

DE TOMÁS DE AQUINO A GALILEU

CARLOS ARTHUR R. DO NASCIMENTO

Coleção Trajetória 2



UNICAMP

IFCH
INSTITUTO DE
FILOSOFIA E
CIÊNCIAS
HUMANAS

2ª Edição

CARLOS ARTHUR R. DO NASCIMENTO

**DE TOMÁS DE AQUINO
A GALILEU**

Coleção Trajetória 2

**I F C H
INSTITUTO DE
FILOSOFIA E
CIÊNCIAS
HUMANAS
UNICAMP**

COLEÇÃO TRAJETÓRIA 2

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Universidade Estadual de Campinas

DIRETOR: Paulo Miceli

DIRETOR ASSOCIADO: Rubem Murilo Leão Rêgo

COMISSÃO DE PUBLICAÇÕES: Prof^a Amneris Angela Maroni - DCP,
Prof^a Ana Maria Niemeyer - DA, Prof. Italo A. Tronca - DH,
Prof. Oswaldo Giacóia Jr. - DF, Márcio Bilharinho Naves - DS e
Rubem Murilo Leão Rêgo - DS (Coordenador).

SETOR DE PUBLICAÇÕES: Elisabeth S. S. Oliveira, Marilza A. Silva e
Magali Mendes.

Editoração: Elizabeth Solange dos Santos Oliveira

Revisão: Carlos Arthur R. do Nascimento

Projeto da capa: Carlos Roberto Fernandes

Capa: Vladimir José de Camargo

Impressão e acabamento: Gráfica do IFCH/UNICAMP

N 17 d

Nascimento, Carlos Arthur Ribeiro do
De Tomás de Aquino a Galileu / Carlos Arthur Ribeiro do
Nascimento . 2 ed. Campinas : UNICAMP/IFCH, 1998.
194 p. - (Trajetória; 2)

1. Tomás de Aquino, Santo, 1225 ? - 1274.
2. Galileu, 1564 - 1642. 3. Filosofia - História.
4. Ciência - Filosofia. I. Nascimento, Carlos Arthur R. do
(Carlos Arthur Ribeiro), 1935 - II. Título. III. Série

Catálogo na Fonte - Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências
Humanas - UNICAMP
CRB nº 08/1661 / Maria Izabel de Tulio Lisboa

A Jean Gagné, que não poderá ler esta coletânea, por ser ela escrita em português e à D^a Cleonice (?), a *Velha*, que nem mesmo saberá que um livro foi dedicado a ela.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
INTRODUÇÃO.....	9
1. O ESTATUTO-EPISTEMOLÓGICO DAS 'CIÊNCIAS INTERMEDIÁRIAS'	
SEGUNDO SÃO TOMÁS DE AQUINO.....	13
A característica principal das 'ciências intermediárias'.....	16
Característica principal.....	19
Justificação da situação das ciências intermediárias.....	22
Enumeração das ciências intermediárias.....	24
'Especificação' e 'subalternação' da ciência.....	29
Os textos.....	29
A subalternação como caso particular da especificação das ciências.....	34
<i>Ciência quia e propter quid</i>	
<i>Quia e propter quid</i> nas ciências subalternadas.....	40
O principal aporte da <i>Expositio</i> sobre o <i>Segundos analíticos</i>	43
<i>Quia, propter quid</i> e demonstração pela causa remota.....	46
A explicação nas ciências intermediárias.....	52
O que as ciências intermediárias demonstram.....	52
Como as ciências intermediárias demonstram as suas conclusões.....	57
Algumas conseqüências e complementos.....	59
Ciências mais próximas da matemática ou da física	
A característica mais matemática das ciências intermediárias.....	66
Grau de certeza das ciências intermediárias.....	71
2. CONHECER PARA DOMINAR: ROGÉRIO BACON.....	89
A doutrina do <i>De multiplicatione</i>	91
1. A apresentação e a justificação do projeto do <i>De multiplicatione</i>	91
2. A caracterização da <i>species</i>	96
3. As leis da ação da espécie.....	99
3.1. As leis de direção da ação.....	100
3.2. As leis de intensidade da ação.....	101

A significação do <i>De multiplicatione</i> no conjunto da obra de Rogério Bacon	104
1. Problemática constante de suas obras	106
1.1. Período de ensino em Paris	107
1.2. Entre o ensino parisiense e as obras para o Papa	107
1.3. As obras para o Papa Clemente IV	112
1.4. Depois da morte de Clemente IV	118
2. O lugar do estudo da espécie entre as ciências	119
3. AS FONTES DE ROGÉRIO BACON NO <i>DE MULTIPLICATIONE SPECIERUM</i>	125
1. As indicações do <i>Prólogo</i> do <i>De multiplicatione</i> sobre as fontes	125
2. O uso das fontes no corpo do <i>De multiplicatione</i>	127
2.1. Os óticos	127
2.2. Os matemáticos	134
2.3. Os <i>naturales</i>	134
2.4. Outros autores não mencionados pelo <i>Prólogo</i>	136
ANEXO: <i>Prólogo</i> do <i>De multiplicatione specierum</i>	137
4. A METODOLOGIA DO <i>DE MULTIPLICATIONE SPECIERUM</i> DE ROGÉRIO BACON	145
1. Os dados do <i>Prólogo</i>	145
2. A efetivação do texto	146
2.1. O método das partes 1 ^a , 3 ^a , 4 ^a e 6 ^a	147
2.2. O método das partes 2 ^a e 5 ^a	148
3. Conclusão	151
Referências bibliográficas	151
5. TRÊS TRADIÇÕES EXPLICATIVAS NA LEI DA QUEDA DOS CORPOS	153
1. O raciocínio <i>ex hypothesi</i> - 1 ^a Tradição	154
2. A tradição aristotélico-euclidiana	158
3. Tradição das ciências intermediárias	161
Referências bibliográficas	165
6. GALILEU E O ARSENAL	167
Referências bibliográficas	171
ANEXO: Discursos - Trecho de abertura da primeira jornada	172
7. SOBRE UMA FRASE DE GALILEU	175
Referências bibliográficas	184
8. REVISITANDO "TRÊS TRADIÇÕES EXPLICATIVAS NA LEI DA QUEDA DOS CORPOS"	187
Referências bibliográficas	193

Apresentação

A coleção **TRAJETÓRIA** mantém seu objetivo de estimular os professores do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da UNICAMP a reunir e submeter à crítica acadêmica escritos dispersos que expressem, a critério exclusivo do autor, os momentos fundamentais de sua formação intelectual.

A exemplo dos volumes publicados até agora, compete ao autor selecionar, organizar e apresentar os textos, em obediência à sua versão original, transferindo para a introdução as observações que considerar necessárias para posicionar-se quanto ao estado atual de suas reflexões sobre a(s) unidade(s) temática(s) incluídas no volume.

Paulo Miceli
Diretor do IFCH

Introdução

Quase vinte e cinco anos separam o primeiro e o último dos trabalhos aqui reunidos. De fato, o primeiro deles (*O estatuto epistemológico das ciências intermediárias segundo São Tomás de Aquino*), se foi publicado em sua versão francesa em 1974, data de 1967, quando foi apresentado como dissertação de mestrado no Instituto de Estudos Medievais da Universidade de Montreal; o último (*Revisitando 'Três tradições metodológicas na lei da queda dos corpos'*) foi escrito, depois de ter sido objeto de uma comunicação no Terceiro Seminário Nacional de História da Ciência (promovido pela Sociedade Brasileira de História da Ciência, Caxambu, 25/04/91-01/05/91), e publicado em 1991.

Os textos que vêm em segundo, terceiro e quarto lugares são resumos dos resultados obtidos na tese de doutorado, sob o título *Une théorie des opérations naturelles fondée sur l'optique: le De multiplicatione specierum de Roger Bacon*, defendida no já citado Instituto de Estudos Medievais no início de 1976. O primeiro destes três últimos textos foi inicialmente publicado em francês, em 1981, com um título homônimo do da tese de doutorado e em português, em 1988, com o título que traz nesta coletânea.

Os textos que se seguem a estes e que aparecem em quinto, sexto e sétimo lugares foram escritos e publicados respectivamente

em 1983, 1986/1987 e 1986. Como se percebe, o segundo deles teve duas publicações.

O último trabalho – seu próprio título o indica – é uma revisão daquele que aqui consta em quinto lugar. As referências bibliográficas de todos estes textos estão registradas no final desta introdução.

É bom que se diga que nada disso foi planejado de antemão. Se, da dissertação de mestrado aos pequenos ensaios sobre Galileu, passando por Rogério Bacon, alguma “trajetória” foi sendo percorrida, isto só pôde e só pode ser divisado *a posteriori*. Caberá ao leitor verificar ou não sua existência. É bem possível que haja aqui muito mais um acordo implícito, como aquele de que falaria o conhecido fragmento 54 de Heráclito, do que uma cartesiana unidade clara e distinta.

De qualquer maneira, o que constitui o centro em torno do qual giram estes textos é o problema da matematização da ciência da natureza, quer seja ele abordado na divisão das ciências teóricas (física, matemática, metafísica) de acordo com Tomás de Aquino, quer seja visualizado na proposta, sem dúvida prematura mas grandiosa, de uma certa geometrização das radiações por Rogério Bacon, quer ainda seja sondado na efetivação galileana. O espírito geral destes ensaios segue uma orientação contrária à de muitas análises, que ressaltam de tal modo a novidade da filosofia da Natureza galileana, que esta pareceria uma criação, a partir do nada, de Galileu Galilei. Procuramos, sim, buscar os possíveis liames com o passado, medieval sobretudo. Se nossas propostas têm alguma validade, caberá, mais uma vez, ao leitor ajuizá-lo.

Fique registrado meu agradecimento sincero a Silvio Rosa por sua competente e cuidadosa tradução da parte em francês do primeiro texto desta coletânea, tendo eu próprio vertido para o português as citações em latim.

Enfim, também uma palavra de agradecimento não menos sincero ao Diretor do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da UNICAMP, Professor João Quartim de Moraes, ao Professor Márcio Naves, Coordenador da Comissão de Publicações do mesmo Instituto, e a todos que incentivaram e tornaram possível o presente volume, dentre os quais gostaria de ressaltar o Professor Oswaldo Giacoia Jr. e a equipe do Setor de Publicações.

Referências Bibliográficas

- 1 - Le statut épistémologique des 'sciences intermédiaires' selon Saint Thomas d'Aquin. In: *Cahiers d'Études Médiévales*. Montréal: Bellarmin: Paris: Vrin, 1974. v. 2 (*La science de la nature: théories et pratiques*), pp. 33-95.
- 2 - Une théorie des opérations naturelles fondée sur l'optique: le De multiplicatione specierum de Roger Bacon. *Manuscrito*, Campinas, v. 5, pp. 33-55, 1981. Tradução: Conhecer para dominar: Rogério Bacon. In: Uma história da filosofia - verdade, conhecimento e poder. Rio de Janeiro: Universta: UFRJ, 1988. v. 2 (*Razão e mística na Idade Média*), pp. 115-147.

- 3 - As fontes de Rogério Bacon no *De multiplicatione specierum*. *Leopoldianum*, Santos, v. 13, pp. 49-63, 1986.
- 4 - A metodologia do *De multiplicatione specierum*. *Anais da ANPOF*, Campinas, v. 1, pp. 13-18, 1986.
- 5 - Três tradições explicativas na lei da queda dos corpos. *Trans/Form/Ação*, Marília, v. 6, pp. 5-12, 1983.
- 6 - Galileu e o arsenal. *Cadernos PUC*, São Paulo, v. 27, pp. 37-43, 1987. Divulgado anteriormente em *SUL, Boletim de Novas Tecnologias de Comunicação*, São Paulo, v. 1, pp. 15-19, 1986.
- 7 - Sobre uma frase de Galileu. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Campinas, v. 9, pp. 53-59, 1986.
- 8 - Revisitando “Três tradições explicativas na lei da queda dos corpos”. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 5, pp. 49-52, 1991.

1. O Estatuto Epistemológico das 'Ciências Intermediárias' segundo São Tomás de Aquino*

Na classificação do saber humano segundo São Tomás de Aquino, a presença de um certo número de ciências ditas 'intermediárias' entre a física e a matemática (*scientiae mediae*) é um fato sempre notado. Para se dar conta disso, basta consultar um ou outro dos cursos de lógica *ad mentem sancti Thomae*.¹ Nesses manuais, todavia, a atenção não

*Utilizamos as abreviações e siglas seguintes: AP: *Archives de philosophie*, Paris, 1923 ...; BT: *Bulletin thomiste*, Le Saulchoir, 1924 ...; CM: *Classica et mediaevalia*, *Revue danoise de philologie et d'histoire*, Copenhague, 1938 ...; DTP: *Divus Thomas*, Piacenza, 1880 ...; ER: *Études et recherches*, Cahiers publiés par le Collège dominicain, Ottawa, 1936 ...; JHI: *Journal of the History of Ideas*, College of the City University of New York, 1940 ...; MS: *Mediaeval Studies*, Toronto, 1939 ...; RNSP: *Revue néoscolastique de philosophie*, Louvain, 1894-1945, publicada em seguida com o título de *Revue philosophique de Louvain*; RPL: *Revue philosophique de Louvain*, Louvain, 1946 ...; RSPT: *Revue des sciences philosophiques et théologiques*, Paris, 1907 ...; RT: *Revue thomiste*, Paris, 1893 ...; RTAM: *Recherches de théologie ancienne et médiévale*, Louvain, 1929.

¹Ver, por exemplo, Joannes a Sancto Thoma, *Cursus philosophicus thomisticus secundum exactam, veram, genuinam Aristotelis et Doctoris Angelici mentem, Ars logica seu de forma et materia ratiocinandi*, nova ed. B. Reiser, Taurini, Marietti, 1930, II P., q. 26, a. 2 e 3, pp. 795-803; J. Gredt, *Elementa philosophiae aristotelico-thomisticae*, vol. I: *Logica; Philosophia naturalis*, Barcelona, Herder, 1946, ed. octava recognita, n° 228-229, pp. 184-

se dirige tanto para as 'ciências intermediárias' quanto para a teoria da subalternação das ciências em geral. Seria possível dizer o mesmo das discussões que concernem à natureza da teologia por volta dos anos 1930-1940.² Nessas discussões, com efeito, o que mais reteve a atenção das partes em causa foi a subalternação das ciências em sua aplicação à teologia.

J. Maritain nos parece ter sido, dentre os comentadores mais próximos a nós, um dos mais preocupados em conceder especial atenção às ciências intermediárias como tais. Ele o fez notadamente em suas *Réflexions sur l'intelligence*³ e nos *Degrés du savoir*.⁴ Maritain cita um bom número dos principais textos de São Tomás sobre as ciências intermediárias, mas sua intenção não foi a de fazer um estudo histórico a seu respeito; antes, entendia mostrar a fecundidade da concepção tomista das ciências intermediárias para compreender a física matemática moderna. Sem dúvida, essa intenção do filósofo neotomista foi a fonte de certas reações que recordaram não apenas o caráter modesto do lugar concedido às ciências intermediárias nas classificações medievais do saber, mas também, sua inutilidade para uma epistemologia preocupada em dar conta da ulterior evolução da ciência.⁵ No

186; H.-D. Gardeil, *Initiation à la philosophie de saint Thomas d'Aquin*, vol. I, *Introduction et logique*, Paris, Cerf, 1952, pp. 159-161.

²Ver indicações bibliográficas em M.-D. Chenu, *La théologie comme science au XIIIe siècle* (Bibliothèque thomiste, 33), Paris, Vrin, 1957, 3e éd. rev. et aug., pp. 9-14.

³J. Maritain, *Réflexions sur l'intelligence et sur sa vie propre* (Bibliothèque française de philosophie), Paris, Nouvelle librairie nationale, 1924, pp. 174-201.

⁴Idem, *Distinguer pour unir ou Les degrés du savoir* (Bibliothèque française de philosophie), Paris, Desclée de Brouwer et Cie 1946, 4e éd. rev. et aug., pp. 78-93, 120-128.

⁵Ver especialmente D.H. Salman, *La conception scolastique de la physique*, em *Philosophie et sciences (Journées d'études de la Société thomiste, III)*, Louvain, 24 e 25 de setembro de 1935), Juvisy, Cerf, 1935, pp. 37-60; publicado também em *RNSP*, 39 (1936), pp. 27-50. Salman retomou suas idéias em dois artigos posteriores: *De la méthode en philo-*

entanto, os historiadores da ciência e da epistemologia não perderam a ocasião de reservar um lugar para as ciências intermediárias em suas exposições sobre a ciência e a epistemologia medievais em geral, ou ainda, sobre aquelas de São Tomás em particular. Um dos últimos a fazê-lo foi J. A. Weisheipl, em um artigo ainda muito recente, sobre a classificação das ciências no pensamento medieval.⁶ Porém, tais tra-

sophie naturelle, em RPL, 50 (1952), pp. 205-229; *Science et philosophie naturelle*, em RSPPT, 37 (1953), pp. 609-643.

⁶J.A. Weisheipl, *Classification of the Sciences in Medieval Thought*, em MS, 27 (1965), pp. 88-89; cf. do mesmo autor, *The Development of Physical Theory in the Middle Ages* (Newman History and Philosophy of Science Series, 4), Londres e Nova Iorque, 1959, pp. 58-62. Ver também, entre outros: J. Marietan, *Problème de la classification des sciences d'Aristote à saint Thomas*, tese apresentada na Faculdade de Letras da Universidade de Friburgo (Suíça) para a obtenção do grau de doutor, Paris, Alcan, 1901, pp. 186-187; E. Bodewig, *Die Stellung des hl. Thomas von Aquino zur Mathematik*, em *Archiv für Geschichte der Philosophie*, XLI, 3, (1932), pp. 414-416; O. Pedersen, *The Development of Natural Philosophy 1250-1350*, em CM, 14 (1953), pp. 91-93; Idem, *Du quadrivium à la physique*, em *Artes liberales von der antiken Bildung zur Wissenschaft des Mittelalters*, herausgegeben von J. Koch (Studien und Texte zur Geistgeschichte des Mittelalters, 5), Leiden-Köln, E.J. Brill, 1959, pp. 120-121; A. Maurer, *St. Thomas Aquinas, The Division and Methods of the Sciences, Questions V and VI of his Commentary on De trinitate of Boethius*, Translated with Introduction and Notes, Toronto, The Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1963, 3rd revised edition, pp. XI, XIV, XXXI, 36-38; S. Neumann, *Gegenstand und Methode der Theoretischen Wissenschaften nach Thomas von Aquin, aufgrund der Expositio super Librum Boethii De trinitate*, em *Beiträge zur Geschichte der Philosophie und Theologie des Mittelalters, Texte und Untersuchungen*, Band 41, Heft 2, Münster (Westfalen), Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung, 1965, pp. 106-109. O livro de T. Litt, *Les corps célestes dans l'univers de saint Thomas d'Aquin* (Philosophes médiévaux, 7), Louvain, Publications Universitaires - Paris, Béatrice Nauwelaerts, 1963, apresenta, notadamente em sua segunda parte (*Les corps célestes, théorie astronomique*, pp. 295-365), dados muito interessantes e úteis sobre a astronomia, uma das ciências intermediárias, porém, a epistemologia de tais ciências não é abordada *ex professo*. Tomamos conhecimento da tese de J. Alvarez Laso, *La filosofía de las matemáticas en Santo Tomás*, Dissertatio ad lauream in Facultate philosophica Pontificiae Universitatis gregorianae, Mexico, Jus, 1952. O autor apresenta um bom levantamento dos pontos atinentes à filosofia da matemática em São Tomás. Todavia, seu capítulo X

balhos, geralmente muito longos, só concedem algumas páginas às ciências intermediárias, mesmo quando falam destas últimas em termos que dão testemunho de um grande interesse. Conhecemos apenas um artigo de história inteiramente consagrado ao estudo das ciências intermediárias.⁷ Quanto a São Tomás, nenhuma monografia histórica, ao que saibamos, foi consagrada ao estudo de sua concepção das ciências intermediárias. Logo, não é fora de propósito examinar mais de perto este ponto da epistemologia tomista, já muito estudada sob outros aspectos. Assim, propomo-nos a mostrar qual a concepção que São Tomás tinha acerca das ciências intermediárias. Esperamos, ao menos, esclarecer alguns traços essenciais dessas ciências e o vínculo lógico que entre eles existe. Nosso levantamento dos textos de São Tomás não tem de modo algum a pretensão de ser exaustivo; todavia, acreditamos que forneça uma base suficiente para o estudo da questão. Além disso, afastaremos deliberadamente do campo de nosso trabalho o problema das origens históricas, próximas ou remotas, da doutrina tomista das ciências intermediárias. Abordar tal problema seria ampliar desmesuradamente nosso trabalho.

A característica principal das ‘ciências intermediárias’

Não são muito numerosos os textos em que São Tomás fala explicitamente de ‘ciência intermediária’ – *scientia media*. Levantamos em

(pp. 113-117) consagrado às ciências intermediárias (*Las matematicas aplicadas, Las ciencias medias*) nos parece um pouco fraco. Aliás, o próprio autor reconhece, no prólogo da tese, que trabalhou menos os últimos capítulos de sua exposição (ver p. IX). Porém, o conjunto do livro permanece uma obra de grande utilidade, sobretudo se levarmos em conta o apêndice, que oferece a lista de textos onde São Tomás trata das matemáticas (ver pp. 131-176).

⁷Cf. J. Gagné, *Du Quadrivium aux scientiae mediae*, em *Arts libéraux et philosophie au moyen âge (Actes du IV^e Congrès international de philosophie médiévale)*, Montréal-Paris, 1969, pp. 975-936.

sua obra meia dúzia de passagens que dela tratam *ex professo*.⁸ Entretanto, a sua lista pode ser facilmente ampliada – e sem dúvida deve sê-lo – pela adição dos textos onde está exposta a teoria geral da ‘subalternação das ciências’, cujo caso mais típico é precisamente o das ciências intermediárias.⁹ Ainda se pode juntar, a estes últimos, as passagens onde a teoria geral da subalternação ou um caso particular dela, às vezes ambos, são utilizados para a solução de um outro problema.

Esses problemas são: a) As relações entre a fé e a razão;¹⁰ b) o estatuto científico da teologia;¹¹ c) a distinção entre a teologia e a filo-

⁸In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 5m; ad 6m; ad 7m; In *II Physicorum*, lect. 3, n° 8, In *I Post. anal.*, lect. 41, n° 3; In *I Metaphysicorum*, lect. 13, n° 202. Para a cronologia das obras de Tomás de Aquino, ver I.T. Eschmann, *A Catalogue of St. Thomas's Works, Bibliographical Notes*, Appendix to E. Gilson, *The Christian Philosophy of St. Thomas Aquinas*, traduzido por L.K. Shook, Nova Iorque, Random House, 1952, pp. 379-437.

