Olschki-Zilsel. In: PISANO, R.; AGASSI, J.; DROZDOVA, D. (Orgs.). *Hypotheses and perspectives in the history and philosophy of science: Homage to Alexandre Koyré 1892-1964*. Dordrecht: Springer, 2018. p. 347-65.
- REALE, G. Commentario alla Metafisica. In: ARISTÓTELES. *Metafisica*. Milano: Bompiani, 2004. p. 697-1386.

- REDONDI, P. *Galileu herético*. Tradução J. Mainardi. São Paulo: Companhia das Letras, 1991. Original em italiano: 1983.
- RESTIVO, S.; LOUGHLIN, J. The invention of science. *Cultural Dynamics*, 12 (2), p. 135-49, 2000.
- REVEL, J. Microanalisi e costruzione del sociale. *Quaderni Storici*, 29, 86 (2), p. 549-75, 1994.
- _____. A história ao rés-do-chão. In: LEVI, G. *A herança imaterial: trajetória de um exorcista no piemonte do século XVII*. Tradução C. M. de Oliveira. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2000. p. 7-37. Original em italiano: 1985.
- ROBIN, L. *Platon*. 2. ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1988.
- ROCHBERG, F. A consideration of Babylonian astronomy within the historiography of science. *Studies in History and Philosophy of Science*, 33, p. 661-84, 2002.
- _____. Science and ancient Mesopotamia. In: JONES, A.; TAUB, L. (Orgs.). *The Cambridge history of science, Vol. 1: Ancient science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. p. 7-28.
- ROGER, J. History of science: Problems and practices, history of science(s), history of mentalities, micro-history. *Nuncius*, 8 (3), p. 3-26, 1993.
- ROSSI, P. *A ciência e a filosofia dos modernos: Aspectos da Revolução Científica*. Tradução A. Lorencini. São Paulo: Editora Unesp, 1992. Original em italiano: 1989.
- _____. Introduzione. In: ROSSI, P. (Org.). *La filosofia, Vol. 1: Le filosofie speciali*. Milano: Garzanti, 1996. p. 9-17.
- _____. (Org.). *Storia della scienza, Vol. 1: La Rivoluzione Scientifica dal Rinascimento a Newton*. Novara: De Agostini, 2006.
- _____. *I filosofi e le macchine: 1400-1700*. 3. ed. Milano: Feltrinelli, 2009.
- ROWE, D. E. From Ganz to Göttingen: Neugebauer's early intellectual journey. In: JONES, A.; PROUST, C.; STEELE, J. M. (Orgs.). *A mathematician's journey: Otto Neugebauer and modern transformations of ancient science*. Heidelberg: Springer, 2016. p. 1-59.
- RUSE, M. Theory. In: HONDERICH, T. (Org.). *The Oxford companion to philosophy*. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 914.
- RUSSO, L. The astronomy of Hipparchus and his time: a study based on pre-Ptolemaic sources. *Vistas in Astronomy*, 38, p. 207-48, 1994.
- _____. *La rivoluzione dimenticata: Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*. 3. ed. Milano: Feltrinelli, 1997.
- SAID, E. W. *Orientalism*. New York: Vintage Books, 1979.
- SARTON, G. *Introduction to the history of science*. 6 vols. Baltimore: Carnegie Institution of Washington, 1927-1948.

- _____. Review of O. Neugebauer's "The exact sciences in Antiquity". *Isis*, 43, p. 69–72. 1952.
- SCHAEFER, B. E. The origin of the Greek constellations. *Scientific American*, Nov. 2006, p. 96-101, 2006.
- SCHIAPARELLI, G. *Scritti sulla storia della astronomia antica, Vol. 1*. Bologna: Nicola Zanichelli Editore, 1925.
- _____. *Scritti sulla storia della astronomia antica, Vol. 2*. 2. ed. Milano: Associazione Culturale Mimesis, 2010.
- SENECA. *Tutte le opere*. Milano: Bompiani, 2000. Originalis em latim: século I d. C.
- SEWELL, K. C. *Butterfield and the interpretation of history*. New York: Palgrave Macmillan, 2005.
- SEVERINO, E. *La filosofia dai greci al nostro tempo, Vol. 1: La filosofia antica e medioevale*. Milano: BUR, 1996.
- SIDOLI, N. Greek mathematics. In: JONES, A.; TAUB, L. (Orgs.). *The Cambridge history of science, Vol. 1: Ancient science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. p. 345-73.
- SHARPLES, R. W. *Stoics, epicureans and sceptics: An introduction to Hellenistic philosophy*. London: Routledge, 1996.
- SIEGMUND-SCHULTZE, R. "Not in possession of any Weltanschauung": Otto Neugebauer's flight from Nazi Germany and his search for objectivity in mathematics, in reviewing, and in history. In: JONES, A.; PROUST, C.; STEELE, J. M. (Orgs.). *A mathematician's journey: Otto Neugebauer and modern transformations of ancient science*. Heidelberg: Springer, 2016. p. 61-106.
- SMITH, G. E. Revisiting accepted science: The indispensability of the history of science. *The Monist*, 93 (4), p. 545-79, 2010.
- SMITH, P. Science on the move: Recent trends in the history of early modern science. *Renaissance Quarterly*, 62 (2), p. 345-375, 2009.
- SOARES, M. J. de O. *O harém ao rés do chão: Imaginário europeu e representações médicas sobre o lugar-segredo, 1599-1791*. São Bernardo do Campo: Editora UFABC, 2017.
- _____. Mary Montagu e a inoculação da varíola na Inglaterra no século XVIII. *Khronos, Revista de história da ciência*, 5, p. 35-46, 2018.
- STEELE, J. M. Eclipse prediction in Mesopotamia. *Archive for History of Exact Sciences*, 54, p. 421-54, 2000a.
- _____. *Observations and predictions of eclipse times by early astronomers*. Dordrecht: Springer, 2000b.