⁹In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 1, ad 5m (cf. arg. 3, 4 e 5); In *I Post. anal.*, lect. 15, n°s 4-7; lect. 17, n°s 3-6; lect. 21, n°s 4-5; lect. 25, n°s 1-6; lect. 34, n° 11.

¹⁰In *III Sententiarum*, dist. 24, a. 2, sol. 2, ad 3m; *De veritate*, q. 14, a. 9, obj. 3 e ad 3m; *Summa theologiae*, Ia, q. 32, a. 1, ad 2m (cf. IIa-IIac, q. 1, a. 5, ad 2m). – No que concerne ao primeiro texto, A. Hayen não assinala nenhuma divergência entre a primeira e a segunda redação. Cf. *Saint Thomas a-t-il édité deux fois son Commentaire sur le livre des Sentences?*, em *RTAM*, 9 (1937), pp. 219-236; particularmente a tábua de concordância, na página p. 224. Ver também A. Dondaine, em *BT*, 6 (1940-1942), pp. 100-108. A propósito dos dois primeiros textos, é interessante notar que para responder à questão *Utrum ea quae sunt fidei possint esse scita*, São Tomás recorre, na *Summa teológica* (Ia-IIac, q. 67, a. 3; IIa-IIac, q. 1, a. 5, ad 4m), não mais à comparação com o caso das ciências subalternante e subalternada, mas à comparação com o caso da ciência e da opinião.

¹¹In *I Sententiarum*, prol., q. 1, a. 3, q. 2, sol. 2; In *Boethii De trinitate*, q. 2, a. 2, ad 5m; *Summa theologiae*, Ia, q. 1, a. 2 e ad 1m (cf. Ia, q. 1, a. 6, ad 2m). – I.T. Eschmann assinala que a primeira passagem poderia ser uma interpolação: “*I Sent.*., prol. 3, 2 (*Vel dicendum...*) also seems a later though authentic interpolation”. Cf. *A Catalogue of St. Thomas's Works*, p.

sofia;¹² d) a distinção dos *habitus*,¹³ e) a distinção entre razão superior e inferior;¹⁴ f) as relações hierárquicas entre as substâncias espirituais;¹⁵ g) a teoria do gênero e da espécie.¹⁶ Finalmente, encontram-se dados complementares numa série de textos que tratam das relações gerais entre a física e a matemática,¹⁷ das teorias astronômicas,¹⁸ da teoria da medida,¹⁹ das teorias pitagóricas²⁰ e das relações entre a metafísica e os outros domínios do saber humano.²¹

385. Ele remete a uma resenha de M.-D. Chenu, no *BT*, 5 (1937-1939), p. 153. Eis aqui sua argumentação: “Nas *Sent.*,... a *subalternação* não aparece em seu lugar (art. 3, sol. 2 ad 2), mas figura em um texto que... não seria senão uma peça enxertada (*loc. cit.*, ad. 1, a partir de: *Vel dicendum quod in scientia...*). De fato, tal passagem está ausente em certos manuscritos (por ex., *Paris, Nat. lat. 15762*). Aliás, sabe-se que alguns problemas de composição se põem precisamente para as primeiras questões de *I Sent.* (Cf. A. Dondaine, *À propos de I Sent., dist. 2, q. 1, a. 3*, em *BT, Notes et communications*, 1933, pp. 171-182)”. Ver também M.-D. Chenu, *La théologie comme science au XIIIe siècle*, p. 76, n. 1.

¹²*Summa theologiae*, Ia, q. 1, a. 1, ad 2m.

¹³In *II Sententiarum*, dist. 24, q. 2, a. 2, ad 5m; *Summa theologiae*, Ia-IIae, q. 54, a. 2, arg. 2 e ad 2m; IIa-IIae, q. 9, a. 2, ad 3m; IIa-IIae, q. 174, a. 3, s. c.

¹⁴Cf. In *II Sententiarum*, dist. 24, q. 2, a. 2, ad 5m; *De veritate*, q. 15, a. 2, ad 14m, ad 15m; *Summa theologiae*, Ia, q. 79, a. 9.

¹⁵*De veritate*, q. 9, a. 1, ad 3m; *Summa contra Gentiles*, III, c. 79, primeiro *Item*.

¹⁶*Summa theologiae*, Ia-IIae, q. 35, a. 8.

¹⁷In *Boethii De trinitate*, q. 4, a. 3 (ed. Decker, p. 150, lin. 3); q. 5, a. 3 (ed. Decker, p. 181, lin. 14); q. 5, a. 3, ad 8m; q. 5, a. 4, ad 1m; q. 6, a. 1, ad 2 am quaest. (cf. In *I Post. anal.*, lect. 1, n° 10); In *I De caelo et mundo*, lect. 2, n° 7; lect. 3, n° 7; III, lect. 3, n°s 4-5.

¹⁸Cf. *Summa theologiae*, Ia, q. 32, a. 1, ad 2m; In *XII Metaphysicorum*, lect. 9, n°s 2563-2566; In *I De caelo et mundo*, lect. 3, n° 7; II, lect. 17, n° 2.

¹⁹In *X Metaphysicorum*, lect. 7, n°s 1947-1948; In *II De caelo et mundo*, lect. 14, n° 3. Sobre a teoria da medida em São Tomás, pode-se consultar, entre outros, G. Isaye, *La théorie de la mesure et l'existence d'un maximum selon saint Thomas*, em *AP*, 16 (1940), pp. 1-136; J. de Tonquedec, *La théorie de la mesure*, em *Questions de cosmologie et de physique chez Aristote et saint Thomas*, Paris, Vrin, 1950, pp. 110-115; V. De Couesnongle, *Mesure et causalité dans la 'quarta via'*, em *RT*, 58 (1958), pp. 55-75; 244-284.

Neste levantamento, as passagens mais importantes são aquelas da *Expositio* sobre o *De trinitate* de Boécio (q. 5, a. 3, ad 6m) e da *Expositio* sobre os *Segundos analíticos* (I, lect. 25, n^{os} 1-6), às quais se pode acrescentar a *Expositio* sobre a *Física* (II, lect. 3, n^{os} 8-9). A rigor, seria possível reconstruir a doutrina tomista sobre as ciências intermediárias com o auxílio destes dois ou três textos.

Característica principal

Os três textos citados no fim do parágrafo precedente nos fornecem a principal característica das ciências intermediárias. Esta principal característica, que nos servirá como ponto de partida e guia em nossa busca e que se poderia considerar como uma quase-definição das ciências intermediárias, é expressa nos três textos mencionados, em termos que são similares entre si. Ei-la aqui em sua tripla formulação:

Algumas, porém, que aplicam os princípios matemáticos às coisas naturais, são intermediárias.²²

São, porém, denominadas ciências intermediárias, as que tomam os princípios abstratos das ciências puramente matemáticas e aplicam à matéria sensível.²³

²⁰In *I Metaphysicorum*, lect. 7, n^{os} 119-123; lect. 8, n^{os} 124-133; lect. 9, n^{os} 147-149; III, lect. 7, n^{os} 403-422; In *II De caelo et mundo*, lect. 14, n^{os} 3 e 8.

²¹In *Boethii De trinitate*, q. 2, a. 3, obj. 7 e ad 7m; q. 5, a. 1, ad 6m, ad 7m, ad 9m (cf. arg. 6, 7 e 9); q. 5, a. 4, ad 8m; In *I Metaphysicorum*, lect. 1, n^{os} 24-25; lect. 2, n^o 47; II, lect. 2, n^o 291; III, lect. 5, n^{os} 387-391; IV, lect. 1, n^o 531; IV, lect. 2, n^o 563; IV, lect. 4, n^{os} 571 e 581; VI, lect. 1, n^o 1163 (cf. n^o 1169); XI, lect. 4, n^{os} 2206-2210; XI, lect. 7, n^{os} 2247-2267.

²²In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 6m.

²³In *II Physicorum*, lect. 3, n^o 8.

Algumas, porém, por aplicação dos princípios matemáticos às coisas materiais.²⁴

O quadro seguinte fará ressaltar ainda melhor a semelhança entre estes textos:

In De trin.

Porém
[algumas são intermediárias]
que [os princípios
matemáticos]
aplicam
às coisas naturais.

In II Phy.

São, porém, denominadas
ciências intermediárias, as que
tomam os princípios abstratos
das ciências puramente matemá-
ticas e aplicam
à matéria sensível.

*In I Post. anal.*²⁵

porém,
[algumas]
por [dos princípios
matemáticos]
aplicação
às coisas materiais

Levando-se em conta outras fórmulas semelhantes, seja a propósito das ciências intermediárias em geral, seja a propósito de uma delas,²⁶ pode-se dizer que esta maneira de apresentar as ciências inter-

²⁴*In I Post. anal.*, lect. 25, n° 3.

²⁵As palavras entre colchetes foram deslocadas devido às necessidades do paralelismo.

²⁶Eis algumas destas fórmulas: “O que cabe à linha pura e simplesmente é aplicado à linha visual”. *In I Post. anal.*, lect. 15, n° 5. – “A demonstração da geometria passa às ciências inferiores, como são as artes mecânicas que utilizam medidas, ou as visuais, como as ciências que tratam da visão, como as perspectivas e as que tratam dos espelhos; dá-se o mesmo com a aritmética em relação à harmonia, isto é, à música”. *In I Post. anal.*, lect. 17, n° 6. – “A perspectiva, que procede dos princípios da geometria”. *In I Post. anal.*, lect. 21, n° 4. – “Algumas ciências, porém, são intermediárias, isto é, as que aplicam os princípios matemáticos à matéria sensível”. *In Post. anal.*, lect. 41, n° 3. – “E, de acordo com o mesmo modo de falar, a astronomia e a perspectiva são espécies da matemática, na medida em que os princípios matemáticos são aplicados à matéria natural”. *Summa theologiae*, Ia-IIae, q. 35, a.8. – “Com efeito, a astronomia considera o movimento, pois a astronomia é uma ciência intermediária entre a matemática e a ciência da natureza. Com efeito, a astronomia e as outras ciências intermediárias aplicam seus princípios às coisas naturais”. *In I Metaphysicorum*, lect. 13,

mediárias permaneceu praticamente inalterada durante toda a carreira de São Tomás.

Para situar tais ciências, que não são nem puramente matemáticas nem puramente físicas, São Tomás sempre parte das matemáticas puras, e diz que, por oposição a estas que fazem abstração da matéria sensível,²⁷ as ciências intermediárias aplicam a esta matéria os princípios abstratos das primeiras. Os dois grupos de ciências seguem, pois, movimento contrário: enquanto as matemáticas puras se desligam da matéria sensível (abstração), as ciências intermediárias desta se aproximam (aplicação). A passagem já citada da *Expositio* sobre a *Física* o nota com bastante clareza: “Pois, se tais ciências intermediárias aplicam o que é abstrato à matéria sensível, é manifesto que as matemáticas, ao contrário, abstraem o que está na matéria sensível.”²⁸

Alguns exemplos esclarecerão o propósito, exemplos que aliás ocorrem muito freqüentemente nos textos. Trata-se primeiramente da

nº 202. — “Algumas ciências matemáticas são aplicadas ao movimento como a astronomia”. In *VI Metaphysicorum*, lect. 1, nº 1163. Sublinhamos as expressões que referem a aplicação dos princípios matemáticos à realidade física.

²⁷Teremos a ocasião de voltar a este ponto que, por si só, requer muitos esclarecimentos.

²⁸In *II Physicorum*, lect. 3, nº 8, *in fine*; cf. In *I Post. anal.*, lect. 25, nº 4, *in fine*. “Pois a geometria abstrai da matéria, segundo a consideração, aquilo que está na matéria segundo o ser. As ciências a ela subalternadas, porém, ao contrário, tomam o que é considerado abstratamente pelo geômetra e aplicam à matéria”. Aristóteles já dizia que a relação destas ciências com a física é contrária àquela da geometria. Cf. *Fis.*, II, 2, 194a7-11, a propósito da distinção entre a matemática e a física: “Ver-se-á ainda tal diferença a propósito das partes mais físicas das matemáticas, como a ótica, harmônica, astronomia, pois sua relação com a física é inversa àquela da geometria que estuda a linha física enquanto esta não é física; pelo contrário, a ótica estuda a linha matemática, não enquanto matemática, mas enquanto física”. Aristóteles, *Physique, I-IV*, trad. fr. H. Carteron, tomo primeiro, (Collection des univ. de France publiée sous le patronage de l'Association G. Budé), Paris, Les Belles Lettres, 1926, p. 63.

geometria e da perspectiva. A primeira, diz-se que, trata da linha como quantidade contínua, enquanto a segunda, dita ciência intermediária, ocupa-se com a linha visível (o raio luminoso), que consiste em uma linha aplicada a uma matéria determinada. As mesmas relações existem entre a aritmética e a música (acústica). Com efeito, as proporções numéricas, estudadas enquanto tais pela primeira, são aplicadas pela segunda aos sons.

Justificação da situação das ciências intermediárias

A *Expositio* sobre o *De trinitate* (ainda na q. 5, a. 3, ad 6m) fornece uma boa justificação dessa maneira de situar e de caracterizar as ciências intermediárias.

O texto inicia pelo enunciado de um princípio inteiramente geral: *o que é simples e suas propriedades se salva nos compostos, embora de outro modo [...]; mas o que é próprio dos compostos não se encontra no que é simples*. Tal princípio não é provado, mas apenas ilustrado com o auxílio de um exemplo rapidamente desenvolvido: o fato de que as propriedades dos elementos são de certo modo encontradas nos corpos compostos (mistos). Vem em seguida a aplicação do princípio geral ao domínio da epistemologia: *quanto mais alguma ciência é abstrata e considera algo mais simples, tanto mais seus princípios são aplicáveis às outras ciências*.²⁹ Não é dada nenhuma explicação acerca desse princípio, e a aplicação ao caso da matemática segue imediatamente: *Donde, os princípios da matemática serem aplicáveis às coisas naturais, porém, não o inverso; pelo que a física pressu-*

²⁹Encontramos um princípio semelhante no *In II Post. anal.*, lect. 3, n° 5: “É manifesto que o que é posterior não faz parte do entendimento do que é anterior, antes pelo contrário”. Mas, o texto quer antes justificar a existência da matemática como ciência abstrata do que a possibilidade de aplicá-la numa outra ciência.

põe a matemática, mas não o inverso, como é patente no livro III *Do céu e do mundo*.³⁰

Esses três princípios hierarquizados, ou melhor, tal formulação cada vez mais restrita do mesmo princípio geral, permite introduzir as três ordens de ciências que tratam das realidades naturais e matemáticas. O lugar exato das ciências intermediárias é assim precisado:

Daí, que se encontrem *três ordens de ciências* acerca das coisas naturais e matemáticas. *De fato, algumas*, que consideram as propriedades das coisas naturais, enquanto tais, são puramente naturais, como a física, a agricultura e similares. *Algumas*, que determinam acerca das quantidades de modo abstrato, como a geometria acerca da magnitude e a aritmética acerca do número, são puramente matemáticas. *Algumas, porém*, que aplicam os princípios matemáticos às coisas naturais, são intermediárias, como a música, a astronomia e similares.³¹

Porém, é precisamente essa situação intermediária das *scientiae mediae* que vai constituir todo o seu problema. Não sendo nem puramente físicas nem puramente matemáticas, vêm aparentemente desarrumar

³⁰Trata-se de *De caelo et mundo*, III, I, 299a13-17. Eis o comentário de São Tomás: "Tudo o que acontece de impossível acerca dos corpos matemáticos é necessário que repercute nos corpos naturais. Isto é assim porque o que é denominado matemático, o é por abstração do natural. O que é natural, porém, se apresenta por adição ao que é matemático (pois acrescenta ao que é matemático a natureza sensível e o movimento, dos quais o que é matemático abstrai); é, assim, patente que o que faz parte da noção do que é matemático salva-se no que é natural, e não o contrário. Deste modo, tudo que for incompatível acerca do que é matemático, se-lo-á também acerca do que é natural, mas a recíproca não é verdadeira". In *III De caelo et mundo*, lect. 3, n° 4. Ver também: In *I De caelo et mundo*, lect. 3, n° 6; In *Boethii De trinitate*, q. 4 a. 3 (ed. Decker, p. 150, lin. 3); q. 5, a. 3, s. c. 3.

³¹Notemos também que este texto termina com uma nota acerca do caráter mais matemático que físico das ciências intermediárias. Teremos a ocasião de abordar mais adiante este problema de modo expresso.

o tríptico das ciências teóricas de Aristóteles.³² Vão suscitar um problema particular de especificação e fornecer a ocasião de explicitar a teoria da subalternação. Isso acarreta conseqüências no plano do tipo de explicação ou de demonstração dessas ciências. Assim, o 'fato' e o 'porquê' (*quia* e *propter quid*), normalmente encontrados no interior da mesma ciência, serão repartidos entre a ciência subalternada e a ciência subalternante. Finalmente, como nos encontramos diante de uma aplicação da matemática a algo que é extrínseco a seu *genus subjectum*, será preciso saber se tal aplicação fornece, sim ou não, uma explicação próxima e própria dos fenômenos naturais. Tudo isso se acha concentrado na famosa questão, muito debatida na idade média, de saber se tais ciências são mais físicas ou mais matemáticas.

Enumeração das ciências intermediárias

Os problemas que acabamos de levantar são aqueles que tentaremos esclarecer nos parágrafos seguintes. Antes de fazê-lo, no entanto, achamos útil estabelecer a lista das ciências que São Tomás

³²Só podemos remeter aos numerosos trabalhos publicados nos últimos anos acerca do assunto. Ver, entre outros, L.-M. Régis, *Un livre: La philosophie de la nature, Quelques apories*, em ER (Philosophie, I, Ottawa, Collège dominicain, 1936, pp. 127-156; A. Mansion, *Introduction à la physique aristotélicienne*, Louvain, Ed. de L'Inst. sup. de philosophie, Paris, Vrin, 2e éd. rev. e aug., 1946, pp. 122-195; P. Merlan, *From Platonism to Neo-Platonism*, The Hague, Nijhoff, 1953, pp. 53-77; Idem, *Abstraction and Metaphysics in St. Thomas's Summa*, em JHI, 14 (1953), pp. 284-291; L.-B. Geiger, *Abstraction et séparation d'après saint Thomas*, em RSPT, 31 (1947), pp. 3-40 (reproduzido em *Philosophie et spiritualité*, Paris, Cerf, 1963, vol. I, pp. 87-124); J. D. Robert, *La métaphysique, science distincte de toute autre discipline philosophique selon saint Thomas d'Aquin*, em DTP, 50 (1947), pp. 206-222; R. W. Schmidt, *L'emploi de la séparation en métaphysique*, em RPL, 58 (1960), pp. 373-393; L. Vicente, *De modis abstractionis juxta sanctum Thomam*, em DTP, 66 (1963), pp. 35-65, 189-218; 67 (1964), pp. 278-299; S. Neumann, *op. cit.* (cf. supra, nota 6).

colocava sob a rubrica das 'ciências intermediárias'. Já citamos alguns exemplos; porém, uma lista mais completa tornará mais preciso nosso campo de trabalho.

As ciências intermediárias mais freqüentemente mencionadas são a *astronomia*, a *música* e a *perspectiva*. Nos textos que citamos,³³ a primeira aparece dezoito vezes, a segunda, doze vezes e a terceira, onze vezes.

Mais freqüentemente, diz-se que a *astronomia* toma de empréstimo seus princípios à matemática, sem outra precisão. Porém, a *Expositio* sobre a *Física* é mais explícita e diz: *A astronomia aplica a consideração da geometria e da aritmética ao céu e às suas partes*.³⁴ Aliás, segundo o testemunho de outros textos, a aritmética e a geometria constituem os dois ramos das matemáticas puras (*scientiae pure mathematicae*).³⁵ Dois pontos parecem ter retido a atenção de São Tomás: primeiramente, o caráter hipotético dos sistemas astronômicos por ele conhecidos;³⁶ em segundo lugar, o procedimento diferente que o astrônomo e o físico

³³Cf. notas 8-21: assimilamos os termos aparentados como *astrologia*, *astrologus*; *música*, *musicus*; etc. Para o sentido da palavra *astrologia* ver A. Maurer, *The Division and Methods of the Sciences*, pp. 36-37, nota 21; T. Litt, *Les corps célestes dans l'univers de saint Thomas d'Aquin*, p. 387, segunda coluna.

³⁴In *II Physicorum*, lect. 3, n° 8.

³⁵Cf. In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 6m; In *II Physicorum*, lect. 3, n° 8; In *I Post. anal.*, lect. 25, n° 3 (cf. n° 2); lect. 41, n° 3; In *I Metaphysicorum*, lect. 13, n° 202.

Dever-se-ia observar que estes dois ramos não têm uma posição totalmente paralela, porque a aritmética é mais abstrata, mais simples e mais certa que a geometria, *que se apresenta por adição à aritmética* (Cf. por exemplo, In *Post. anal.*, lect. 9, n° 3; lect. 41, n° 4; In *I Metaph.*, lect. 2, n° 47; In *I De caelo et mundo*, lect. 3, n° 6): é assim que se pode compreender esta afirmação da *Expositio* sobre a *Metafísica* (IV, lect. 2, n° 563): "*a matemática tem diversas partes, uma principal — a aritmética —, outra secundária — a geometria — e outras que se apresentam como conseqüentes a estas, como a perspectiva, a astronomia e a música*".

³⁶Cf. referências constantes da nota 18. Para completar tal lista de textos, ver T. LITT, *op. cit.* cap. XVIII: *Saint Thomas devant les hypothèses astronomiques*, pp. 342-346.

têm de demonstrar. Na demonstração da esfericidade da terra, tanto os procedimentos de um como do outro ilustram esse aspecto com muita clareza. São retomados por diversas vezes nos textos.³⁷

Na *Expositio* sobre o *De trinitate*, encontramos, mencionada ao lado da astronomia, uma *scientia de sphaera mota*: *Trata-se também das medidas dos movimentos nas ciências intermediárias entre a matemática e a ciência da natureza, como na ciência da esfera em movimento e na astronomia*.³⁸ Se o texto fosse tomado tal e qual, tratar-se-ia de uma ciência distinta da astronomia. A. Maurer a considera como o estudo geral do movimento dos corpos esféricos.³⁹

Finalmente, a *Expositio* sobre os *Segundos analíticos* (I, lect. 25, n° 2; cf. n° 3) faz menção à *aparência, isto é, à ciência naval, que considera os sinais aparentes de calma ou de tempestade*. Essa ciência é apresentada como subalternada à astronomia. É interessante pôr em relevo esse ponto porque nos mostra um encadeamento progressivo das ciências, a matemática fornecendo seus princípios à astronomia e esta, à técnica de previsão do tempo.

A ‘música’, também denominada ‘harmônica’ ou ‘consonância’ (*musica, harmonica, consonantia*), toma de empréstimo seus princípios à aritmética e os aplica ao estudo dos sons. A *Expositio* sobre os *Segundos analíticos* (I, lect. 25, n° 3) apresenta a *música de ouvido, isto é, a prática da música, que conhece os sons pela experiência da audição*, como subalternada à

³⁷In *II Sententiarum*, dist. 24, q. 2, a. 2, ad 5m; In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 7m; *Summa theologiae*, Ia, q. 1, a. 1, ad 2m; In *II Physicorum*, lect. 3, n° 9; *Summa Theologiae*, Ia-IIae, q. 54, a. 2, ad 2m.

³⁸In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 5m.

³⁹"By the science of the moved sphere (sphaera mota) is meant the study of the movement of spherical bodies" (A. Maurer, *op. cit.*, pp. 26-27, nota 4). Este autor remete à *Expositio* sobre a *Física* VI, lect. 12, n° 3 e às referências do índice da *Expositio* de São Tomás sobre o *De caelo*, ed. leonina, p. 443.

música. Aqui, reencontramos uma cadeia de ciências semelhante àquela que vincula a matemática, a astronomia e a técnica de previsão do tempo.

A 'perspectiva' (*perspectiva*), que recebe também o nome de 'ciência visual' (*speculativa scientia*),⁴⁰ aplica aos raios luminosos os princípios da geometria.

Uma ciência dita física, a 'ciência do arco-íris' (*scientia de iride*), é por seu turno subalternada a ela. A mesma ordem já encontrada existiria aqui entre a geometria, a perspectiva e a ciência do arco-íris.⁴¹

Igualmente, é a geometria que fornece seus princípios às 'artes mecânicas que utilizam medidas' (*artes mechanicae, quae utuntur mensuris*), segundo a *Expositio* sobre os *Segundos analíticos* (I, lect. 17, nº 6). Encontra-se uma outra menção a essas artes na *Expositio* sobre o *De trinitate* (q. 5, a.1, obj. 5). Porém, esse texto é mais vago, visto que fala somente de artes mecânicas e nada diz a propósito da utilização das medidas. A resposta à objeção em questão situa essas 'artes mecânicas' sob a física, com a medicina.⁴²

⁴⁰Um texto da *Expositio* sobre os *Segundos analíticos* (I, lect., 17, nº 6) apresenta um fraseado mais complexo: "*speculativae, sicut scientiae quae sunt de visu, ut perspectivae, quae sunt de visuali*".

⁴¹Cf. *In I Post. anal.*, lect. 25, nº 5. Notemos que não se trataria de uma parte propriamente dita da física, mas antes, de uma ciência subalternada a esta. Poder-se-ia raciocinar de modo semelhante com a agricultura. Esta última é denominada, com a física, como uma ciência 'puramente natural' (*pure naturalis*) na *Expositio* sobre o *De trinitate* (q. 5, a. 3, ad 6m), mas uma resposta precedente (*ibidem*, q. 5, a. 1, ad 5m) diz que ela é (com a alquimia e com a medicina) subalternada à física.

⁴²As artes mecânicas citadas são a 'agricultura' (*scientia de agricultura*) e a 'alquimia' (*alchimia*). Para a medicina, ver também *De veritate*, q. 9, a. 1, ad 3m; *In Boethii de Trinitate*, q. 2, a. 2, ad 5m; q. 5, a. 1, ad 3m (medicina e alquimia). Algumas informações complementares sobre as artes mecânicas e indicações bibliográficas encontram-se em A. Maurer, *op. cit.*, pp. 12-13, notas 33 e 34.

Diz-se que, mais ou menos aparentada à geometria, a *estereometria*, isto é, a ciência que trata das medidas dos corpos, tem como subalternada a *mecânica (machinativa)*, isto é, ciência da fabricação de máquinas.⁴³ Enfim, para terminar esse levantamento, assinalemos que a *Expositio* sobre o *De trinitate* (q.5, a.3, obj. 5) menciona a *sciencia de ponderibus*.⁴⁴

As considerações precedentes são suficientes para caracterizar com bastante precisão o campo de nosso trabalho. Com efeito, travamos contato com um certo número de ciências ditas intermediárias, notadamente a astronomia, a música e a perspectiva, todas caracterizadas pela aplicação dos princípios abstratos das matemáticas puras à matéria sensível. Tal aplicação é tornada possível pelo próprio fato de que a matemática é mais abstrata que as ciências físicas e por considerar objetos mais simples que estas últimas. De maneira ainda mais geral, pode-se vincular esta concepção das relações entre matemática e física a uma visão hierarquizada da realidade, segundo a qual aquilo que é simples se reencontra com suas propriedades, embora sob outra modalidade, naquilo que é composto, enquanto aquilo que pertence propriamente ao composto não se encontra naquilo que é simples.

Resta-nos expor os pressupostos e as conseqüências dessa aplicação da matemática à realidade física. Numa ordem lógica de apresentação, parece-nos que importa começar expondo aquilo que con-

⁴³Cf. *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 2.

⁴⁴Notemos, no entanto, que a ciência dos pesos não está explicitamente presente na resposta ao argumento. Dizemos “explicitamente”, pois é possível que tenha sido incluída no *et hujusmodi* (e similares) que segue a menção da música e da astronomia: “Algumas, porém, que aplicam os princípios matemáticos às coisas materiais, são intermediárias, como a música, a astronomia e similares”. Para informação mais ampla sobre a ciência dos pesos, a estática medieval, ver E.A. Moody and M. Clagett, *The Medieval Science of Weights (Scientia de ponderibus)*, The Univ. of Wisconsin Press, 1960, pp. 3-20.

cerne à 'especificação' e à 'subalternação' das ciências intermediárias. Uma vez postas as condições que tratam da 'especificação' e da 'subalternação' das ciências, será possível compreender a partilha das demonstrações *quia* e *propter quid* entre a ciência subalternada e a ciência subalternante, assim como o tipo de explicação fornecida pelas ciências intermediárias e seu caráter antes matemático que físico. Por isso, vamos agora examinar esse pressuposto fundamental – a 'especificação' e a 'subalternação' –, tal como é descrito por São Tomás.

'Especificação' e 'subalternação' da ciência

No início destas pesquisas constatamos que, desde suas primeiras obras, São Tomás utiliza o esquema da subalternação das ciências.⁴⁵ Esse esquema tem uma aplicação particularmente importante no caso das ciências intermediárias; nós o mostraremos adiante. Também queremos mostrar como as ciências intermediárias forneceram a São Tomás a ocasião de explicitar e de precisar suas idéias sobre a subalternação das ciências.

Os textos

Já na *Expositio* sobre o *De trinitate* (q. 5, a. 1, ad 5m), encontramos uma exposição bastante desenvolvida dessa questão: o esquema de subalternação é chamado a situar a medicina e as artes mecânicas em relação à física.⁴⁶ A *Expositio* sobre os *Segundos analíticos*⁴⁷ apresenta uma exposição mais completa e ainda mais coerente.

⁴⁵Ver nota 25 e segg.

⁴⁶Os textos anteriores, a esta passagem da *Expositio* sobre o *De trinitate*, caracterizam bem a ciência subalternada pelo fato de que ela toma seus princípios de em-

Por certo, a passagem citada da *Expositio* sobre o *De trinitate* distingue um duplo modo para a ciência de estar contida sob outra: *como sua parte* ou *como subalternada a ela*. Porém, na justificação dessa distinção, há uma mudança de ponto de vista entre o primeiro e o segundo membro da distinção. No primeiro, considera-se que uma ciência seja parte de outra porque seu ‘sujeito’⁴⁸ faz parte do ‘sujeito’ desta outra.

préstimo a uma ciência superior (subalternante), mas não dizem por que a ciência subalternada não se reduz pura e simplesmente à ciência subalternante.

⁴⁷As referências estão dadas acima, na nota 9.

⁴⁸São Tomás distingue dois aspectos na ciência: pode ser encarada como uma qualificação do sujeito cognoscente (*habitus*) ou como uma sorte de reconstrução intencional do ser extramental (conjunto de proposições concernentes a um aspecto do ser). É o que se exprime ao dizer que a ciência pode ser considerada *ex parte scientis* ou *ex parte scibilis*. O primeiro aspecto interessa sobretudo à psicologia; o segundo, à lógica, que considera a ciência não enquanto forma da natureza mas em sua originalidade própria de ser intencional. Eis alguns textos sobre tal distinção: *In III Sententiarum*, dist. 8, a. 5, ad 5m; *De veritate*, q. 3, a. 3 (ed. Marietti, § C); *Qdl. VII*, a. 4 (muito importante); *De potentia*, q. 7, a. 5, ad 9m; *In V Metaphysicorum*, lect. 18, n^{os} 1026-1029.

A terminologia *objectum scientiae* e *subjectum scientiae* está ligada a esta distinção da ciência enquanto considerada *ex parte scientis* e *ex parte scibilis*. O ‘objeto’ e o ‘sujeito’ desempenham um papel proporcional: “Com efeito, o sujeito está para a ciência assim como o objeto está para a potência ou o hábito” (*Summa theologiae*, Ia, q. 1, a. 7). Não se deve confundir o ‘sujeito’ de que fala a *Suma teológica* com o sujeito de inerência da ciência. Isso seria misturar as perspectivas, e, afinal, considerar apenas o aspecto *ex parte scientis*. Para evitar esse perigo de confusão, propôs-se distinguir entre *subjectum in quo* (sujeito de inerência do *habitus* científico) e *subjectum de quo*.

O papel deste último está bem indicado pela seguinte passagem do *Comentário* de São Tomás sobre as *Sentenças*: “O sujeito tem para com a ciência pelo menos três referências. A primeira é que o que quer que esteja na ciência deve estar contido sob o sujeito [...]. A segunda é que, na ciência, procura-se principalmente o conhecimento do sujeito [...]. A terceira é que pelo sujeito a ciência é distinguida de todas as outras, pois as ciências são repartidas do mesmo modo que as coisas, como se diz no livro III Sobre a alma”. *In I Sententiarum*, prolog., q. 1, a. 4.

A segunda função do ‘sujeito’ é retomada no prólogo da *Expositio* sobre a *Metafísica*: “Pois, é sujeito na ciência aquilo cujas causas e propriedades investigamos, não porém as próprias causas do gênero investigado”. Ver também Alberto Magno, *Metafísica*.

Assim, a botânica é uma parte da ciência da natureza, porque a planta é uma parte (não é precisado que se trata de uma espécie) do corpo natural. Mas, no segundo membro da distinção, diz-se que uma ciência é subalternada a outra, porque conhece o *quia* daquilo de que a ciência, sob a qual ela é colocada, conhece o *propter quid*.⁴⁹ O exemplo dado é o das relações entre a música (uma das ciências intermediárias) e a aritmética. Eis aqui o texto da *Expositio* sobre o *De trinitate*, que acabamos de examinar:

Uma ciência está compreendida sob uma outra de duas maneiras: de um modo, como sua parte, pois, sem dúvida, seu sujeito é uma parte do sujeito desta, como a planta é uma parte do corpo natural; daí, também a ciência das plantas estar compreendida, como uma parte, sob a ciência natural; de outro modo, uma ciência está compreendida sob uma outra como subalternada a ela, isto é, quando na ciência superior determina-se o porquê daquilo de que na ciência inferior só se conhece o quê, assim como a música está colocada sob a aritmética.

Por certo, a consideração das relações entre os 'sujeitos' e aquela das relações entre os dois tipos de explicação estão vinculadas entre si; aí, porém, há verdadeiramente dois pontos de vista, e nós os encontramos adequadamente distinguidos na *Expositio* sobre os *Segundos analíticos*. Esta, com efeito, apresenta a questão a partir do ponto de vista do *subjectum scientiae*, e a ele vincula a questão da explicação *quia* e *propter quid*, à maneira de uma conseqüência.

sica, Livro I, trat. I, cap. 2, ed. Geyer, p. 3, col. b, linhas 64-68, que menciona as duas primeiras funções do 'sujeito': "É sujeito na ciência aquilo ao que, como a um predicado comum, se reduzem as partes e diferenças, cujas propriedades são investigadas nela, e do qual derivam as propriedades, cuja inerência ao sujeito é demonstrada".

⁴⁹ Precisaremos o sentido de tais expressões na seção seguinte.

Eis aqui a passagem da *Expositio* sobre os *Segundos analíticos* (lect. 25, nº 2), que apresenta a distinção entre parte de uma ciência e uma ciência subalternada:

Ora, é preciso entender que *uma ciência está sob uma outra de duas maneiras. De um primeiro modo*, quando o sujeito de uma ciência é uma espécie do sujeito da ciência superior, assim como o animal é uma espécie do corpo natural, e por isso a ciência dos animais está sob a ciência natural. *De outro modo*, quando o sujeito da ciência inferior não é uma espécie do sujeito da ciência superior, mas o sujeito da ciência se compara ao sujeito da superior como o material em relação ao formal. É desta maneira que [Aristóteles] considera aqui que uma ciência está sob uma outra, assim como a especulativa, isto é, a perspectiva se comporta em relação à geometria.⁵⁰

Como já fizemos observar, aqui a distinção se atém ao ponto de vista do *subjectum scientiae*: se consideramos uma espécie do *subjectum* da ciência superior, a ciência que trata dessa espécie é apenas uma parte da ciência superior; mas o *subjectum* da ciência inferior pode não ser uma espécie do *subjectum* da superior, e manter com ele um outro tipo de relação, isto é, uma relação comparável àquela entre a matéria e a forma. No primeiro caso, (gênero-espécie), não saímos do

⁵⁰ Notar-se-á que esta passagem (menos a última frase, que retoma o texto de Aristóteles), assim como aquela da lição 15 (nº 5), citada *infra*, é um desenvolvimento pessoal de São Tomás. A este respeito, eis aqui uma interessante observação metodológica de L.-B. Geiger: “Resta muito a fazer para a exploração sistemática dos comentários, pela distinção notadamente entre as passagens destinadas a fixar, tão objetivamente quanto possível, o sentido do texto ou a intenção do autor, e aquelas que contêm o pensamento pessoal do comentador. Estas últimas são quase sempre reconhecidas pelas fórmulas de introdução, tais como: ‘Et hujus ratio est...’ ou ainda: ‘Ad hoc considerandum est...’. Cf. *Saint Thomas et la Métaphysique d’Aristote*, em *Aristote et saint Thomas d’Aquin (Journées d’études internationales. Chaire cardinal Mercier, 1955)*, Louvain, Publ. Univ. de Louvain - Paris, Béatrice Nauwelaerts, 1957, p. 177; retomado em *Philosophie et spiritualité*, I, p. 127.

genus subjectum da ciência superior; no segundo (forma-matéria), o *subjectum* da ciência subalternada só forma com aquele da subalternante um *genus secundum quid* (gênero sob um certo aspecto). A esse respeito, a lição 15 (nº 5) da *Expositio* sobre os *Segundos analíticos* é muito esclarecedora:

Ora, é preciso saber que *admite-se que um mesmo gênero é pura e simplesmente o mesmo* quando, da parte do sujeito, não é tomada alguma diferença determinante que seja estranha à natureza deste gênero; assim como se alguém, pelos princípios verificados acerca do triângulo, proceder à demonstração de algo acerca do isósceles ou alguma outra espécie de triângulo. Mas, *trata-se de um gênero sob um certo aspecto* quando é tomada acerca do sujeito alguma diferença estranha à natureza deste gênero; assim como o visual é estranho ao gênero da linha e o som é estranho ao gênero do número. Portanto, o número puro e simples, que é o gênero sujeito da aritmética, e o número sonoro, que é o gênero sujeito da música, não são pura e simplesmente um gênero. De modo semelhante, nem a linha pura e simples, que o geômetra considera, e a linha visual que o perspectivo [ótico] considera. Donde, ser patente que, quando se aplica à linha visual o que pertence à linha pura e simples, dá-se de certo modo uma descida a um outro gênero; não porém quando se aplica ao triângulo isósceles o que pertence ao triângulo.

Enfim, aqui importa lembrar uma passagem da *Suma Teológica*,⁵¹ que deriva a doutrina em toda a sua generalidade. Nem por isso, sua aplicação epistemológica, tal como nós a observamos no último texto da *Expositio* sobre os *Segundos analíticos*, é declarada inválida, como lembra, aliás, a passagem em questão:

⁵¹*Summa theologiae*, Ia-IIae, q. 35, a. 8. A meta do artigo é justificar a divisão das espécies de tristeza. Para tanto, São Tomás começa por estabelecer uma sorte de quadro geral concernente ao gênero e à espécie.

Em resposta é preciso dizer que pertence à noção de espécie que se apresente por adição ao gênero. *Ora, algo pode ser adicionado ao gênero de duas maneiras. De um modo*, o que lhe pertence por si e está virtualmente contido nele, assim como o racional é adicionado ao animal. Tal adição produz as verdadeiras espécies de algum gênero, como é patente segundo o Filósofo nos livros VII⁵² e VIII⁵³ da *Metafísica*. *Algo, porém*, é adicionado ao gênero como algo estranho à sua noção, assim como se o branco for adicionado ao animal, ou algo do mesmo tipo. Tal adição não produz verdadeiras espécies do gênero, na medida em que se fala comumente de gênero e espécies. *Às vezes, no entanto*, diz-se que algo é espécie de algum gênero pelo fato de que tem algo de estranho ao qual a noção de gênero é aplicada, assim como se diz que o carvão e a chama são espécies de fogo, por causa da aplicação da natureza do fogo a uma matéria estranha. *De acordo com semelhante modo de falar*, a astronomia e a perspectiva são denominadas espécies da matemática na medida em que os princípios matemáticos são aplicados à matéria natural.

A subalternação como caso particular da especificação das ciências

Permaneçamos nos limites do domínio epistemológico. Parece-nos possível afirmar que a subalternação é um caso particular da especificação das ciências. Para estabelecê-lo, basta partir do princípio geral que regula toda a doutrina da especificação das ciências. Com efeito, para que uma ciência seja dotada de unidade interna e distinta de qualquer outra, é-lhe preciso uma unidade de 'sujeito' e de 'princípios'. A *Expositio* sobre os *Segundos analíticos*, o diz de um modo claro e breve: *Para que uma ciência seja pura e simplesmente una, requer-se*

⁵²*Metafísica*, VII, 12, 1038a5.

⁵³*Ibidem*, VIII, 2, 1043a5; 1043b28.

tanto a unidade do sujeito como a unidade dos princípios.⁵⁴ Logo, se se aplica a um 'sujeito' princípios que se vinculam a um outro, a demonstração não será válida, ou na melhor das hipóteses, será apenas uma demonstração dialética, ou seja, geral e não plenamente convincente. Aqui, torna-se palpável o rigor do ideal científico aristotélico, que solicita que uma demonstração seja feita *ex necessariis et propriis*, isto é, a partir de princípios necessários e próprios.⁵⁵

Ora, Aristóteles já se encontrava diante de casos em que princípios matemáticos eram aplicados a um 'sujeito' físico.⁵⁶ Notadamente, era o caso da astronomia, da perspectiva e da harmônica – as três ciências intermediárias mais importantes. Como então justificar estes casos em que parecia haver 'passagem a outro gênero' (*descensus in aliud genus*, como se dirá mais tarde)? Encontramos uma menção a esse problema no sétimo capítulo do primeiro livro dos *Segundos analíticos*, onde Aristóteles aborda a questão da incomunicabilidade dos 'gêneros sujeito'. Remete o problema para elaboração posterior⁵⁷ e

⁵⁴In *I Post. anal.*, lect. 41, n° 11, *in fine*. Seria preciso lembrar que toda uma parte bastante longa desta lição (n°s 6-13) é consagrada ao estudo do problema da unidade e da distinção das ciências.

⁵⁵Cf. *Segundos analíticos*, I, cap. 4-12, com o *Comentário* de São Tomás. Tais capítulos dos *Segundos analíticos* constituem o que se poderia denominar um tratado da 'matéria' da demonstração científica. Sabe-se que esta concerne somente às proposições necessárias, nas quais o predicado convém ao sujeito *κατα παντος* (*de omni*), *καθ'αυτο* (*per se*) e *το καθολου* (*ut universale*).

⁵⁶Sobre este assunto, ver Pierre Duhem, *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, nova tiragem, Paris, Hermann, s.d., tomo I, pp. 134-150; A. Mansion, *op. cit.*, pp. 143-195; T. Heath, *Mathematics in Aristotle*, Oxford, Clarendon Press, 1949, pp. 1-16, cf. 58-61.

⁵⁷"Quanto a saber como a passagem é possível em certos casos, di-lo-emos ulteriormente" (75b5). As citações de Aristóteles no texto em francês foram recolhidas na tradução de J. Tricot, *Organon IV, Les Seconds analytiques*, nova tradução e notas (Biblioteca dos textos filosóficos), nova ed., Paris, Vrin, 1966.

contenta-se em dizer que *o gênero deve ser necessariamente o mesmo, quer de modo absoluto, quer pelo menos de certo modo, se a demonstração deve ser transportada de uma ciência para outra*.⁵⁸ Já citamos o texto da *Expositio* de São Tomás onde, num desenvolvimento pessoal, esclarece o sentido desse ‘mesmo gênero de um certo modo’ (*unum genus sic, idest quadammodo*). Este texto evoca uma teoria muito precisa do gênero e da espécie, e mostra claramente a distinção entre a simples parte de uma ciência e uma ciência subalternada.

Aristóteles volta ao problema no capítulo nono, mas não acrescenta grande coisa; só faz repetir os exemplos da harmonia e da perspectiva, e passa ao problema da demonstração do ‘fato’ e do ‘porquê’.⁵⁹ Em sua *Expositio* (lect. 17, n.º 3), São Tomás também recorda simplesmente o que foi dito na lição 15, para mostrar como é possível fazer uma demonstração na ciência inferior com o auxílio dos princípios da ciência superior.⁶⁰

Uma terceira referência encontra-se no décimo terceiro capítulo, consagrado inteiramente ao exame da distinção entre a demonstração do ‘fato’ e aquela do ‘porquê’. A passagem, que vai de 78b34 a 79a13, examina a questão em relação com as ciências subalternadas. Os exemplos

⁵⁸75b 6-9.

⁵⁹Eis aqui os textos: “Não pode ser de outra maneira senão em casos tais como o dos teoremas da Harmônica, que são demonstráveis pela Aritmética. Tais teoremas são provados do mesmo modo, mas com uma diferença: o *fato* depende de uma ciência distinta (pois o gênero que lhes serve de sujeito é distinto), ao passo que o *porquê* depende da ciência mais elevada, à qual os atributos pertencem essencialmente” (76a 9-13) – “Porém, como quer que seja, a demonstração não se aplica a um outro gênero, senão, assim como o indicamos, na aplicação das demonstrações geométricas aos teoremas da Mecânica ou da Ótica, ou das demonstrações aritméticas aos teoremas da Harmônica” (76a 22-25).