- _____. Babylonian and Assyrian astral science. In: JONES, A.; TAUB, L. (Orgs.). *The Cambridge history of science, Vol. 1: Ancient science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. p. 73-98.
- STENGERS, I. *Thinking with Whitehead: A free and wild creation of concepts*. Cambridge: Harvard University Press, 2011. Original em francês: 2002.
- SWERDLOW, N. M. *The Babylonian theory of the planets*. Princeton: Princeton University Press, 1998.
- SZCZECINIARZ, J. -J. Ptolémée et le style épicyclique. *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger*, 178 (1), p. 29-52, 1988.
- TANNERY, P. *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*. Paris: Gauthier-Villars et Fils, 1893.
- TAUB, L. *Ptolemy's Universe: The natural philosophical and ethical foundations of Ptolemy's astronomy*. Chicago: Open Court, 1993.
- _____. Plato, astronomy of (427-348/347 B.C.E.). In: LANKFORD, J. (Org.). *History of astronomy: An encyclopedia*. New York: Routledge, 2011. p. 409-10.
- TÉON DE ALEXANDRIA. *Commentaire sur le premier livre de la composition mathématique de Ptolémée*. Paris: Merlin, 1821. Original em grego: século IV d. C.
- THONEMANN, P. *The Hellenistic age*. Oxford: Oxford University Press, 2016.
- TOOMER, G. J. Ptolemy. In: GILLISPIE, C. C. (Org.). *Dictionary of scientific biography, Vol. 11*. New York: Charles Scribner's Sons, 1981. p. 186-206.
- _____. Astronomia. In: BRUNSCHWIG, J.; LLOYD, G. E. R. (Orgs.). *Il sapere greco: Dizionario critico, Vol. 1*. Torino: Giulio Einaudi Editore, 2007. p. 333-45.
- TRIVELLATO, F. Is there a future for italian micro-history in the age of global history? *California Italian Studies*, 2 (1), 2001. Online em <<http://escholarship.org/uc/item/0z94n9hq>>. Acesso em 03/09/2016.
- VAINFAS, R. *Micro-história: os protagonistas anônimos da história*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- VAN DER WAERDEN, B. L. *Science awakening, Vol. 2: The birth of astronomy*. Dordrecht: Springer, 1974.
- VAN HELDEN, A. *Measuring the Universe: Cosmic dimensions from Aristarchus to Halley*. Chicago: The University of Chicago Press, 1985.
- VEGETTI, M. Platone. In: GEYMONAT, L. (Org.). *Storia del pensiero filosofico e scientifico, Vol. 1: L'Antichità, il Medioevo*. Milano: Garzanti, 1981. p. 165-84.
- VLASTOS, G. Slavery in Plato's thought. *The Philosophical Review*, 50 (3), p. 289-304, 1941.
- _____. *Plato's Universe*. 2. ed. Las Vegas: Parmenides Publishing. 2005.

- WAHL, J. Platon. In: PARAIN, B. (Org.). *Histoire de la philosophie, Vol. 1*. Paris: Gallimard, 1969. p. 464-607.
- WATKINS, J. W. N. Metaphysics and the advancement of science. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 26, p. 91-121, 1975.
- WHITE, S. A. Posidonius (addendum). In: BORCHERT, D. M. (Org.). *Encyclopedia of philosophy, Vol. 7*. Detroit: Thomson Gale, 2006. p. 709-10.
- WHITEHEAD, A. N. *Process and reality*. New York: Macmillan, 1929.
- WITTGENSTEIN, L. *Tractatus logico-philosophicus*. Tradução J. A. Gianotti. São Paulo: Companhia Editora Nacional, Edusp, 1968. Original em alemão e inglês: 1922.
- _____. *Investigações filosóficas*. Tradução J. C. Bruni. São Paulo: Nova Cultural, 1999. Original em inglês: 1953.
- WRIGHT, L. The astronomy of Eudoxus: Geometry or physics? *Studies in History and Philosophy of Science*, 4 (2), p. 165-72, 1973.
- ZELLER, E. *Compendio di storia della filosofia greca*. Firenze: Vallecchi Editore, 1921. Original em alemão: 1883.
- ZILSEL, E. *The social origins of modern science*. Dordrecht: Springer, 2003
- ZIMANSKY, P. Archaeology and texts in the Ancient Near East. In: POLLOCK, S.; BERNBECK, R. (Orgs.). *Archaeologies of the Middle East: Critical perspectives*. Oxford: Blackwell, 2005. p. 308-26.