⁶⁰“Com efeito, faz-se a demonstração na ciência inferior, pelos princípios da ciência superior, como foi mostrado [lect. 15]”.

são muito desenvolvidos, mas Aristóteles se limita a constatar o fato da subalternação. A *Expositio* de São Tomás encerra uma passagem⁶¹ que retoma com força a distinção formulada por este último na lição 15 (nº 5). Porém, numa leitura mais atenta, tal evocação comporta certa nuance em relação ao texto da lição quinze. Este último dizia simplesmente que o 'sujeito' da ciência subalternada comportava uma diferença extrínseca àquele da ciência subalternante. Ora, o texto da lição 25, por sua vez, precisa que a relação entre os dois 'sujeitos' é comparável à aplicação de uma forma a uma matéria. Ambos os aspectos são utilizados na explicação dos exemplos de Aristóteles, todavia, com uma predominância do segundo aspecto (matéria-forma):

É desta maneira [como o material em relação ao formal] que [Aristóteles] considera aqui que uma ciência está sob uma outra, assim como a especulativa, isto é, a perspectiva se comporta em relação à geometria. Com efeito, a geometria trata da linha e das outras extensões; a perspectiva, porém, trata da linha determinada a uma matéria, isto é, da linha visual. Ora, a linha visual não é uma espécie da linha pura e simples, assim como o triângulo de madeira não é uma espécie do triângulo. Com efeito, ser de madeira não é uma diferença do triângulo. A mecânica, isto é, a ciência da fabricação de máquinas, comporta-se de maneira semelhante para com a estereometria, isto é, a ciência que trata das mensurações dos corpos. Diz-se que esta ciência está sob uma ciência, pela aplicação do formal ao material. Pois, as medidas dos corpos puros e simples comparam-se às medidas das madeiras e dos outros materiais requeridos para as máquinas por aplicação do formal ao material. A harmônica, isto é, a música comporta-se de maneira semelhante com a aritmética. Pois, a música aplica o número formal (que o aritmético considera) à matéria, isto é, aos sons. Comporta-se de ma-

⁶¹I, lect. 25, nº 2.

neira semelhante a aparência, isto é, a ciência naval, que considera os sinais aparentes de calma ou de tempestade, para com a astronomia, que considera os movimentos e as posições dos astros.⁶²

Notemos aqui que a mesma combinação é reencontrada na *Suma Teológica*,⁶³ numa formulação que talvez a evidencie melhor.

Após esta breve análise, vê-se como as ciências intermediárias foram a ocasião para o desenvolvimento da teoria da subalternação. Com efeito, estão presentes em todos os textos que se acaba de examinar. Mesmo o da *Expositio* sobre o *De trinitate* (q. 5, a. 1, ad 5m), que tinha por meta colocar a medicina e as artes mecânicas sob a física, cita a ‘música’ como primeiro exemplo de ciência subalternada, e só em seguida utiliza a elaboração já executada para resolver o caso em questão.⁶⁴ Assim, as ciências intermediárias obrigariam a abrandar

⁶²*In I Post. anal.*, lect.25, n° 2.

⁶³Ia-IIae, q. 35, a. 8.

⁶⁴Seria cabível citar ainda, no que concerne a São Tomás, a teologia. Mas, aqui também, encontramos diante de uma transposição de um esquema que, primitivamente, fora pensado em função das ciências intermediárias; transposição, aliás, que não será feita sem importantes adaptações: a teologia tomará de empréstimo seus princípios à ciência de Deus e dos bem-aventurados, mas o ‘sujeito’ da ciência (Deus) permanece o mesmo, seja nesta ou naquela. Algumas frases de Chenu resumem bem toda a problemática: “Evidentemente, está fora da epistemologia aristotélica dissociar dois tipos de subalternação, pois no plano dos conhecimentos humanos a subalternação dos princípios está ligada à subalternação dos objetos: a ótica toma de empréstimo princípios à matemática, porque o seu objeto, o que é dela própria e especificamente diferente, está subordinado ao objeto da matemática. Em teologia, não é para atingir um objeto diferente da ciência de Deus que o teólogo ‘crê’ nos princípios como dela recebidos; é porque esse mesmo objeto, ao qual ele tem acesso pela fé, é uma realidade misteriosa e totalmente inacessível à razão”. *La théologie comme science au XIIIe siècle*, p. 82; cf. p. 83, nota 2. Sobre este assunto, ver J. Beumer, *Thomas von Aquin zum Wesen der Theologie*, em *Scholastik*, 30 (1955), pp. 195-214; M.-D. Chenu, *op. cit.*, pp. 67-92; E. Schillebeeckx, *Approches théologiques*, vol. I:

a compartimentação dos *genera subjecta*. Aliás, observa-se um certo progresso de Aristóteles a São Tomás. O primeiro dizia simplesmente, na passagem mais explícita dos *Segundos analíticos*,⁶⁵ que era preciso uma certa comunidade de 'sujeito' para que a aplicação dos princípios matemáticos à física fosse possível. São Tomás, por sua vez, dedica-se a formular essa comunidade de modo mais preciso e mais técnico. Há mesmo um progresso em seus próprios textos: o da *Expositio* sobre o *De trinitate* ainda fica imperfeito, enquanto as apresentações feitas na *Expositio* sobre os *Segundos analíticos* e na *Suma teológica* são mais claras e mais rigorosas. Viu-se, também, que as passagens da *Expositio* sobre os *Segundos analíticos*, onde São Tomás enfrenta o problema, são desenvolvimentos pessoais. Restaria ver se ele já encontrava indicações em algum outro predecessor que não Aristóteles.

De todo modo, se se pergunta por que os princípios matemáticos podem ser aplicados à física, a resposta, no nível da teoria da subalternação, será que os sujeitos das duas ciências não estão totalmente desprovidos de vínculos entre si,⁶⁶ e que o da Física, ao mesmo tempo em que não é propriamente uma espécie do 'sujeito' da matemática, com ele mantém relações que podem ser assimiladas às da matéria e da forma.⁶⁷ Essa doutrina permite resguardar a aplicação dos princípios matemáticos a uma matéria física, sem pura e simplesmente reduzir os domínios onde isso é feito ao das matemáticas

Révélation et théologie, Bruxelles, Cep-Paris, Office général du Livre, 1965, pp. 79-142; 191-219. Na página 100 desta última obra, encontra-se uma nota muito importante para compreender o sentido do esforço de São Tomás, ao aplicar a noção aristotélica de ciência à teologia.

⁶⁵I, 7, 75b 6-9; o texto foi citado acima.

⁶⁶Cf. *In I De caelo et mundo*, lect. 3, n° 6; III, lect. 3, n° 4.

⁶⁷Será necessário que precisemos ulteriormente de que gênero de matéria e de forma se trata, nas relações da física com a matemática.

puras. Assim, as ciências intermediárias não serão espécies propriamente ditas da matemática, como é o caso para a aritmética e a geometria.

Enfim, vimos também que a questão do *quia* e do *propter quid* estava estreitamente vinculada à subalternação, as relações entre o ‘sujeito’ da ciência subalternante e o da ciência subalternada comandando aquelas existentes entre os tipos de explicação próprios a cada uma das ciências. As duas questões (subalternação e tipo de explicação), tão estreitamente estão ligadas entre si que era fácil passar inconscientemente de um problema a outro. O que nos conduz a examinar mais pormenorizadamente como a questão do *quia* e *propter quid* se vincula à subalternação.

Ciência *Quia* e *Propter Quid*

Quia e *propter quid* nas ciências subalternadas

Todo o décimo terceiro capítulo do primeiro livro dos *Segundos analíticos* é consagrado ao estabelecimento da distinção entre as demonstrações *quia* e *propter quid*. A segunda parte desse capítulo nos interessa particularmente porque concerne à distinção entre esses dois tipos de demonstração, enquanto pertencem a ciências distintas, e principalmente, a ciências que mantêm entre si uma relação de subalternação.⁶⁸ Ora, vimos anteriormente que o caso mais típico das ciências que mantêm entre si tal relação é o caso das ciências intermediárias frente às matemáticas puras. Portanto, é natural que a *Expositio* de

⁶⁸O caso em ciências [diversas], das quais uma não está sob a outra (geometria-medicina) é, afinal de contas, acidental. Cf. S. Mansion, *Le jugement d'existence chez Aristote*, Louvain, Inst. sup. de philosophie – Paris, Desclée de Brouwer et Cie, 1946, p. 146, nota 50.

São Tomás sobre o capítulo 13 nos forneça esclarecimentos sobre a partilha das demonstrações *quia* e *propter quid*, entre as ciências intermediárias e as matemáticas puras. Eis aqui como a questão é ali apresentada:

O *porquê* difere do *quê* de um modo distinto dos já tratados [diferença entre a demonstração de *quê* e do *porquê* na mesma ciência], pelo fato de que são considerados em ciências distintas, isto é, que a uma ciência pertence saber *porque* e a outra ciência pertence saber *que*.⁶⁹

Após haver distinguido as ciências subalternadas (*das quais uma está sob a outra*) daquelas que não o são (*das quais uma não está sob a outra*), a *Expositio* de São Tomás mostra que relações mantêm entre si as ciências subalternadas (*como se comportam entre si as ciências das quais uma está sob a outra, a uma das quais pertence o porquê e à outra o quê*). É nesta seção que se encontra a exposição da subalternação que examinamos acima (*como as supracitadas ciências comportam-se entre si de acordo com a ordem*).⁷⁰ Tal exposição é acompanhada por uma outra sobre a maior ou menor proximidade das ciências (*como comportam-se entre si de acordo com a concordância*);⁷¹ teremos a ocasião de voltar a esse ponto. Em seguida, vem o principal assunto da lição:

Como nas supracitadas ciências [das quais uma está sob a outra], a uma delas pertence o *quê* e à outra o *porquê*.⁷²

⁶⁹*In I Post. anal.*, lect. 25, n° 1.

⁷⁰*Ibidem*, n° 2.

⁷¹*Ibidem*, n° 3.

⁷²*Ibidem*, n°s 4-5.

Assim posta, a questão é abordada em duas instâncias:

- 1) Como cabe às ciências que contêm outras sob si dizer o *porque*.⁷³
- 2) Como cabe às ciências que estão contidas sob elas dizer o *porque* a respeito de outras ciências.⁷⁴

Logo, subdivide-se em duas a questão que perguntava como as demonstrações *quia* e *propter quid* são partilhadas entre a ciência subalternada e a ciência subalternante. Estas perguntam, por seu turno, como cabe à ciência subalternante demonstrar o *propter quid* e à subalternada demonstrar também o *propter quid*, todavia, em relação a outras ciências que não aquela sob a qual ela mesma está colocada. A esta dupla questão, a resposta é dada nas duas passagens seguintes:

1) É preciso, portanto, saber a respeito do primeiro que, em todas as ciências supracitadas, aquelas que estão contidas sob outras aplicam os princípios matemáticos ao sensível. Aquelas, porém, que contêm sob si as outras são mais matemáticas. Por isso, o Filósofo diz primeiro que cabe aos sensíveis, isto é, às ciências inferiores que aplicam ao sensível, conhecer *que*; mas, saber *porque* cabe aos matemáticos, isto é, às ciências cujos princípios são aplicados ao sensível. Cabe a estas, com efeito, demonstrar o que é assumido como causa nas ciências inferiores.⁷⁵

2) Também a ciência subalternada diz *porque*, não a respeito da subalternante, mas a respeito de uma certa outra. De fato, a perspectiva é subalternada à geometria. E se compararmos a perspectiva com a geometria, a perspectiva diz *que* e a geometria *porque*. Mas, assim como a perspectiva é subalternada à geometria, assim também a ciência do arco-íris é subal-

⁷³*Ibidem*, n° 4.

⁷⁴*Ibidem*.

⁷⁵*In I Post. anal.*, lect. 25, n° 4.

ternada à perspectiva. De fato, aplica os princípios tratados pura e simplesmente pela perspectiva a outra matéria determinada. Donde, competir ao físico que trata do arco-íris conhecer o *quê*. Com efeito, o físico diz *que* a orientação da vista para uma nuvem disposta de certo modo em relação ao sol é a causa do arco-íris. Mas, o *porquê* ele o toma do perspectivo.⁷⁶

O principal aporte da *Expositio* sobre os *Segundos analíticos*

O primeiro dos dois últimos textos citados no parágrafo precedente é claro quando vincula a explicação *quia* às ciências subalternadas que aplicam os princípios matemáticos às realidades sensíveis, e a explicação *propter quid* às ciências 'mais matemáticas', isto é, às matemáticas puras. De acordo com o segundo texto, a mesma partilha encontra-se realizada entre uma ciência pertinente ao domínio do físico e uma ciência matemática aplicada (ciência já subalternada), o que é ilustrado pelo exemplo da ciência do arco-íris e da perspectiva. Pelo contrário, os dois textos são mais obscuros no que concerne à significação das expressões *quia* e *propter quid*. O primeiro texto diz que as ciências mais matemáticas fornecem o *propter quid*, porque lhes cabe demonstrar o que é tomado como causa explicativa nas ciências subalternadas. Logo, seria possível traduzir *propter quid* como 'porquê', no sentido forte de explicação última. Então, *quia* assumiria o sentido de explicação subordinada, isto é, de explicação que é, ela própria, dependente de outra. Em outras palavras, o matemático conhece o *propter quid*, porque demonstrou os teoremas da aritmética e da geometria. Portanto, sabe 'porque' eles são verdadeiros. Ao contrário, aquele que aplica esses teoremas aos problemas físicos toma-os ou

⁷⁶In I *Post. anal.*, lect. 25, n° 5.

aceita-os como verdadeiros, e os utiliza para esclarecer os problemas de sua ciência. Porém, não os tendo demonstrado ele próprio, não conhece 'porque' eles são verdadeiros. Toda a inteligibilidade de sua ciência trará a marca disso e estará suspensa na inteligibilidade mais acabada e mais completa da ciência superior.⁷⁷

A estes dados, o segundo texto ainda acrescenta alguma coisa. Com efeito, ele termina com um exemplo interessante, o qual não se encontra no texto de Aristóteles. Esse exemplo quer esclarecer as relações entre a física (precisamente a ciência do arco-íris) e a perspectiva. Se se pergunta ao físico qual é a causa do arco-íris, responderá que se trata do fato de olhar uma nuvem colocada de certo modo em relação ao sol. Mas o 'porque' desse fenômeno é dado pelo 'ótico', sem dúvida porque ele conhece as leis da propagação da luz.

Aqui, vê-se que a explicação *quia*, a do físico, comporta não somente a constatação do fato, mas também, uma descrição das condições nas quais ele se produz. Portanto, seríamos levados a dizer que aqui a demonstração *quia* é uma explicação do 'como' em oposição ao 'porque'.

Encontramos ainda um complemento digno de atenção num exemplo fornecido a propósito das ciências não subalternadas e que, no entanto, será invocado mais tarde,⁷⁸ para ilustrar o caso das ciências subalternadas. Eis aqui o texto:

⁷⁷Cf. *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 6, nota da edição leonina (Zigliara), vol. I, p. 240, primeira coluna: "No entanto, visto a causa remota, em razão da matéria, ser objeto de outra ciência superior (com efeito, compete ao geômetra e não ao médico conhecer, por exemplo, o círculo e suas partes), daí o médico, enquanto assume aquele princípio acerca do círculo, não conhece como médico o porquê, mas apenas o quê do princípio assumido".

⁷⁸Cf. *In I Post. anal.*, lect. 41, n° 2: "Pois a ciência subalternada isolada sabe *quê*, desconhecendo *porquê*. Assim como o cirurgião sabe *que* as feridas circulares se

Que as feridas circulares se curem mais lentamente, compete ao médico, que tem experiência disto, saber *que*. Mas, saber *porque* compete ao geômetra, a quem compete conhecer que o círculo é uma figura sem ângulo; donde, as partes da ferida circular não se aproximarem de tal modo que possam unir-se facilmente.⁷⁹

Desta vez, insiste-se sobre a experiência. O médico constata que as feridas circulares levam mais tempo para se fechar. Eis aí o saber *quia*. Mas o 'porquê' desta experiência é fornecido pela geometria, que a vincula à forma circular considerada enquanto tal.⁸⁰

Daí, se são transpostos para as ciências intermediárias os dados fornecidos pelos dois exemplos que acabamos de examinar (perspectiva – ciência do arco-íris; geometria – medicina), e se a isso se acrescenta a explicação fornecida no n° 4 da lição 25 da *Expositio* sobre o primeiro livro dos *Segundos analíticos*, obtemos uma visão melhor do saber *quia*, próprio às ciências intermediárias. Este saber será:

- 1) baseado na experiência (*fato*);
- 2) descritivo (*como*);

curam mais lentamente, mas não sabe *porquê*. Tal conhecimento cabe, porém, ao geômetra que considera a noção do círculo, de acordo com a qual suas partes não se aproximam a modo de ângulo, provindo desta aproximação que as feridas triangulares se curem mais rapidamente”.

⁷⁹In *I Post. anal.*, lect. 25, n° 6.

⁸⁰Na demonstração *quia* pelo efeito, há também uma evocação da experiência. Se se demonstra, por exemplo, que os planetas estão mais próximos da terra, pelo fato de que não cintilam, a verdade da maior – *todo corpo celeste não cintilante está mais próximo da terra* – é obtida por indução: “É preciso que a verdade desta proposição [todo astro não cintilante está próximo] seja obtida por indução, ou pelo sentido, pois, neste caso, o efeito é mais conhecido ao sentido do que a causa”. In *I Post. anal.*, lect. 23, n° 6.

- 3) matematizado, como o auxílio dos princípios tomados de empréstimo à matemática pura (*explicação subordinada*).

Quia, propter quid e demonstração pela causa remota

Contudo, ainda nos resta pôr um ponto em relevo. Com efeito, a lição 25 da *Expositio* sobre o primeiro livro dos *Segundos analíticos*, lição de que tentamos reunir os dados sobre a demonstração e a ciência *quia* e *propter quid*, termina com esta observação pessoal de São Tomás:

É preciso ainda saber que esta diferença do *quê* e do *porquê*, que se dá de acordo com ciências diversas,⁸¹ está contida sob um outro dos modos supracitados, isto é, quando se faz uma demonstração pela causa remota.⁸²

Trata-se de uma clara remissão à lição 24 da mesma *Expositio*, onde é estudada a demonstração *quia* pela causa remota.⁸³ Nisso seguindo a Aristóteles, São Tomás já distinguira, na lição 23, dois tipos de demonstração *quia* no interior da mesma ciência: a *demonstração pela causa remota* e a *demonstração pelo efeito*. Eis aqui como ele apresenta tal distinção:

Foi dito acima [lect. 4] que a demonstração é um silogismo que faz saber, e que a demonstração procede das causas primeiras e imediatas da coisa. O que deve ser entendido da demonstração de *porquê*. Ora, é diferente conhecer *que* é assim e *porque* é assim. E, visto a demonstração ser um silo-

⁸¹Que elas sejam subalternadas ou não, pouco importa; a observação vale para todo o assunto da lição.

⁸²*In I Post. anal.*, lect. 25, n° 6, *in fine*.

⁸³Ver também *In I Post. anal.*, lect. 13, n° 11, *in fine*: “Ciência de *quê*, pela qual se sabe algo pelo que é mediato [...] ciência do *porquê*, pela qual se sabe algo pelo que é imediato. A diferença destas será explicada posteriormente”.

gismo fazendo saber, como foi dito, é preciso também que a demonstração que faz saber *que* difira da demonstração que faz saber *porque*. A diferença destas deve ser considerada primeiro na mesma ciência; depois [lect. 25] deve ser considerada em diversas ciências. Ora, *numa ciência os dois supracitados diferem de duas maneiras*, de acordo com os dois que eram requeridos para uma demonstração pura e simples, que faz saber *porque*, isto é, que proceda das causas e que proceda do que é imediato. *De um primeiro modo*, portanto, o saber *que* difere do saber *porque*, porque o saber *que* se dá se não se fizer um silogismo demonstrativo pelo que é não-médio, isto é, pelo que é imediato, mas seja feito pelo que é mediato. Com efeito, deste modo, não será tomada a causa primeira, quando, no entanto, a ciência do *porquê* se dá de acordo com a causa primeira. Assim, não haverá ciência do *porquê*. *De outro modo*, diferem porque o saber *que* se dá quando se faz um silogismo, não pelo que é médio, isto é, pelo que é mediato, mas pelo que é imediato, não sendo feito no entanto pela causa, mas pelo que é conversível, isto é pelos efeitos conversíveis e imediatos.⁸⁴

Na lição seguinte (lect. 24), encontram-se alguns detalhes suplementares sobre o primeiro tipo de demonstração *quia*, isto é, sobre a

⁸⁴*In I Post. anal.*, lect. 23, n° 2-4. Eis a continuação do texto sobre a demonstração de *quê*, pelo efeito: “E, no entanto, tal demonstração se faz pelo mais conhecido, quer dizer, para nós; de outro modo, não faria saber. Com efeito, não chegamos ao conhecimento do que é desconhecido senão por meio de algo mais conhecido; pois, nada impede que de dois que se predicam igualmente, isto é, conversíveis, dos quais um seja causa e o outro efeito, o mais conhecido ser às vezes, não a causa, mas antes o efeito. Pois, o efeito, às vezes, é mais conhecido do que a causa quanto a nós e de acordo com o sentido, embora a causa seja sempre mais conhecida pura e simplesmente e de acordo com a natureza. Assim, pelo efeito mais conhecido que a causa, pode fazer-se uma demonstração, que não faz saber *porque*, mas apenas *quê*”. Os parágrafos seguintes da lição (n°s 5-9) são consagrados à explicação deste tipo de demonstração.

demonstração *quia* pela causa remota. Eis aqui uma passagem que explica o caráter remoto da causa invocada neste tipo de demonstração:

Não apenas no que é provado pelo efeito, demonstra-se *que* e não *porque*, mas também naquilo em que o termo médio extrapola. Diz-se, porém, que o termo médio extrapola quando é diverso do termo maior, como acontece nos silogismos negativos. Ou então, diz-se que o termo médio extrapola, quando está fora do gênero, como mais abrangente, não sendo conversível com o termo maior. Que, porém, por tal termo médio não possa ser demonstrado *porque*, [Aristóteles] o prova pelo fato de que a demonstração do *porquê* se dá pela causa. Ora, tal termo médio não é a causa a falar propriamente.⁸⁵

Tais considerações sobre a demonstração *quia* pela causa remota no interior da mesma ciência nos ajudarão a compreender como a demonstração *quia* nas ciências subalternadas, e especialmente nas ciências intermediárias (subalternadas às matemáticas puras), é feita igualmente através de uma causa remota. Porém, é preciso que evitemos identificar os dois casos. Com efeito, na demonstração própria às ciências intermediárias, a 'causa', tomada como termo médio, é remota porque se estende a um domínio mais amplo do que aquele das propriedades demonstradas nessas ciências. No entanto, ela permanece a causa explicativa própria a essas propriedades.⁸⁶ Para tornar o

⁸⁵In *I Post. anal.*, lect. 24, n^{os} 1-2; cf. n^o 5. Este texto vem acompanhado por um exemplo explicativo (n^o 3-4) que, aliás, é contestado pela biologia atual; porém, isto não está em questão aqui.

⁸⁶É por isso que certos comentadores propuseram distinguir a causa remota em virtude da predicação e a causa remota em virtude da ordem ou da posição. A primeira só pode dar lugar a uma demonstração *quia* (no interior de uma mesma ciência), ao passo que a segunda pode dar lugar a uma demonstração *quia* (na ciência subalternada) e *propter quid* (na ciência subalternante). Cf. In *I Post. anal.*, lect. 24, n^o 2,

assunto mais claro, retomemos alguns exemplos já levantados. Que as feridas circulares cicatrizem mais lentamente, isto é devido ao fato de que seus contornos não formam ângulos, os quais lhes permitiriam aproximar-se mais rápida e facilmente. Ora, não ter ângulos é uma propriedade da circunferência enquanto tal, que só pode ser demonstrada por meios geométricos.⁸⁷ Do mesmo modo, as leis da harmonia não podem ser justificadas pelas propriedades físicas dos sons, mas somente com o auxílio das propriedades das proporções, as quais pertencem aos números enquanto tais.⁸⁸ Daí, a causa explicativa (termo médio) aplicar-se a todos os círculos (sejam eles feridas ou não) e a todos os números (sejam eles 'sonoros' ou não). Portanto, dela é verdade dizer: *extrapola e está fora do gênero, como mais abrangente*. Apesar disso, porém, permanece como a causa própria da propriedade atribuída ao 'sujeito' da ciência intermediária, pois tal propriedade só convém ao 'sujeito' enquanto é concretização de uma forma matemática. Em outras palavras, a propriedade que é atribuída ao 'sujeito' da ciência intermediária só lhe pertence na medida em que comporta um aspecto suscetível de ser encarado sob uma forma ma-

nota β, e lect. 25, n° 6, nota θ, ed. leonina (Zigliara), vol. 1, pp. 233-234 e 239-240. Esta distinção já se encontra formulada no *Comentário* de Cajetano sobre o décimo terceiro capítulo dos *Segundos analíticos*. Cf. Thomae De Vio Cajetani, *Commentaria in Posteriora analytica Aristotelis*, Textus ex editione Lugdunensi (1579) excerptus et a E. Babin et W. Baumgartner exaratus et emendatus, Québec, Les Éditions de l'Univ. Laval, Fac. de phil., 1951, vol. 2, pp. 65-67.

⁸⁷Cf. acima, notas 78 e 79.

⁸⁸Cf. *In Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 6m: "a música considera os sons não na medida em que são sons, mas na medida em que são proporcionáveis de acordo com os números e de modo semelhante nas demais [ciências intermediárias]. É por isso que demonstram suas conclusões acerca das coisas naturais, mas através de meios matemáticos". Ver também *In II De caelo et mundo*, lect. 14, n° 3.

temática. Uma passagem da lição 17 da *Expositio* sobre o primeiro livro dos *Segundos analíticos* assinala-o bem:

Compete a outra ciência, a saber, a inferior, saber o próprio *quê* apenas; de fato, o gênero sujeito da ciência inferior é distinto do gênero sujeito da ciência superior, da qual são tomados os princípios. Mas, saber *porque* compete à ciência superior, à qual competem por si essas propriedades. Com efeito, como a propriedade inere ao sujeito por causa do termo médio, considerará o porquê aquela ciência à qual pertence o termo médio, ao qual compete por si a propriedade que é demonstrada. Se, porém, o sujeito pertencer a outra ciência, não competirá a esta ciência o *porquê*, mas apenas o *quê*; nem a tal sujeito compete por si a propriedade demonstrada dele, mas por um termo médio estranho. Se, porém, o termo médio e o sujeito pertencerem à mesma ciência, então competirá a esta ciência saber *que* e *porque*.⁸⁹

Os textos que acabamos de passar em revista nos fornecem, em primeiro lugar, alguns elementos que nos permitem precisar a situação das ciências intermediárias em relação às matemáticas puras, isto é, sua condição de ciências subalternadas. Com efeito, já vimos que seus 'sujeitos' formavam, juntamente com os das ciências puramente matemáticas, um único gênero sob certo aspecto – *unum genus secundum quid* –, vinculados que estavam por uma relação da matéria à forma. Ora, as propriedades demonstradas do 'sujeito' de uma ciência intermediária não são propriedades puramente físicas (matéria); antes, porém, são propriedades que as matemáticas puras estudam de modo

⁸⁹In *I Post. anal.*, lect. 17, n° 3. Esta explicação se aproxima muito das concepções de Roberto Grosseteste. Cf. seu *Commentarius in VIII libros Physicorum Aristotelis*, ed. R. C. Dales, Boulder, Univ. of Colorado Press, 1963, Lib. 2us, pp. 35-38; ver também J.A. Weisheipl, *Classification of the Sciences in Medieval Thought*, pp. 73-75.

abstrato (forma). Portanto, vinculam-se, como a seus 'sujeitos' próprios, aos 'sujeitos' das ciências matemáticas puras, as únicas capazes de explicá-las verdadeiramente (*propter quid*). Porém, é lógico evocar as mesmas demonstrações, quando se trata dos 'sujeitos' físicos enquanto estes revestem uma forma matemática, ou, se se preferir, enquanto uma forma matemática neles se encontra concretizada.⁹⁰ É assim que a subalternação dos 'sujeitos' comanda uma subalternação dos princípios: os teoremas matemáticos são empregados para descrever certas propriedades no nível das ciências intermediárias, porém, são demonstrados propriamente apenas no nível das matemáticas puras. Portanto, a explicação das ciências intermediárias permanece subordinada àquela das matemáticas puras.

Todavia, não sendo puramente matemáticas, as ciências intermediárias devem levar em conta a matéria em que serão aplicados os princípios tomados de empréstimo às matemáticas puras; daí toda esta parte de constatação e de descrição que comporta a explicação que lhes é própria. Na ordem da descoberta, tal aspecto antes indutivo (constatação e descrição) seria mesmo anterior à explicação de ordem matemática.

⁹⁰Cf. *In Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 5m: "O movimento de acordo com sua natureza não pertence ao gênero da quantidade, mas, por outra parte, participa de algo da natureza da quantidade, na medida em que a divisão do movimento é tomada, quer da divisão do espaço, quer da divisão do móvel. Assim, não cabe ao matemático considerar o movimento, mas os princípios matemáticos podem ser aplicados ao movimento. Assim, na medida em que os princípios da quantidade são aplicados ao movimento, o estudioso da natureza considera a respeito da divisão e continuidade do movimento, como é patente no livro VI da *Fis.* [4, 234b21 – 235b5]. Trata-se também das medidas dos movimentos nas ciências intermediárias entre a matemática e a natural, como na ciência da esfera em movimento e na astronomia".

A explicação nas ciências intermediárias

Nossa análise do tipo de explicação própria às ciências intermediárias será desenvolvida em três etapas: na primeira, mostraremos *o que* as ciências intermediárias demonstram; na segunda, *como* elas o demonstram; a terceira porá em relevo algumas conseqüências do que terá sido dito nas duas primeiras, e trará alguns complementos.

O que as ciências intermediárias demonstram

Como ponto de partida, podemos utilizar um texto das questões disputadas *De veritate*: *Não se diz que aquele que é dotado de ciência subalternada tem ciência do que ele supõe, mas das conclusões que são concluídas necessariamente dos princípios.*⁹¹ Esta frase afirma claramente que o objeto da ciência subalternada não consiste nos princípios que recebe da ciência subalternante, mas nas conclusões que decorrem necessariamente de seus princípios. O sentido dessa afirmação geral será melhor percebido, se examinarmos alguns casos particulares nos quais ela se verifica. Consideremos, por exemplo, o *Comentário sobre as sentenças*, onde, a propósito da perspectiva, São Tomás afirma: *a perspectiva que trata da linha visual e é subalternada à geometria, da qual supõe também o que se prova acerca da linha na medida em que é linha, e por meio disto, como por princípios, prova as conclusões que dizem respeito à linha na medida em que é visual.*⁹² As-

⁹¹*De veritate*, q. 14, a. 9, ad 3m. O texto fala das ciências subalternadas. No entanto, se nos lembrarmos de que o caso típico de subalternação é o das ciências intermediárias, este texto, embora não se aplique exclusivamente a estas últimas, vale *a fortiori* para elas.

⁹²*In I Sententiarum*, prolog., q. 1, a. 3, q. 2, sol. 2; cf. também *In II Physicorum*, lect. 3, n° 8: “a perspectiva [...] toma a linha abstrata na medida em que cabe à consideração do matemático e aplica-a à matéria sensível; assim, determina a respeito dela, não na medida em que é matemática, mas na medida em que é física”.

sim, a perspectiva pressupõe, como demonstrados, os teoremas da geometria; toma as conclusões desses teoremas e as emprega como princípios, isto é, como premissas, para provar as conclusões concernendo à linha visual, o raio luminoso.

Examinemos a natureza dessas conclusões obtidas em uma ciência intermediária. O 'sujeito' de tais conclusões ('sujeito' da ciência intermediária) é caracterizado nos seguintes exemplos:

- a) a linha enquanto física (ou visual);⁹³
- b) as medidas dos corpos materiais,⁹⁴ ou dos movimentos;⁹⁵
- c) a forma da terra;⁹⁶
- d) os sons enquanto suportes de proporções numéricas;⁹⁷
- e) as feridas sob o aspecto de sua forma (circular ou triangular).⁹⁸

⁹³Cf. os textos citados na nota precedente.

⁹⁴Cf. *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 2: "A mecânica, isto é, a ciência da fabricação das máquinas, comporta-se de maneira semelhante para com a estereometria, isto é, a ciência que trata da mensuração dos corpos. E diz-se que esta ciência está sob uma ciência, pela aplicação do formal ao material. Pois as medidas dos corpos puros e simples comparam-se às medidas das madeiras e dos outros materiais requeridos para as máquinas por aplicação do formal ao material". Ver também *In I Post. anal.*, lect. 17, n° 6; *In I De caelo et mundo*, lect. 2, n° 7.

⁹⁵Cf. *In Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 5m: "Trata-se também das medidas dos movimentos nas ciências intermediárias entre a matemática e a natural, como na ciência da esfera em movimento e na astronomia". Ver também *In Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 8m; *In X Metaphysicorum*, lect. 2, n°s 1947-1948.

⁹⁶Cf. *In II Sententiarum*, dist. 24, q. 2, a. 2, ad 5m: "O astrônomo e o estudioso da natureza mostram a redondeza da terra através de termos médios diversos". Ver também *In Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 7m; *Summa theologiae*, Ia, q. 1, a. 1, ad 2m; *In II Physicorum*, lect. 3, n° 9; *Summa theologiae*, Ia-IIae, q. 54, a. 2, ad 2m.

⁹⁷Cf. *In Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 6m: "A música considera os sons, não na medida em que são sons, mas na medida em que são proporcionáveis de acordo com os números, e de modo semelhante nas demais [ciências intermediárias]". Ver também *In I Metaphysicorum*, lect. 2, n° 121; X, lect. 2, n° 1948; *In II De caelo et mundo*, lect. 14, n° 3; *In III Metaphysicorum*, lect. 6, n° 396, (*infra*, nota 150).

A propósito desses exemplos, é preciso observar duas coisas. De início, o último citado não é de grande clareza. Com efeito, não é extraído de nenhuma ciência intermediária propriamente dita.⁹⁹ Porém,

⁹⁸Cf. *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 6; lect. 41, n° 2. Os textos foram citados acima; ver nota 78.

⁹⁹Cf. acima. Até onde sabemos, [se bem que a este respeito o exemplo da divisão do tom (*In III Metaphysicorum*, lect. 6, n° 396; cf. infra, nota 150) seja de grande interesse], não se encontra em São Tomás exemplo tão preciso e detalhado quanto aquele fornecido por Grosseteste, em sua demonstração da igualdade do ângulo de incidência e do ângulo de reflexão de um raio luminoso sobre um espelho plano. Eis aqui o texto de Grosseteste: “Demonstra-se na perspectiva que todos dois ângulos, dos quais um é constituído pelo raio incidente com o espelho e o outro pelo raio refletido, são dois ângulos iguais. Tal conclusão é provada por esta da geometria: de todos dois triângulos, dos quais um ângulo de um é igual a um ângulo do outro, e os lados que compreendem os ângulos iguais são proporcionais, os ângulos restantes, enquanto correspondentes, são iguais. Esta proposição, na medida em que é pura e simplesmente geométrica, abstrai dos triângulos, ângulos e lados radiantes. Mas, na medida em que aparece no silogismo que demonstra a supracitada conclusão da ciência dos espelhos é apropriada aos triângulos, ângulos e lados radiantes, da seguinte maneira: de todos os dois triângulos radiantes dos quais um ângulo radiante de um é igual a um ângulo radiante do outro, e os lados radiantes que compreendem os ângulos radiantes são proporcionais, os ângulos radiantes restantes, enquanto correspondentes são iguais. Ora, todos dois ângulos, dos quais um é constituído pelo raio incidente com o espelho e o outro pelo raio refletido, são dois ângulos radiantes correspondentes de dois triângulos radiantes, dos quais um ângulo radiante de um é igual a um ângulo radiante do outro e os lados radiantes que compreendem os ângulos radiantes iguais são proporcionais. Logo, todos dois ângulos dos quais um é constituído pelo raio incidente com o espelho e o outro pelo raio refletido, são dois ângulos radiantes iguais. É, pois, manifesto que tanto na ciência subalternada quanto na ciência subalternante o termo médio utilizado, tal como está no silogismo, é próximo dos termos extremos. No entanto, o silogismo da ciência inferior difere do silogismo da superior no seguinte: o silogismo da ciência inferior é um silogismo de *que*, mas o silogismo da ciência superior é um silogismo de *porque*, como é patente no exemplo precedente. Pois, a causa da igualdade dos dois ângulos feitos sobre o espelho pelo raio incidente e refletido não é o termo médio tomado da geometria. Mas, sua causa é a natureza da radiação que se produz de acordo com o percurso reto e que, quando se produz sobre um obstáculo que tem em si a natu-

como constitui um caso a respeito do qual São Tomás enuncia uma conclusão explicitamente formulada, ele nos será de grande utilidade.

Uma segunda observação concerne à maneira de formular os quatro primeiros exemplos e os dois últimos. Nos quatro primeiros, São Tomás parte da consideração matemática, para em seguida sublinhar o ponto de vista físico, enquanto, nos dois últimos, parte da consideração física para terminar com o ponto de vista matemático. Assim, as fórmulas obtidas parecem acentuar, quer o ponto de vista físico (quatro primeiros exemplos), quer o ponto de vista matemático (dois últimos). Se comparamos os exemplos (a) e (d), a nuance assinalada aparece com toda a clareza desejável:

- (a) a perspectiva [...] determina a respeito dela [linha], não na medida em que é matemática, mas na medida em que é física (na medida em que é visual).¹⁰⁰
- (d) a música considera os sons, não na medida em que são sons, mas na medida em que são proporcionáveis de acordo com os números.¹⁰¹

Talvez essa nuance esteja ligada ao problema que abordaremos em breve – a saber: a questão do caráter mais físico ou mais matemático das ciências intermediárias. Por enquanto, vamos nos ater a uma questão mais geral: o 'sujeito' da conclusão provada por uma ciência

reza do úmido espiritual, dá-se aí como princípio que a reproduz segundo um percurso semelhante àquele pelo qual se produz. Com efeito, sendo a operação da natureza finita e regular, é necessário que o percurso da reprodução seja semelhante ao percurso da sua produção. Assim, reproduz-se num ângulo igual ao ângulo incidente". In *Aristotelis Posteriorum analyticorum libros*, Viena, 1514 (ed. Minerva G. M. B. H., Frankfurt am Main, Unveränder Nachdruck, 1966), liv. I, cap. VIII, fol. 9va.

São Tomás, no entanto, conhece esta lei, pois ele a menciona em uma explicação pessoal, na *Expositio In I Meteorologicorum*, lect. 4, n° 3.

¹⁰⁰Cf. nota 92.

¹⁰¹Cf. nota 97.

intermediária não é nem puramente matemático (número, linha ou medida enquanto tais e abstratamente considerados), nem puramente físico (som, luz, materiais ou movimentos considerados em sua natureza física). O sujeito de uma tal conclusão é uma linha, uma medida ou um número concretos – para empregar a linguagem do exemplo (a); pode ainda ser a luz, o som, os materiais ou os movimentos enquanto revestidos por uma forma matemática quantitativa – para empregar a linguagem do exemplo (d). Portanto, podemos dizer que o ‘sujeito’ da conclusão encerra uma composição interna, e que é essa composição que faz dele algo de original e irreduzível, quer a um ‘sujeito’ puramente matemático, quer a um ‘sujeito’ puramente físico.¹⁰²

A mesma composição é encontrada no predicado da conclusão, atribuído como uma propriedade ao sujeito desta. Na falta de melhor, tomemos nosso exemplo das feridas circulares. Evidentemente, a cicatrização é atribuída como uma propriedade às feridas, sem mais. Trata-se de uma propriedade puramente física, natural. Por outro lado, possuir segmentos que não se aproximam uns dos outros, porque não formam ângulos, é uma propriedade da circunferência enquanto tal. Trata-se de uma propriedade puramente matemática. Porém, possuir arestas, difíceis de serem aproximadas umas das outras, é uma propriedade das feridas circulares. É uma propriedade das feridas enquanto têm a forma circular ou, se se quiser, da circunferência enquanto concretizada nestas alterações dos tecidos vivos. Não se atribui nem às feridas, nem às circunferências separadamente, mas ao ‘sujeito’ composto pela reunião dos dois primeiros, isto é, às feridas circulares. Logo, ela é uma propriedade que não é nem puramente

¹⁰²Isto foi percebido com muita clareza por Grosseteste. Cf. seu *Commentarius in VIII libros Physicorum Aristotelis*, Lib. 2us, pp. 35-38; ver também J. A. Weisheipl, *Classification of the Sciences in Medieval Thought*, p. 74 e nota 69. São Tomás desenvolveu esse aspecto em sua teoria da subalternação dos ‘sujeitos’.

geométrica (ter segmentos que não se aproximam), nem puramente física (cicatrização), mas resulta da reunião de ambas (arestas que dificilmente se aproximam).

Tendo assim caracterizado a conclusão da ciência intermediária, pela análise da estrutura de seu sujeito e de seu predicado, podemos agora abordar a segunda parte do problema: como tais ciências demonstram essa conclusão, e como justificam a atribuição de tal predicado a tal sujeito?

Como as ciências intermediárias demonstram as suas conclusões

Já vimos que uma ciência intermediária prova as suas conclusões por meio de premissas matemáticas. Tais premissas contêm um termo médio matemático: *É por isso que [as ciências intermediárias] demonstram suas conclusões acerca das coisas naturais, mas através de termos médios matemáticos.*¹⁰³ Para tornar mais claro o sentido dessa afirmação tentemos pôr, sob forma de silogismo, a demonstração implicada no exemplo já citado das feridas circulares. Teríamos então:

A circunferência tem segmentos que não se aproximam.

Ora, a ferida circular é uma circunferência.

Portanto, a ferida circular tem segmentos que não se aproximam.¹⁰⁴

¹⁰³In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 6m; ver também os textos citados na nota 96 a propósito da astronomia.

¹⁰⁴Este exemplo das feridas circulares é de análise bastante difícil. O exemplo dado por Grosseteste (Cf. nota 99) se deixa mais facilmente reduzir a um silogismo: os dois ângulos correspondentes que pertencem a dois triângulos cujo terceiro ângulo é igual e os lados que o formam proporcionais, são iguais; ora, o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão são dois ângulos (luminosos) correspondentes que pertencem a dois triângulos (luminosos), cujo terceiro ângulo (luminoso) é igual e os lados (luminosos) que o formam proporcionais; portanto, o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão são iguais.

Esse silogismo mostra que o fato de ter segmentos que não se aproximam vincula-se à forma circular enquanto tal. Porém, exige algumas explicações, para que seja melhor compreendido o tipo de explicação próprio às ciências intermediárias.

Em primeiro lugar, sua premissa maior é uma proposição puramente geométrica. Exprime uma característica que depende da própria definição da circunferência — *figura sine angulo*.¹⁰⁵ Portanto, esta premissa maior é evidente apenas no nível da geometria:

cabe [ao geômetra] conhecer que o círculo é uma figura sem ângulo;

[o geômetra] considera a noção de círculo, de acordo com a qual suas partes não se aproximam a modo de ângulo.¹⁰⁶

O médico-matemático¹⁰⁷ enquanto tal não pode nem precisa demonstrar a proposição geométrica. Aceita-a como verdadeira e a utiliza como premissa maior de seu silogismo.

A premissa menor, por seu lado, pertence propriamente ao médico matemático. A noção de ‘chaga’ lhe é própria enquanto médico, ao passo que ele recebe da geometria a noção de ‘circunferência’. Porém, observemos que, ao caracterizar a ferida circular como circunferência, não considera todos os aspectos da ferida, leva em conta apenas a sua forma. Aliás, não pretende que seja a cir-

¹⁰⁵Cf. *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 6 e lect. 41, n° 2. Trata-se, antes, de uma comparação da circunferência com o ângulo que de uma definição propriamente dita.

¹⁰⁶Cf. passagens citadas na nota precedente. Poder-se-ia formar um silogismo para justificar a maior em questão: Toda figura sem ângulo tem segmentos que não se aproximam. Ora, a circunferência é uma figura sem ângulo. Portanto, a circunferência tem segmentos que não se aproximam.

¹⁰⁷Para maior clareza distingamos: a) o matemático puro (geômetra); b) o médico-matemático; c) o médico puro.

cunferência enquanto tal, mas somente uma concretização dessa forma geométrica.

A aproximação das premissas maior e menor lhe permite concluir que os segmentos deste tipo de ferida não se aproximam. Novamente, nessa conclusão, considera-se a ferida apenas sob o aspecto de sua forma. Além disso, quando se lhe atribui o predicado 'segmentos que não se aproximam', tal predicado é também uma concretização do termo maior da primeira premissa, porque, na conclusão, os segmentos que não se aproximam são os contornos dessa circunferência concreta que é a ferida.

Logo, neste exemplo de silogismo de uma ciência intermediária, vê-se que 'circunferência' e 'segmentos que não se aproximam' são tomados abstratamente na premissa maior, e de modo concreto na menor e na conclusão. Portanto, há uma mudança de suplência (*suppositio*). Mas, apesar dessa mudança, não há o que se denomina uma *fallacia equivocationis*, porque as propriedades da circunferência enquanto tal encontram-se, de certa maneira, nessa circunferência concreta que é a ferida circular.¹⁰⁸ Portanto, pode se dizer que a passagem das premissas à conclusão é válida, isto é, que a consequência é boa.

Algumas consequências e complementos

Essa análise da demonstração característica da ciência intermediária nos permite ver mais claramente alguns caracteres próprios à explicação dada neste tipo de ciência.

¹⁰⁸Cf. J. Maritain, *Éléments de philosophie*, II, *L'ordre des concepts*, I, *Petite logique (logique formelle)*, Paris, P. Tequi, 1946, 14^e éd., p. 89: "Toda consequência na qual o gênero de *suppositio* de um termo muda de uma proposição a outra é uma consequência viciosa". Cf. também p. 89, nota 33: "Digo gênero de *suppositio*, pois a espécie pode variar; assim, de uma proposição onde o sujeito supre universalmente pode se inferir uma particular". Ver também as observações nas pp. 272-275.

Em primeiro lugar, ela nos mostra melhor o caráter subordinado da explicação dada. É essencialmente dependente de uma premissa maior que só pode ser demonstrada em uma ciência superior. Assim, a ciência subalternada é uma verdadeira ciência porque é ciência das conclusões decorrentes da premissa maior, e não da maior como proposição independente. Porém, sempre será uma ciência imperfeita sem o conhecimento da ciência subalternante. Sem o conhecimento desta última, a inteligibilidade da explicação da ciência subalternada não é completa, visto que permanece suspensa em princípios não evidentes. É o que sublinha um texto das questões disputadas *De veritate* e um outro da *Expositio* sobre o *De trinitate*:

Aquele que possui a ciência subalternada não alcança perfeitamente a noção de saber, senão na medida em que seu conhecimento está de um certo modo em continuidade com o conhecimento daquele que possui a ciência subalternante; no entanto, não se diz que aquele que é dotado da ciência subalternada tem ciência do que ele supõe, mas das conclusões que são concluídas necessariamente dos princípios.¹⁰⁹

Com efeito, o primeiro princípio de qualquer ciência é sempre a intelecção, mas nem sempre esta é o princípio próximo; até mesmo, às vezes, a fé é o princípio próximo da ciência, como é patente nas ciências subalternadas, pois suas conclusões procedem, como de princípio próximo, da fé no que é suposto da ciência superior, mas, como de princípio primeiro, da intelecção da ciência superior, que tem certeza pela intelecção acerca daquilo que é crido.¹¹⁰

É essa situação que explica a tendência daquele que estuda a ciência subalternada a querer adquirir também a ciência subalternante.

¹⁰⁹*De veritate*, q. 14, a. 9, ad 3m.

¹¹⁰*In Boethii De trinitate*, q. 2, a. 2, ad 7m.

Assim, poderá estabilizar perfeitamente seu saber, conhecendo as razões dos princípios em que só podia crer, após tê-los vinculado a outros princípios evidentes por si mesmos: *Se aquele que é dotado da ciência subalternada se instrui na ciência do que é dotado da ciência subalternante [...], então torna-se para ele inteligido ou sabido o que antes era apenas crido.*¹¹¹ Porém, essa tendência não deve nos enganar e levar a crer que a matemática absorva a ciência intermediária. São Tomás o observa explicitamente, pois o matemático que conhece os teoremas da aritmética e da geometria pode não conhecer os teoremas subalternos das ciências intermediárias. Isso ocorre precisamente porque a consideração do matemático faz abstração de toda a matéria sensível, enquanto aquele que se ocupa com uma ciência intermediária aplica os teoremas da matemática pura aos sons, à luz, aos movimentos, etc., ou seja, a uma matéria sensível. O matemático enquanto tal não leva em conta essa aplicação; portanto, não a conhece enquanto matemático.¹¹² As matemáticas puras são ciências 'puramente formais', no sen-

¹¹¹In *Boethii De trinitate*, q. 2, a. 2, ad 7m (continuação do texto precedente). Eis esta continuação na íntegra: "Iguamente, a fé é o princípio próximo desta ciência [do que é de fé], mas o seu princípio primeiro é a intelecção divina na qual nós cremos; ora, para nós, a meta da fé é que cheguemos à intelecção do que cremos, assim como, se aquele que é dotado da ciência subalternada, se instrui na ciência do que é dotado da ciência subalternante, então torna-se para ele inteligido ou sabido o que antes era apenas crido". A aplicação à teologia faz perceber melhor a força da afirmação; cf. *In I Post. anal.*, lect. 41, n° 2.

¹¹²Cf. *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 4: "E como alguém poderia crer que quem conhecesse *porque* [matemático], necessariamente conheceria também *que* [ciência intermediária], [Aristóteles] remove isto em seguida, dizendo que muitas vezes os que sabem *porque* ignoram *que*. Manifesta isto por meio de um exemplo: os que consideram o universal, muitas vezes ignoram certos singulares pelo fato de não se aplicarem pela consideração, assim como o que sabe que toda mula é estéril, ignora o a respeito desta mula particular que não leva em consideração. De maneira semelhante, o matemático que demonstra *porque*, ignora às vezes *que*, porque não aplica os princípios da ciência superior ao que é demonstrado na ciência inferior".

tido de que só consideram as formas quantitativas puras. Por sua vez, as ciências intermediárias devem levar em conta a matéria à qual são aplicados os princípios matemáticos.¹¹³ No entanto, precisemos um pouco mais o sentido revestido pelas expressões ‘matéria’ e ‘forma’, no contexto das ciências intermediárias e das ciências puramente matemáticas.

Aqui, os dois termos (matéria e forma) não se referem à matéria primeira e à forma substancial. Como explica a *Expositio* sobre os *Segundos analíticos*, os ‘princípios formais’ ou as ‘espécies’ de que se ocupa a matemática são, por exemplo, as linhas, as superfícies ou algo semelhante (no caso da geometria). São ‘formas’ que, mesmo existindo na matéria, são consideradas pelo geômetra de modo abstrato.

É preciso reconhecer que o exemplo dado por Aristóteles e retomado por São Tomás deixa um pouco a desejar. É tomado de algo que poderia ser considerado como uma espécie e um indivíduo no sentido estrito (a mula e tal mula). Ora, o *genus subjectum* da ciência intermediária só forma com o da ciência subalternante um *genus secundum quid*, por causa da adição de uma diferença extrínseca ao *genus subjectum* desta última; o que, precisamente, permite uma maior separação entre as duas ciências. Se se tomasse o exemplo citado ao pé da letra, ele significaria que o matemático, tendo demonstrado tal propriedade do triângulo em geral, não saberia se ela também vale para tal triângulo particular; o que é evidentemente falso.

¹¹³Cf. *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 4 (continuação do texto citado na nota precedente): “Estas ciências que recebem o *porquê* das matemáticas são algo diferente, isto é, diferem destas de acordo com o sujeito, isto é, na medida em que aplicam à matéria. Donde, tais ciências usem das espécies, isto é, dos princípios formais que recebem das matemáticas. Com efeito, as ciências matemáticas tratam das espécies. Pois, sua consideração não diz respeito ao sujeito, isto é, à matéria. Pois, embora aquilo que a geometria considera esteja na matéria, como a linha, a superfície e similares, no entanto, a geometria não as considera na medida em que estão na matéria, mas na medida em que estão abstraídas. Pois, a geometria abstrai da matéria, de acordo com a consideração, aquilo que está na matéria de acordo com o ser. As ciências a ela subalternadas, porém, ao contrário, tomam o que é considerado abstratamente pelo geômetra e aplicam à matéria. Donde, ser patente que o geômetra diz *porque* nestas ciências de acordo com a causa formal”.

Portanto, trata-se de 'formas quantitativas', que existem em um sujeito material, mas que são consideradas pelo matemático enquanto formas quantitativas e sem que se leve em conta as condições próprias a seu sujeito de inerência. Em outros textos, São Tomás explica melhor o sentido de 'matéria'. A matéria, que não é levada em conta pelo matemático, e sobre a qual as ciências intermediárias vão aplicar as conclusões da matemática, é apresentada como sendo a matéria sensível ou corpórea, enquanto sujeita às qualidades sensíveis tais como o quente e o frio, o duro e o mole, matéria que ademais é sujeita ao movimento e às alterações.¹¹⁴ Seria possível citar como exemplos a madeira ou o bronze, ou ainda, a carne e os ossos.¹¹⁵ A passagem seguinte, de E. Winance, resume bem o sentido da expressão 'matéria sensível':

Em linguagem moderna, a *materia sensibilis* designaria a realidade corpórea sob seu aparecer qualitativo, como é captada pelos diferentes sentidos, segundo seu objeto próprio e respectivo. Trata-se ainda da realidade consistente de que são feitas as coisas de nosso mundo familiar; não se trata de uma pura realidade metafísica, mas de realidade fenomênica e atingida na experiência. Para empregar a língua da Escola, trata-se também de tal ou qual *substância segunda* de ordem experimental.¹¹⁶

¹¹⁴Ver, por exemplo, *Summa theologiae*, Ia, q. 5, a. 1, ad 2m; In VIII *Metaphysicorum*, lect. 5, n° 1760.

¹¹⁵Ver entre outras passagens, In II *Physicorum*, lect. 3, n° 6; In VII *Metaphysicorum*, lect. 10, n° 1496.

¹¹⁶*Note sur l'abstraction mathématique selon saint Thomas*, em RPL, 53 (1955), pp. 482-510: a passagem citada se encontra na página 494. A 'matéria sensível', de que o matemático faz abstração, e que as ciências intermediárias devem levar em conta, opõe-se à 'matéria inteligível', que faz parte da definição dos objetos matemáticos. Em São Tomás, esta última expressão tem dois sentidos: por vezes, significa "a própria substância", por vezes, "o contínuo enquanto tal" (Cf. E. Winance, *op. cit.*,

A consideração da matéria sensível, sobre a qual serão aplicados os princípios matemáticos, estabelece um parentesco entre as ciências intermediárias e as ciências puramente físicas:

[As ciências intermediárias] demonstram suas conclusões acerca das coisas materiais, mas através de termos médios matemáticos; assim, nada impede se consideram a matéria sensível, na medida que comunicam com a ciência da natureza. De fato, são abstratas, na medida em que comunicam com a matemática.¹¹⁷

Portanto, nossa exposição do método explicativo das ciências intermediárias seria incompleta sem a consideração do aspecto físico dessas ciências. Sem dúvida, a este aspecto físico está vinculada toda a parte experimental e indutiva que acabamos de recordar acima. Parece mesmo que não seria falso dizer que as conclusões da ciência intermediária são conhecidas inicialmente no nível da experiência, indutivamente, e em seguida estabilizadas por meio de uma demonstração matemática. Assim, o médico conhece inicialmente pela experiência que as feridas circulares são difíceis de curar; em seguida, pode tentar vincular este fato a certas propriedades do círculo, tomadas de empréstimo à ciência do geômetra. A mesma observação poderia ser feita a respeito das demonstrações da perspectiva e da harmônica. Aliás, era um procedimento que a astronomia já fizera progredir durante a idade média, os modelos geométricos sendo considerados como aqueles que ‘salvam’ os movimentos dos astros previamente observados.¹¹⁸ Porém, pelo próprio fato de que utilizam uma explica-

pp. 498-505). No segundo sentido, equivale à ‘forma quantitativa’ de que trata a matemática pura.

¹¹⁷In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 6m; ver também ad 7m.

¹¹⁸Cf. textos citados acima, nota 18.

ção matemática, as ciências intermediárias se distinguem da física pura. A esse respeito, há um exemplo preciso que São Tomás não cansa de repetir. Trata-se da demonstração da esfericidade da terra. O físico a demonstra por razões naturais, enquanto o astrônomo o faz utilizando um termo médio matemático. Ambas as demonstrações são tanto mais facilmente comparáveis quanto se trata de duas demonstrações *ex effectu*:

O estudioso da natureza e o astrônomo demonstram que a Terra é redonda através de um termo médio diferente. Com efeito, o astrônomo demonstra isto através de termos médios matemáticos, como as configurações dos eclipses ou através de algo similar;¹¹⁹ no entanto, o estudioso da natureza demonstra isto através de um termo médio natural, como o movimento dos graves para o meio ou algo similar.¹²⁰ Ora, toda a força da demonstração, que é um silogismo fazendo saber, como está dito no livro I dos *Posteriores analíticos*,¹²¹ depende do termo médio. Assim, termos médios distintos são como que diversos princípios ativos, de acordo com os quais os hábitos das ciências se diversificam.¹²²

Assim, o tipo de explicação das ciências intermediárias permanece mais próximo do tipo das matemáticas que daquele da física. Com

¹¹⁹A *Expositio* sobre a *Física* diz: "pelo astrônomo a partir da configuração de um eclipse lunar ou pelo fato de que não se observam os mesmos astros de toda parte da Terra". In *II Physicorum*, lect. 3, n° 9.

¹²⁰A mesma passagem da *Expositio* sobre a *Física*, citada na nota precedente, diz: "é demonstrada pelo estudioso da natureza através de um termo médio natural, como, por exemplo, que suas partes concorrem de todas as partes, igualmente, para o meio".

¹²¹2, 71b18.

¹²²*Summa theologiae*, Ia-IIae, q. 54, a. 2, ad 2m. Essas demonstrações da esfericidade da terra são desenvolvidas em *II De caelo et mundo*, lect. 27 e 28.

efeito, as ciências intermediárias deixam de lado tudo o que não entra no aspecto quantitativo do fenômeno em questão. Aliás, é o que constitui sua força e seus limites.

É hora de mostrar esse caráter mais matemático que físico das ciências intermediárias, e trazer alguns últimos complementos a respeito da explicação que lhes é própria.

Ciências mais próximas da matemática ou da física

A característica mais matemática das ciências intermediárias

Em pelo menos três passagens de sua obra, São Tomás se posicionou explicitamente em relação ao problema de saber se as ciências intermediárias são mais matemáticas ou mais físicas. Bastante conhecidas e frequentemente citadas, essas passagens são: 1) *In Boethii De Trinitate*, q. 5 a. 3, ad 6m;¹²³ 2) *In II Physicorum*, lect. 3, n° 8;¹²⁴ 3) *Summa theologiae*, IIa-IIae, q. 9, a.2, ad 3m.¹²⁵

¹²³“Estas [ciências intermediárias] são mais afins às matemáticas, pois, na sua consideração, o que é físico é como que material e o que é matemático é como que formal, assim como a música considera os sons, não na medida em que são sons, mas na medida em que são proporcionáveis de acordo com os números, e de modo semelhante nas demais. É por isso que demonstram suas conclusões acerca das coisas naturais, mas através de termos médios matemáticos; assim, nada impede se consideram a matéria sensível, na medida em que comunicam com a ciência da natureza. De fato, são abstratas, na medida em que comunicam com a matemática”.

¹²⁴“O Filósofo diz aqui que as ciências deste tipo, embora sejam intermediárias entre a ciência da natureza e a matemática, são mais naturais que matemáticas, pois tudo é denominado e possui espécie a partir do termo; donde, visto a consideração destas ciências terminar na matéria natural, embora procedam através de princípios matemáticos, são mais naturais que matemáticas”. Cf. também *In II Physicorum*, lect. 11, n° 3.

¹²⁵“Ao terceiro argumento é preciso dizer que, assim como foi dito acima (q. 1, a. 1), todo hábito cognoscitivo visa formalmente ao termo médio pelo qual algo é conhecido, materialmente, porém, àquilo que é conhecido pelo termo médio. Ora,

Já há muito tempo, observou-se um certo desacordo entre esses textos. Assim, em seu comentário sobre a *Suma teológica*, Cajetano propõe uma exegese conciliatória.¹²⁶ Porém, o mais curioso, sem dú-

como o que é formal é mais relevante, por isso as ciências que concluem acerca da matéria natural a partir de princípios matemáticos, antes são enumeradas junto com as matemáticas, por lhes serem mais semelhantes, embora, no que diz respeito à matéria, tenham mais em comum com a ciência natural e por isso se diz no livro II da *Física* [2, 194a 7] que são mais naturais”.

Poder-se-ia citar ainda *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 3: “Depois, quando [Aristóteles] diz que algumas destas ciências são quase unívocas etc., mostra como se comportam entre si as supracitadas ciências de acordo com a concordância, dizendo que tais ciências são quase unívocas entre si. Diz quase porque comunicam no nome do gênero e não no nome da espécie. Com efeito, todas as supracitadas ciências são chamadas de matemáticas; algumas porque tratam de um ‘sujeito’ abstraído da matéria, como a geometria e a aritmética, que são pura e simplesmente matemáticas; outras por aplicação dos princípios matemáticos às coisas materiais, assim como a astronomia é chamada de matemática e também a ciência naval e igualmente a harmônica, isto é, a música, é chamada de matemática e também a de ouvido, isto é, a prática da música que conhece os sons pela experiência da audição. Ou pode dizer-se que são unívocas porque concordam até no nome da espécie. Pois, tanto a ciência naval é chamada de astronomia quanto a prática da música é chamada de música. Diz, no entanto, *quase* porque isto não acontece em todas, mas em várias”. Ver também certos textos sobre a divisão das matemáticas, como, por exemplo, *In IV Metaphysicorum*, lect. 2, n° 563, *in fine*.

¹²⁶Cf. *In Summam theologiae sancti Thomae*, IIa-IIae, q. 9, a. 1, ed. leonina, VIII, p. 75: “Na resposta ao terceiro argumento do segundo artigo não se diz que as ciências intermediárias são mais matemáticas que naturais, uma vez que é falso, falando de maneira absoluta, pois são pura e simplesmente ciências da natureza por não abstrair da matéria sensível. Com efeito, toda ciência que não abstrai da matéria sensível é natural como é patente no livro VI da *Metafísica*. Mas, se diz que são enumeradas junto com as matemáticas por lhes serem mais semelhantes. Acerca da enumeração junto com as matemáticas é claro, pois as ciências médias são enunciadas entre as artes liberais com a geometria e a aritmética. Por outro lado, acerca da semelhança no modo de demonstrar é manifesto, visto as conclusões serem mostradas medindo e quantificando. No entanto, visto o meio ter algo dos dois extremos, também estas ciências, por parte da forma, vêm e dependem da matemática, mas da parte da matéria, são físicas. As palavras dos Doutores devem ser respeito-

vida, é que se tivesse a tendência a reter como posição de São Tomás aquela por ele tomada na *Expositio* sobre a *Física*,¹²⁷ ao passo que a posição tomada nessa *Expositio* vem depois e, ao mesmo tempo, precede cronologicamente o enunciado de uma posição diferente na *Expositio* sobre o *De Trinitate*, de uma parte, redigida antes da *Expositio* sobre a *Física* e, de outra parte, na *Suma teológica* redigida após a *Expositio* sobre a *Física*.

Os três textos mencionados estão de acordo ao dizer que as ciências intermediárias chegam a conclusões que têm como objeto uma matéria física e que as demonstram por meios matemáticos. Porém, esses textos estão em desacordo nisto: a *Expositio* sobre a *Física* concede a primazia ao termo físico da demonstração, ao passo que a *Expositio* sobre o *De trinitate* e a *Suma teológica* reservam essa primazia para os princípios matemáticos da demonstração. Esta segunda posição nos parece mais de acordo com a maneira própria das ciências intermediárias em demonstrar suas conclusões, e com as posições gerais da epistemologia tomista. Com efeito, para São Tomás o que mais caracteriza uma ciência não são tanto suas conclusões quanto o meio pelo qual as prova. É o princípio que aliás sublinham fortemente as passagens citadas da *Expositio* sobre o *De trinitate* e da *Suma teológica*. O

samente interpretadas, se de vez em quando se inclinam demasiadamente para um dos extremos”.

¹²⁷Cf. o comentário de Cajetano citado na nota precedente e, já, J. Buridano, *Questões sutilíssimas sobre os oito livros da Física de Aristóteles*, Paris, 1509 (ed. Minerva G. M. B. H., Frankfurt am M., Univeränderter Nachdruck, 1964), lib. II, quest. 6, fol. 34va: “Ora, há então dúvida entre os Doutores se aquelas [ciências intermediárias] devem ser ditas mais ciências naturais que matemáticas, ou mais matemáticas que naturais. A este respeito são contrários São Tomás e o Comentador; com efeito, São Tomás diz que são mais naturais, o que ele prova, primeiro pela autoridade de Aristóteles [...]”.

texto da *Expositio* sobre a *Física* deve então ser considerado como secundário. É bastante provável, como alguns sugeriram,¹²⁸ que São Tomás simplesmente quisesse dar conta da tradução latina do texto aristotélico. Com efeito, Aristóteles falava das *partes mais físicas das matemáticas*,¹²⁹ ao passo que a tradução, ao menos pelo texto que se encontra impresso com a *Expositio* de São Tomás,¹³⁰ é a seguinte:

Demonstram, porém, as que são mais físicas do que matemáticas, como a perspectiva, a harmônica e a astronomia.

Diante deste texto, São Tomás terá simplesmente tentado encontrar um sentido aceitável à afirmação do Filósofo. Aliás, conhecia outros textos onde Aristóteles colocava essas ciências entre as matemáticas;¹³¹ encontrar-se-ia um indício disso nesta frase da *Expositio* sobre a *Física*:

O Filósofo diz *aqui* que as ciências deste tipo, embora sejam intermediárias entre a ciência da natureza e a matemática, são mais naturais que matemáticas (grifo nosso).

¹²⁸Cf. R. Farmer, *Thomistic Mathematics*, em *Reality*, II, 2 (1952), p. 104; A. Maurer, *The Division and Methods of the Sciences*, p. 36, nota 19.

¹²⁹*Física*, II, 2, 194a7.

¹³⁰Cf. ed. Leonina, II, p. 61, texto 20. Todavia, não é possível resolver imediatamente a questão com base neste texto. Como já se disse, com efeito, "ainda não possuímos [...] edição crítica das diferentes versões latinas da *Física*, exceto a porção conservada da *translatio vaticana*, e sabe-se, após os trabalhos de A. Mansion, que sobre este ponto não é possível conceder crédito total aos textos latinos da *Física* impressos nos comentários medievais (aí inclusos os textos da Edição Leonina). J. Gagné, *Du Quadrivium aux scientiae mediae*, nota 55.

¹³¹Ver, por exemplo: *In I Post. anal.*, lect. 25, n° 3 (citado na nota 125); *In IV Metaphysicorum*, lect. 2, n° 563 (citado na nota 35); *In VI Metaphysicorum*, lect. 1, n°s 1163 e 1169.

O advérbio *aqui* indicaria que São Tomás estava consciente do caráter excepcional do texto que tinha diante de si.¹³²

O caráter mais matemático das ciências intermediárias também faz ressaltar o caráter parcial da explicação que lhe é própria. Com efeito, as ciências intermediárias não consideram todo o fenômeno físico ou todos os seus aspectos, mas somente o que nele é suscetível de ser traduzido em termos quantitativos e matemáticos. Elas não demonstram baseando-se na *natureza* do fenômeno ou da substância sensível em questão, mas no seu aspecto quantitativo ou suscetível de quantificação.¹³³ Neste sentido, até se poderia dizer que aqui se trata de uma consideração extrínseca com relação à física.¹³⁴

Mas, de outra parte, as ciências intermediárias são uma aplicação da matemática a uma matéria extrínseca ao 'sujeito' desta última ciência. Portanto, essas considerações sobre o caráter extrínseco da de-

¹³²J. Mariétan já propunha uma solução semelhante. Após ter assinalado os textos da *Expositio* sobre o *De trinitate* (q. 5, a. 3, ad 6m) e da *Expositio* sobre a *Física* (II, lect. 3, n° 8) acrescenta: "Acreditamos que, para ter a opinião de São Tomás, é preciso deter-se na primeira afirmação. Pois, no segundo caso, o Santo Doutor só oferece o sentimento do Filósofo, isto é, Aristóteles, e não o seu. Aliás, ele tem o cuidado de acrescentar *dicuntur hic a Philosopho*, deixando até entender que noutro lugar Aristóteles admita uma outra opinião: o que é verdade, como já o assinalamos". *Problème de la classification des sciences d'Aristote à saint Thomas*, p. 187.

¹³³E. Bodewig, *op. cit.*, p. 416, o formula bem: "A música contém, como tudo o que existe na natureza, um núcleo matemático. Pois, acerca da comparação dos tons e do estudo da consonância, submete-se a uma legalidade matemática. A teoria das proporções será aplicada sobre os tons musicais de certo modo como sobre a matéria. Assim, a oitava (diapasão) contém a proporção 1:2. Esta proporção é a forma da oitava e o número 2 é de certo modo sua causa formal". O autor remete a *In II Physicorum*, lect. 5, n° 4.

¹³⁴Cf. *In Boethii De trinitate*, q. 5, a. 4, ad 1m: "Aquilo que não é assumido numa ciência a não ser para manifestação de outro, não pertence por si a esta ciência, mas como que acidentalmente. De fato, assim, algo de matemático é assumido nas ciências naturais".

monstração própria das ciências intermediárias com relação à física e simultaneamente à matemática só fazem sublinhar, mais fortemente, a originalidade das ciências intermediárias e sua irredutibilidade, seja à matemática seja à física puras.

Grau de certeza das ciências intermediárias

Uma outra conseqüência do caráter mais matemático das ciências intermediárias merece alguma atenção: trata-se do grau de certeza que as ciências intermediárias são suscetíveis de atingir ou de fornecer em suas demonstrações. É o ponto de que São Tomás trata no texto seguinte de sua *Expositio* sobre o primeiro livro dos *Segundos analíticos*:

Depois que o Filósofo comparou as demonstrações entre si, trata aqui da comparação da ciência, que é efeito da demonstração. Isto está dividido em duas partes. Na primeira compara uma ciência com outra ciência; na segunda compara a ciência aos outros modos de conhecer. Acerca do primeiro faz duas considerações: primeiro, compara uma ciência com outra, de acordo com a certeza; em segundo lugar, de acordo com a unidade e a pluralidade. *Acerca do primeiro, sustenta que há três modos pelos quais uma ciência é mais certa que outra.*

Sustenta o primeiro modo, dizendo que aquela ciência, que sendo a mesma, faz conhecer tanto *que* como *porque*, é anterior e mais certa que outra.

Sustenta o segundo modo, dizendo que aquela ciência, que não se ocupa com o sujeito (substrato), é mais certa do que aquela que se ocupa com o sujeito (substrato).

Sustenta o terceiro modo, dizendo que a ciência que procede de menos é anterior e mais certa do que aquela que procede de uma aposição, isto é, do que aquela que se apresenta por adição.

De acordo com isto, é patente que a comparação da certeza das ciências é considerada aqui na medida de dois aspectos. Pois, o *primeiro modo* é considerado na medida em que a causa é anterior ao seu efeito e mais certa que ele. Os *outros dois modos*, porém, são considerados na medida em que a forma é mais certa que a matéria, uma vez que a forma é o princípio de conhecimento da matéria.¹³⁵

Em relação ao primeiro modo, São Tomás lembra que a ciência que faz conhecer o *quê*, tomada separadamente daquela que faz conhecer o *porquê*, goza de uma certeza menor. Acrescenta que tal é a situação das ciências subalternadas com relação às subalternantes. Em seguida, lembra o exemplo da medicina e da geometria.¹³⁶

Para explicar o segundo modo, São Tomás precisa que *subjectum* quer dizer aqui *matéria sensível*. O caso da matemática pura e das ciências intermediárias é explicitamente lembrado. A aritmética, por exemplo, é mais certa que a música e anterior a ela: anterior porque a música emprega os princípios da aritmética para um outro objetivo; mais certa porque a incerteza provém da transmutabilidade da matéria sensível – quanto mais uma ciência deve dar conta dessa matéria, menos segura ela é.¹³⁷

¹³⁵In *I Post. anal.*, lect. 41, n^{os} 1-5.

¹³⁶Cf. In *I Post. anal.*, lect. 41, n^o 2: “Mas, aquela que conhece apenas o próprio *quê*, isolada da que conhece o *porquê*, não é mais certa. De fato, esta é a situação da ciência subalternante para com a subalternada como foi dito acima [lect. 25]. Pois, a ciência subalternada isolada sabe *que*, desconhecendo *porque*. Assim como o cirurgião sabe *que* as feridas circulares se curam mais lentamente, mas não sabe *porque*. Tal conhecimento cabe, porém, ao geômetra que considera a noção de círculo, de acordo com a qual suas partes não se aproximam a modo de ângulo, provindo desta aproximação que as feridas triangulares se curem mais rapidamente”. Cf. também *Summa theologiae*, IIa IIae, q. 174, a. 3, s.c.; In *I Metaphysicorum*, lect. 1, n^{os} 24-25.

¹³⁷Cf. In *I Post. anal.*, lect. 41, n^o 3: “Considera-se aqui o sujeito como sendo a matéria sensível, pois, como o Filósofo ensina no livro II da *Física*, algumas ciências,

A propósito do terceiro modo, São Tomás cita o exemplo da geometria e da aritmética. A primeira é posterior e menos certa que a segunda, porque aquilo de que trata a geometria acrescenta alguma coisa àquilo de que trata a aritmética. A seqüência do texto é uma explicação, de feição platônica, do fato que as entidades geométricas acrescentam novas determinações às entidades aritméticas.¹³⁸

Esta parte da lição 41 termina com uma observação pessoal de São Tomás que indica a causa da distinção desses três modos, segundo os quais, uma ciência pode ser mais certa que outra: o primeiro modo se justifica porque a causa é anterior ao efeito e mais certa que o último; o segundo e o terceiro, porque a forma é mais certa que a matéria, sendo o princípio de conhecimento desta última. Em seguida, ele precisa que há uma dupla matéria, isto é, a matéria sensível e a matéria inteligível (o próprio contínuo). O segundo modo é determinado em relação à matéria sensível, enquanto o terceiro o é em rela-

que abstraem totalmente da matéria sensível como a geometria e a aritmética, são puramente matemáticas; algumas ciências, porém, que aplicam os princípios matemáticos à matéria sensível, como a perspectiva aplica os princípios da geometria à linha visual e a harmônica, isto é, a música, aplica os princípios da aritmética aos sons sensíveis, são intermediárias. Donde, dizer aqui que a aritmética é mais certa que a música e anterior a ela; anterior, com efeito, porque a música utiliza os princípios dela para algo de outro; mais certa, porém, porque a incerteza é causada pela transmutabilidade da matéria sensível. Donde, quanto mais se aproxima dela, tanto mais uma ciência é menos certa”.

¹³⁸Cf. *In I Post. anal.*, lect. 41, n° 4: “E apresenta um exemplo. Assim como a geometria é posterior à aritmética e menos certa que ela. Com efeito, aquilo de que se ocupa a geometria comporta-se como adição àquilo de que se ocupa a aritmética. E isto é, de fato, fácil de ver de acordo com as posições platônicas, de acordo com as quais Aristóteles explica aqui, usando delas para esclarecer seu propósito, assim como usa freqüentemente, nos livros de lógica, as opiniões de outros filósofos para manifestar o propósito, pela via do exemplo”. Cf. também *In I Metaphysicorum*, lect. 2, n° 47; *In I De caelo et mundo*, lect. 3, n° 6; III, lect. 3, n° 4.

ção à matéria inteligível. Embora este terceiro modo tenha sido exposto por Aristóteles, segundo as posições platônicas, ele pode ser também justificado no interior da filosofia aristotélica.¹³⁹

Assim, as ciências intermediárias são menos certas do que as matemáticas puras, porque lhe são subalternadas e porque estão mais próximas da matéria sensível. Seria possível dizer também: porque acrescentam outras determinações às entidades puramente matemáticas. Porém, isto já está incluso no fato de que têm um sujeito mais próximo da matéria sensível.

Seria possível empregar os mesmos critérios para comparar a certeza relativa das ciências intermediárias com relação à física. Já vimos que pode ocorrer que uma ciência física seja subalternada a uma ciência intermediária. Neste caso, então, a ciência intermediária será mais certa que a ciência física em questão. Em todo caso, sendo mais matemáticas que físicas, as ciências intermediárias estão mais afastadas da matéria sensível que a física pura. Na mesma medida, estão dotadas de uma certeza maior. Seu sujeito deve estar dotado de uma estabilidade maior que o da física. A este propósito, São Tomás

¹³⁹Cf. *In I Post. anal.*, lect. 41, n° 5: “De acordo com isto, é patente que a comparação da certeza das ciências é considerada aqui na medida de dois aspectos. Pois, o primeiro modo é considerado na medida em que a causa é anterior ao seu efeito e mais certa que ele. Os outros dois modos, porém, são considerados na medida em que a forma é mais certa que a matéria, uma vez que a forma é o princípio de conhecimento da matéria. Ora, há uma dupla matéria, como se diz no livro VII da *Metafísica*. Uma sensível, de acordo com a qual é considerado o segundo modo e outra inteligível, quer dizer, a própria continuidade, de acordo com a qual é considerado o terceiro modo. Embora este terceiro modo seja explicado de acordo com a opinião de Platão, também de acordo com a opinião de Aristóteles o ponto se apresenta por adição à unidade. Pois, o ponto é algo de uno indivisível no contínuo, abstraindo da matéria sensível, de acordo com a noção; o uno, porém, abstrai tanto da matéria sensível como da inteligível”.

observa que a instabilidade de certos fenômenos é um obstáculo ao tratamento matemático próprio das ciências intermediárias:

De fato, os entes incorruptíveis e imóveis pertencem precisamente ao metafísico. Mas, os entes móveis e incorruptíveis, por causa de sua uniformidade e regularidade, podem ser determinados no que se refere a seus movimentos, pelos princípios matemáticos, o que não pode se dizer dos móveis corruptíveis; por isso, o segundo gênero de entes é atribuído à matemática em razão da astronomia. O terceiro, porém, permanece próprio à ciência natural apenas.¹⁴⁰

No entanto, uma objeção poderia ser formulada a partir do que São Tomás diz a respeito das teorias astronômicas. Eis aqui um texto bastante claro:

Aduz-se uma razão para alguma coisa de dois modos. De um modo, para provar suficientemente algum fundamento, assim como na ciência da natureza aduz-se uma razão suficiente para provar que o movimento do céu é sempre de velocidade uniforme. De outro modo, aduz-se uma razão, não que prove suficientemente o fundamento, mas que mostre que os efeitos conseqüentes concordam com o fundamento já estabelecido, assim como na astronomia estabelece-se a razão dos excêntricos e dos epiciclos pelo fato de que, estabelecido isto, podem ser salvas as aparências sensíveis acerca dos movimentos celestes. No entanto, esta razão não é suficientemente probante, porque, talvez estabelecido também algo diferente, poderiam ser salvas.¹⁴¹

Segundo este texto, a demonstração propriamente astronômica (a segunda) – portanto aquela que é característica da ciência interme-

¹⁴⁰In *Boethii De trinitate*, q. 5, a. 3, ad 8m.

¹⁴¹*Summa theologiae*, Ia, q. 32, a. 1, ad 2m; cf. também os outros textos citados acima na nota 18.

diária – parece ser menos segura que a demonstração da ciência natural; ou seja, a demonstração física.

Examinemos a questão de perto. O primeiro tipo de demonstração, aquele das ciências naturais, visa as demonstrações tomadas da natureza mesma das coisas. Então, deve se dizer que nos encontramos aqui diante do tipo mais rigoroso de prova. São Tomás acreditava que tal era o caso para as demonstrações que Aristóteles forneceu não apenas para o fato de que a esfera das estrelas fixas gira com uma velocidade uniforme, mas também para o fato de que todos os movimentos celestes são regulares *de acordo com a verdade da coisa*.¹⁴² O segundo tipo de prova evoca justamente os diferentes sistemas, nos quais tentava-se reduzir à regularidade as irregularidades observadas

¹⁴²Para a prova da regularidade de todos os movimentos celestes, ver *In II De caelo et mundo*, lect. 8 e 9 na íntegra. Esta passagem, situada no início da lição 8, precisa exatamente o assunto de ambas as lições citadas: “[Aristóteles] diz que tem aqui a intenção de falar a respeito do primeiro céu, isto é, a respeito da esfera mais elevada e da primeira rotação, isto é, a respeito do movimento diurno pelo qual todo o céu é girado, pelo movimento do primeiro móvel, do oriente para o ocidente. No entanto, fala assim especialmente a respeito deste movimento, pois neste movimento não há nenhuma irregularidade nem de acordo com a verdade da coisa, nem de acordo com a aparência. Mas, nos movimentos que se dão abaixo, isto é, no movimento dos planetas, já vários movimentos se reúnem para mover um corpo. Quer de acordo com as diversas esferas, girando num sentido e em sentido contrário, como diziam os astrônomos que foram do tempo de Aristóteles, como é patente no livro XII da *Metafísica*, quer de acordo com o movimento dos excêntricos e dos epiciclos, de acordo com os astrônomos modernos. É a partir desta diversidade de movimentos que é causada a irregularidade que aparece acerca dos planetas, de acordo com a qual parecem às vezes dotados de movimento progressivo, às vezes retrógrado e às vezes estacionários, embora, de acordo com a verdade da coisa nenhum movimento no céu seja irregular. Com efeito, as razões que introduz aqui têm lugar não só no movimento do primeiro céu, que é simples e por isso não aparece nele nenhuma irregularidade, mas também nos movimentos dos planetas nos quais aparece irregularidade por causa da reunião de muitos movimentos”.

nos movimentos dos planetas. São Tomás encontrava-se diante de dois sistemas: o de Eudóxio-Calipo-Aristóteles e o de Hiparco-Ptolomeu.¹⁴³ E seu raciocínio é o seguinte: que se faça a tentativa de explicar as irregularidades dos movimentos planetários por meio das esferas concêntricas à Terra (primeiro sistema) ou recorrendo aos excêntricos e aos epicíclon (segundo sistema), isto de modo algum quer dizer que os movimentos reais (*secundum rei veritatem*) dos planetas se produzem conforme essas suposições. Com efeito, estas são apenas um artifício que nos permite reencontrar a regularidade e fazer os cálculos astronômicos.¹⁴⁴ Thomas Litt, que estudou o conjunto de textos de São Tomás sobre os dois sistemas astronômicos conhecidos na época, crê estar autorizado a concluir que "São Tomás permaneceu finalmente numa espécie de indiferença ou de hesitação entre as duas hipóteses astronômicas de Eudóxio-Aristóteles e de Ptolomeu"¹⁴⁵ e que ele nunca se interessou muito pelos detalhes da observação e do cálculo astronômicos.¹⁴⁶ Mas não excluía a possibilidade de que o *sistema verdadeiro* fosse um dia encontrado:

Não é, porém, necessário que as suposições que eles¹⁴⁷ descobriram sejam verdadeiras; com efeito, embora sendo feitas

¹⁴³Cf. T. Litt, *Les corps célestes dans l'univers de saint Thomas d'Aquin*, pp. 322-341.

¹⁴⁴Litt faz uma observação importante: "A dúvida de São Tomás referia-se ao homocentrismo ou ao heterocentrismo das esferas, e às diversas variedades possíveis destas duas hipóteses. Ela não se referia à própria existência das esferas. Mostramos, nos capítulos I e XII, que São Tomás acreditava firmemente na existência das esferas, como verdade ligada às evidências mais certas da física ou cosmologia, e às convicções do senso comum tradicional. Não se dera conta de que a própria existência das esferas era, também ela, uma hipótese, tanto quanto o pormenor geométrico do agenciamento delas". *Op. cit.*, p. 365, nota 11.

¹⁴⁵T. Litt, *op. cit.*, p. 362.

¹⁴⁶Cf. T. Litt, *op. cit.*, pp. 355-358.

¹⁴⁷Isto é, Eudóxio e os astrônomos posteriores (Hiparco e Ptolomeu).

estas suposições, salvem-se as aparências, não é preciso dizer que estas suposições são verdadeiras, pois, talvez de acordo com algum outro modo, ainda não percebido pelos homens, salvem-se as aparências a respeito dos astros.¹⁴⁸

Portanto, no que agora nos interessa precisamente, ou seja a certeza das ciências intermediárias com relação à física, a conclusão é que estas passagens – onde São Tomás exprime um certo ceticismo para com os sistemas astronômicos de seu tempo – devem ser entendidas de um modo restrito. Isto quer dizer que seu ceticismo tinha como objeto os sistemas e não a própria astronomia e sua maneira de proceder. Mesmo se os sistemas que ele conhecia só tivessem a seus olhos uma certeza hipotética, isto não quer dizer que a astronomia enquanto tal tenha tido para ele uma certeza menor que a da física.

Dito isto, podemos resumir assim nossos resultados: as ciências intermediárias são mais matemáticas do que físicas; logo, não pretendem explicar a totalidade de um fenômeno, mas somente seu aspecto quantificável; no entanto, neste domínio restrito, são dotadas de uma certeza maior do que a da física pura, embora menor que a das matemáticas puras.

* * *

São Tomás conhecia um certo número de ciências – notadamente a música, a perspectiva e a astronomia – que chamava de ‘ciências intermediárias’, significando com isso que estas ciências se situavam entre a matemática e a física puras, e que seu método explicativo consistia na aplicação da matemática pura (aritmética e geometria) à matéria sensível, ou seja, às realidades físicas.

¹⁴⁸In II *De caelo et mundo*, lect. 17, n° 2.

Embora não fosse um profissional das ciências intermediárias, São Tomás manifestou um interesse incontestável pelo tipo epistemológico que elas representam. Caso contrário, teria se dado a tamanho trabalho para caracterizá-las e situá-las no conjunto dos conhecimentos humanos?¹⁴⁹ Com efeito, as ciências intermediárias fornecem a São Tomás a ocasião de expor a teoria da subalternação, a qual, por seu turno, permite compreender melhor como tais ciências se colocam entre a matemática e a física puras. Em seu estado mais elaborado, a teoria da subalternação evoca inicialmente uma análise dos 'sujeitos' próprios à ciência subalternante e à ciência subalternada. O 'sujeito' da ciência subalternada não é uma espécie propriamente dita do 'sujeito' da ciência subalternante, pois acrescenta a este último uma diferença extrínseca. Mas mantém com o 'sujeito' da ciência subalternante relações que poderiam ser expressas em termos de 'matéria' e 'forma'. Portanto, as matemáticas puras estudarão as 'formas' quantitativas de modo abstrato e geral; as ciências intermediárias estudarão estas mesmas 'formas', mas enquanto realizadas ou concretizadas nos sons, na luz ou nos movimentos dos astros, em suma, na matéria sensível. Se se considera que o 'sujeito' desempenha um papel essencial na especificação de uma ciência, então é possível dizer que a teoria da subalternação constitui um caso particular e especial da teoria geral da especificação das ciências por meio de seu 'sujeito'.

A subalternação dos 'sujeitos' acarreta conseqüências que influenciam o tipo de explicação próprio às ciências intermediárias. Como seu 'sujeito' inclui a matéria sensível, estas ciências devem adotar diversos procedimentos indutivos e relativos à constatação dos fatos e à descrição dos fenômenos. A pertinência de tal propriedade a tal

¹⁴⁹ Este interesse de São Tomás é tão mais acentuado quanto ele encontrava nas ciências intermediárias um modelo para atribuir à teologia o título de ciência.

'sujeito', uma vez observada experimentalmente, é manifestada por meio de uma demonstração que comporta uma premissa (a maior) matemática, e cujo termo médio também é matemático. A justificação última dessa premissa maior pode ser feita apenas pelas ciências matemáticas puras. Portanto, a explicação das ciências intermediárias permanece suspensa em proposições que elas aceitam como verdadeiras, mas que não são capazes de demonstrar por si mesmas.¹⁵⁰ Daí a tendência de passar da ciência subalternada à subalternante para assim adquirir uma inteligibilidade mais completa. Além disso, na demonstração própria das ciências intermediárias o termo maior e o termo menor são respectivamente a propriedade e o 'sujeito' característicos da ciência intermediária. Estes não podem ser reduzidos nem a termos (maior e menor) puramente matemáticos, nem a termos (maior e menor) puramente físicos. Resultam de uma composição do matemático e do físico, como a teoria da subalternação mostrara, ao menos para o caso do 'sujeito'. Essa mescla de matemático e de físico, no

¹⁵⁰Graças a uma indicação de J. Alvarez Laso, *La filosofía de las matemáticas en Santo Tomás*, p. 152, tomamos conhecimento de uma interessante passagem da *Expositio* de São Tomás sobre a *Metafísica*, concernente às demonstrações *quia e propter quid*. Trata-se de *In III Metaphysicorum*, lect. 6, n° 396: "Acontece às vezes que demonstrar que é assim, por certos princípios, cabe a alguma ciência e demonstrar os princípios, pelos quais se demonstra que é assim, cabe a uma ciência: às vezes, à mesma, às vezes, porém, a outra. Com efeito, à mesma, assim como a geometria demonstra que o triângulo tem três ângulos iguais a dois retos, pelo fato de que o ângulo exterior do triângulo é igual aos dois interiores que lhe são opostos; o que demonstrar cabe apenas à geometria. — A outra ciência, assim como o músico prova que o tom não se divide em dois semitons iguais, pelo fato de que a proporção sesquioitava, sendo superparticular, não pode ser dividida em dois iguais. Ora, provar isto não cabe ao músico, mas ao aritmético. Assim, portanto, fica patente que, às vezes, acontece uma diversidade nas ciências por causa da diversidade dos princípios, na medida em que uma ciência demonstra os princípios de outra ciência por certos princípios mais elevados".

'sujeito' e na propriedade, distingue as ciências intermediárias das matemáticas puras, porque estas fazem abstração de toda matéria sensível. Por outro lado, as ciências intermediárias também se distinguem da física pura pelo fato de que utilizam termos médios matemáticos em suas demonstrações, enquanto a física pura não o faz. Assim, as ciências intermediárias têm uma originalidade incontestável.

No entanto, o fato de utilizar termos médios matemáticos as torna mais aparentadas às matemáticas puras que à física. Com efeito, o que especifica uma ciência, em última instância, não é tanto aquilo que ela conhece (as conclusões) como seu *medium* de conhecimento — em termos de lógica aristotélica, o termo médio pelo qual as conclusões são demonstradas. Assim, por causa do termo médio matemático, as demonstrações das ciências intermediárias permanecem mais matemáticas do que físicas, apesar da presença da matéria sensível no sujeito e no predicado da conclusão.

Uma última e importante conseqüência desse caráter mais matemático do que físico das ciências intermediárias concerne à certeza que podem atingir: essa certeza é maior que a da física pura, embora menor que a das matemáticas puras. Com efeito, as ciências intermediárias estão mais distantes da matéria (fonte de indeterminação e de incerteza) que a física, porém, menos distantes que as matemáticas puras. Além disso, fornecem uma explicação de certos fenômenos que o físico puro só pode observar e descrever, explicação que permanece dependente de proposições que as matemáticas puras são as únicas capazes de demonstrar.

Este resumo faz ressaltar simultaneamente a clareza e a coerência da concepção haurida nos textos de São Tomás sobre as ciências intermediárias.

Porém, seria possível perguntar qual é seu interesse para nós hoje. Alguns, tais como J. Maritain,¹⁵¹ se inspiraram na concepção tomista das ciências intermediárias para elaborar a teoria da física matemática moderna. Talvez tenha sido um procedimento um tanto prematuro, pois, por outro lado, foi lembrado que as ciências intermediárias eram afinal algo de bastante secundário no quadro geral do saber medieval; que a ciência física moderna é um tipo de saber inteiramente novo para o qual seria inútil solicitar uma teoria junto aos pensadores da idade média.¹⁵²

¹⁵¹Ver sobretudo *Réflexions sur l'intelligence*, pp. 174-201; *Les degrés du savoir*, pp. 78-93, 120-128, 284, nota 1, etc. Ver também B. Mullahy, *Thomism and Mathematical Physics*, Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia da Universidade de Laval para a obtenção do grau de Doutor em Filosofia, 1946, Texto datilografado, *passim*.

¹⁵²Cf. D. H. Salman, *La conception scolastique de la physique*, em *Philosophie et sciences (Journées d'études de la Société thomiste, III)*, pp. 48-49: "Quanto às *scientiae mediae*, de que aliás muito se exagerou a importância teórica, só é preciso ver nelas um acidente histórico. Alguns problemas, mais fáceis, haviam recibo dos geômetras gregos soluções muito precisas, e cujo caráter matemático era desde então mais acentuado. Logo, pôde-se acreditar que a teoria das cordas vibrantes, a catóptrica, a astronomia, se distinguiam de alguma maneira das outras partes menos evoluídas da física. A diferença, entretanto, era apenas aparente, como foi sublinhado acima, quando se fizeram valer os elementos matemáticos implícitos das fórmulas rudimentares da linguagem comum.

"Notar-se-á aliás, historicamente, que tais ciências intermediárias nunca intervem diretamente na classificação das ciências, mas apenas são acrescentadas nas respostas às objeções. Com efeito, não derivam normalmente da teoria dos graus da abstração, mas são dados de fato — bastante incômodos, aliás — que o teórico integra como puder em uma síntese que não os previra.

"Para os autores escolásticos, só havia portanto uma física única, homogênea e uniforme, que a tudo explicava, desde o Primeiro motor até o salgado dos mares e o regime dos ventos. E tais concepções epistemológicas estavam fundadas sobre uma doutrina deliberada do conhecimento sensível, que resolutamente identificava o físico e o sensível". Pouco mais adiante (*op. cit.*, p. 55), diz o mesmo autor: "A 'Filosofia da Natureza', se eventualmente reconstituída, será análoga à *philosophia naturalis* medieval; enquanto a ciência física moderna, apesar das semelhanças super-

Nossa consideração do problema sob o ângulo histórico talvez tenha mais possibilidade de atingir um melhor equilíbrio, e não pender nem para uma espécie de entusiasmo exagerado nem para a desconsideração.

Houve uma época em que se considerava a idade média como um período de grande vazio intelectual, "a idade das trevas". Era então normal passar diretamente dos gregos ao renascimento do século XV (quer científico, quer filosófico), negligenciando a época dita 'oca'. Porém, graças a toda uma série de estudos empreendidos em seguida, hoje se sabe que a idade média produziu obras e sistemas teológicos e filosóficos que, por seu valor e originalidade, não acusam um atraso em relação aos escritos dos gregos e dos filósofos pós-cartesianos. Hoje se percebe melhor em que o renascimento do século XVI e a filosofia pós-cartesiana se distinguem dos filósofos medievais – e também, o que devem a estes últimos. E. Gilson, por exemplo, foi um desses pesquisadores que mostrou, nos 'tempos heróicos' dos estudos medievais, o quanto Descartes era tributário daqueles 'escolásticos' que ele cordialmente detestava.¹⁵³

Porém, a situação ainda é semelhante sob muitos aspectos, no que concerne à ciência e à filosofia das ciências na idade média,

ficiais com a antiga, é de um tipo epistemológico radicalmente novo, do qual seria ingênuo procurar a fórmula nos autores da idade média".

¹⁵³Ver sobretudo *Index scolastico-cartésien*, tese para doutorado apresentada na Faculdade de Letras da Univ. de Paris, Nova Iorque, Burt Franklin, s.d. (ed. original, Paris, Alcan, 1912); *La liberté chez Descartes et la théologie*, Paris, Alcan, 1913; *Études sur le rôle de la pensée médiévale dans la formation du système cartésien* (Études de philosophie médiévale, 13), Paris, Vrin, 1930. Gilson contou por pelo menos duas vezes como foi ele conduzido ao estudo da idade média a partir de Descartes. Ver *God and Philosophy*, New Haven and London, Yale Univ. Press, 1941, pp. XII-XIV; *Le philosophe et la théologie* (Le Signe), Paris, Arthème Fayard, 1960, pp. 97-119.

àquela da época em que se falava ainda ingenuamente da “idade das trevas”. Apesar da publicação de um certo número de trabalhos notáveis nesse domínio das ciências e da filosofia das ciências na idade média,¹⁵⁴ G. Beaujouan acreditava poder, ainda recentemente, começar um capítulo sobre a ciência no Ocidente medieval cristão nestes termos:

Idade média cristã e progresso científico: por certo eis aí duas noções inconciliáveis para o vulgo. Os frutos do ‘milagre grego’ não soçobraram no esquecimento durante mais de um milênio para só serem exumados, tais como mármore antigos, pelos humanistas do renascimento?¹⁵⁵

Mas o ‘milagre grego’ não foi tão miraculoso quanto se acreditou; agora começa-se a perceber que o renascimento científico do século XVI não é *uma espécie de ‘Deus ex machina’ que sem nenhuma razão evidente, de súbito muda toda a direção da evolução científica.*¹⁵⁶ Com efeito, Copérnico e Galileu foram preparados por toda uma série de predecessores que durante muito tempo foram relegados ao esquecimen-

¹⁵⁴Poder-se-ia citar, dentre outros, os trabalhos de P. Duhem, K. Michalski, A. Birkenmajer, L. Thorndike, G. Sarton, E.J. Dijksterhuis, A. Maier, A.C. Crombie, E.A. Moody, M. Clagett.

¹⁵⁵*La science dans l'occident médiéval chrétien*, em *Histoire générale des sciences*, publicada sob a direção de R. Taton, vol. I, *La science antique et médiévale (des origines à 1450)*, Paris, P.U.F., 1957, p. 517; cf. O. Pedersen, *The Development of Natural Philosophy*, p. 87: “Ao passo que temos hoje em dia uma compreensão razoavelmente boa da teologia ou da filosofia medieval, estamos ainda em falta de uma visão sintética da física e matemática medievais”.

¹⁵⁶O. Pedersen, *The Development of Natural Philosophy*, p. 88: “Podemos, evidentemente, deixar de lado a explicação vulgar da renascença como uma espécie de *Deus ex machina* que, sem nenhuma razão demonstrável, muda repentinamente toda a direção da evolução científica”. Toda esta passagem poderia ser citada. Cf. também do mesmo autor, *Du quadrivium à la physique*, p. 123.

to.¹⁵⁷ E, fato curioso entre todos, a *Física* de Aristóteles foi precisamente uma das ocasiões para a passagem gradual até um novo tipo de ciência, em particular pela via da matematização do *communia naturalium*. A.C. Crombie emprega uma imagem bastante feliz para descrever a situação:

Pode-se considerar Aristóteles como uma espécie de herói trágico medindo a cena da ciência medieval. De Grosseteste a Galileu, ele ocupa o centro do palco, seduzindo os espíritos pela fascinante promessa de suas concepções, excitando suas paixões e dividindo-os, e no final, forçando-os a se voltar contra ele à medida que as conseqüências reais de sua empresa se revelam pouco a pouco sob sua verdadeira luz; e, no entanto, das profundezas de seu próprio sistema, fornece-lhes uma grande parte das armas que servem para atacá-lo.¹⁵⁸

E acrescenta o que é atinente ao nosso assunto de maneira mais próxima:

As mais importantes dessas armas resultam do desenvolvimento das idéias concernindo ao método científico, e em particular à indução e à experiência, ademais, ao papel das matemáticas na explicação dos fenômenos físicos — pois conduziram progressivamente a uma concepção inteiramente diferente do gênero de questões a serem postas nas ciências naturais, o gênero de questões às quais de fato os

¹⁵⁷Cf. O. Pedersen, *The Development of Natural Philosophy*, pp. 150-151; G. Beaujouan, *op. cit.*, pp. 581-582. Pedersen e Beaujouan resumem os trabalhos dos melhores especialistas da história da ciência e da filosofia das ciências na idade média (Cf. nota 154).

¹⁵⁸A.C. Crombie, *Histoire des sciences de saint Augustin à Galilée (400-1650)*, traduzido do inglês por Jacques D'Hermies, t. 1, Paris, P.U.F., 1959, p. 215.

métodos experimental e matemático estavam em condições de fornecer uma resposta.¹⁵⁹

É possível pensar que foram problemas concretos de astronomia, ótica, mecânica e dinâmica que aos poucos forçaram a passagem da física de tipo aristotélico às ciências físico-matemáticas. Em geral, as reflexões metodológicas e as classificações epistemológicas vêm em segundo lugar. Ou seja, são formuladas quando já se tem um corpo de ciência adquirido. Portanto, não foi certamente a consideração do tipo epistemológico das ciências intermediárias que conduziu a um progresso da matematização, mas antes, o desejo de encontrar soluções mais satisfatórias para problemas tais como, entre outros, o cálculo astronômico, a comparação das velocidades ou a intensificação e diminuição das qualidades (*intentio e remissio formarum*). Todavia, é impossível não reconhecer um certo parentesco entre as ciências intermediárias e as ciências físico-matemáticas modernas. Como observa O. Pedersen, não deixa de ter importância o reconhecimento da característica própria de tais ciências:

Esta doutrina [das ciências intermediárias] significa um progresso real na história da epistemologia. Pois, ao passo que a noção moderna de física matemática parece ser desconhecida na Idade Média, é evidente que estamos aqui nos aproximando estreitamente dela. Conseqüentemente, a ciência intermediária (*scientia media*) tomista deve ser considerada como um paralelo medieval à física matemática de tempos posteriores. Pode-se dizer que não foi realização de pouca

¹⁵⁹*Ibid.*; cf. p. 61: “De fato, de um certo ponto de vista, toda a história das ciências européias, do século XII ao XVII, pode ser considerada como uma penetração progressiva das matemáticas (em conjunção com o método experimental) nos domínios que anteriormente se acreditava pertencer, de modo exclusivo, à física”.

monta descobrir o caráter essencial de tais ciências, considerando a raridade dos exemplos então disponíveis.¹⁶⁰

À medida que nosso conhecimento dos problemas científicos e das reflexões metodológicas que tais problemas suscitaram na idade média e no renascimento se tornar mais preciso e mais detalhado, poderemos perceber melhor a continuidade e as diferenças existentes entre os dois períodos. Fazendo então o balanço das etapas percorridas, não será impossível que o passado forneça lições ainda válidas. Sem dúvida, as ciências intermediárias serão um dos capítulos presentes neste balanço geral, visto que dão testemunho de uma crescente aproximação entre a física e a matemática, a qual encontrou seu ponto culminante na ciência físico-matemática.¹⁶¹ No que concerne a São Tomás, em particular, não lhe será atribuído o mérito de haver praticado pessoalmente as ciências intermediárias; pelo contrário, será reconhecido o seu incontestável interesse pelos problemas epistemológicos suscitados por tais ciências, e a ele será concedido o mérito de tê-las abordado com olhos de filósofo.

¹⁶⁰O. Pedersen, *The Development of Natural Philosophy*, p. 92; Cf. *Du Quadrivium à la physique*, p. 120.

¹⁶¹Cf. J. Gagné, *Du Quadrivium aux scientiae mediae*, p. 986: "Neste momento, é possível afirmar que as ciências físico-matemáticas modernas não são as herdeiras diretas quer da física quer da matemática antigas, mas, antes, das ciências que haviam começado a procurar fazer com que elas fossem reunidas; desde então, procurar os fossos entre a física antiga e a física moderna já não basta, verdadeiramente, para revelar as lições da história, em particular, sobre a gênese de nossas inquietações a respeito de um divórcio entre filosofia e ciência. É ao menos preciso contar com as *scientiae mediae*, das quais sabemos, agora, que possuem uma história".

2. Conhecer para Dominar: Rogério Bacon*

Já foi dito a respeito de Rogério Bacon que “não se pode lê-lo sem amá-lo. Não, porém, sem se perguntar se não se o ama mais, morto, do que se o teria amado vivo!”¹ Só o conhecemos por seus textos, e os dados de sua vida a nosso dispor derivam de referências pessoais esparsas nestes. Além disso, tais referências são passíveis de interpretações divergentes. Recolhamos aqui apenas alguns dados gerais que parecem obter o consenso dos estudiosos.

Seu nascimento situa-se entre 1214 e 1220. Uma primeira fase de sua carreira intelectual é marcada por questões e comentários sobre

*O presente texto reproduz um artigo anteriormente publicado sob o título “Une théorie des opérations naturelles fondée sur l'optique: le *De multiplicatione specierum* de Roger Bacon”, in *Manuscrito* 5 (1981), pp. 33-55. A parte biográfica introdutória foi também anteriormente publicada no artigo “As fontes de Rogério Bacon no *De multiplicatione specierum*”, in *Leopoldianum* 13 (1986), pp. 49-63. Citamos o *De multiplicatione* de acordo com a edição, crítica de D.C. Lindberg, in *Roger Bacon's Philosophy of Nature*, Oxford, Clarendon Press, 1983; as referências indicam a parte do *De multiplicatione*, o capítulo e as linhas; quanto ao Prólogo, indicam a página e as linhas, havendo uma tradução integral deste anexa ao artigo acima referido sobre as fontes de Rogério Bacon.

¹E. Gilson, *Les métamorphoses de la Cité de Dieu*, Louvain-Paris, Univ. de Louvain-J. Vrin, 1952, p. 75. Existe uma tradução brasileira, *A evolução da Cidade de Deus*, S. Paulo, Herder, 1965.

textos de Aristóteles ou a este atribuídos. Tal fase se teria estendido pela década de 40 do século XIII, tendo por quadro a Universidade de Paris. Na segunda metade dessa década, Bacon retornaria a Oxford, se faria franciscano, sendo posteriormente transferido por seus superiores a Paris. Na década de 60, Bacon entra numa atividade febril e compõe para o Papa Clemente IV suas obras mais conhecidas – o *Opus majus*, o *Opus minus* e o *Opus tertium* – bem como o *De multiplicatione specierum*. Sua morte deve ter ocorrido pouco depois de 1292, ano em que trabalhava em seu *Compendium studii theologiae*.²

Não há dúvida de que, a partir da década de 60 do século XIII, Bacon tenha sido obcecado por um sonho grandioso – a ordenação da Igreja, a organização da República dos Fieis, a conversão dos infiéis, a repressão aos obstinados no mal – tudo isso por meio da reforma da sabedoria. É em vista desta reforma que Bacon concebe uma espécie de enciclopédia (*Scriptum principale*) e, não podendo realizá-la, escreve pelo menos o *Opus majus* (uma *persuasio*) que contém sete partes: as quatro causas gerais da ignorância humana, a conexão da filosofia com a teologia, o estudo das línguas, a ciência matemática, a ótica, a ciência experimental e a filosofia moral.³

Acompanhando o *Opus majus*, Bacon envia a Clemente IV o *Opus minus* e o *De multiplicatione specierum*. É bastante provável que visse nesse último o núcleo de todas as suas propostas. Com efeito, é a “multiplicação das espécies” – digamos, a “transmissão de energia” – que explica em última análise toda transformação, tanto no mundo

²Para estes dados, ver D.C. Lindberg, *Roger Bacon's Philosophy of Nature*, pp. XV-XXII, que fornece toda a documentação disponível.

³Verificar as introduções das sete partes que compõem o *Opus majus*. Citamos o *Opus majus* de acordo com a edição de J.H. Bridges, Oxford, Clarendon Press, 1897, Vols. I e II; Londres, Williams and Norgate, 1900, Vol. III; Frankfurt/Main, Minerva G.m.b.H., Unveränderter Nachdruck, 1964.

material como no espiritual. Sem um conhecimento preciso desta, temos de nos ater às generalidades veiculadas por Aristóteles, seus comentadores árabes e seus seguidores latinos, como Alberto Magno e Tomás de Aquino. Se queremos ter um conhecimento mais exato das operações da Natureza e se queremos pô-las a nosso serviço, devemos recorrer às leis estabelecidas pelos óticos gregos e árabes que se apoiam nos conhecimentos dos matemáticos.

Mas, qual é, afinal, a doutrina do *De multiplicatione specierum* e como precisar sua significação no conjunto da obra de Bacon?

A doutrina do *De multiplicatione*

A respeito da doutrina do *De multiplicatione*, abordaremos três questões fundamentais: 1) a apresentação e a justificação do projeto do *De multiplicatione*, 2) a caracterização da *species* e 3) as leis da ação da *species*.

1. A apresentação e a justificação do projeto do *De multiplicatione*

De acordo com suas próprias palavras, Bacon deseja aplicar aos outros sentidos e a todas as alterações naturais certos princípios determinados pelos óticos:

E, embora a perspectiva só dirija sua intenção para a visão, os mesmos princípios e raízes universais determinados pelos autores dos tratados das visões e aparências podem e devem aplicar-se a respeito dos demais sentidos e não só a respeito dos sentidos mas também a respeito de toda a matéria do mundo a ser alterada pelas espécies e virtudes de quaisquer agentes.⁴

⁴Prólogo, p. 347, lin. 87-92.

É claro, pois, que o desígnio de Bacon, no *De multiplicatione*, é o de generalizar para todas as transformações naturais as leis fundamentais da ótica. Eis aí algo que ultrapassa a imaginação. E, no entanto, as afirmações são claras. Elas permitem reconhecer o que está verdadeiramente em jogo no *De multiplicatione*. Este se apresenta como o pórtico de uma nova física, aristotélica nos quadros em que ela se inscreve, mas cujo instrumental de base é fornecido pelos óticos.

Vejamus de modo mais preciso como Bacon introduz e justifica seu projeto. Para abordar a consideração da *species*, ele começa em geral por uma análise do processo da transformação. Em toda transformação, diz ele, há algo que a produz e algo que a sofre; toda transformação põe em jogo um agente e um paciente, uma causa eficiente e uma matéria. A causa eficiente exerce sua ação, sua virtude ou sua influência sobre a matéria para a transformar e produzir um certo efeito. É graças a esta ação, virtude ou influência presente na matéria que o efeito virá à luz. Se desejamos, portanto, conhecer o efeito, é preciso antes conhecer a influência do agente e seu modo de operação.⁵

Levemos o raciocínio de Bacon mais adiante. Este agente ou causa eficiente que influencia a matéria para transformá-la, pode agir também sobre os sentidos e sobre a inteligência para se fazer conhecer. Ora, neste último caso, a influência do agente chama-se *species*.⁶ Mas, como o agente é um agente natural e não é dotado de liberdade, a influência exercida por ele é sempre a mesma. Assim, a influência

⁵*Prólogo*, p. 345, lin. 1-20; *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, II, pp. 14-16; *Opus majus*, I, pp. 110-111; *Fragmento Gasquet*, p. 512; *Opus tertium*, Ed. Brewer, pp. 107-108.

⁶*De multiplicatione*, I, 1, lin. 43-46; *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, II, pp. 16-17; *Opus majus*, I, p. 111; *Opus tertium*, Ed. Brewer, p. 107.

exercida sobre os sentidos e o intelecto não pode ser senão da mesma natureza que a exercida sobre não importa qual matéria, e esta influência poderá sempre ser chamada de *species*.⁷

Ora, já há uma ciência que se ocupa da influência do agente (*species*) no caso de um dos sentidos – a vista. Com efeito, a ótica (*perspectiva, scientia aspectuum*) estuda a ação da luz e da cor sobre a vista. Ela formula, evidentemente, regras ou leis que não valem senão para este campo particular da ação da luz e da cor sobre a vista. No entanto, como se trata sempre de um agente e de um paciente, a ótica formula também leis que têm um alcance mais geral e que valem não só para a vista, mas também para todos os outros sentidos e para todas as transformações naturais.⁸

É, portanto, perfeitamente compreensível que Bacon pense em reunir essas leis gerais determinadas pelos óticos para constituir um tratado *Sobre as influências dos agentes, Sobre as virtudes e espécies* ou, ainda, *Sobre a multiplicação das espécies*.

Eis o essencial do projeto do *De multiplicatione* apresentado e justificado. Não é, no entanto, tudo. Bacon fornece alguns outros dados que vêm enriquecer e completar esta justificação fundamental.

Num grande quadro das ciências da Natureza que ele esboça no Prólogo do *De multiplicatione*,⁹ Bacon afirma que o filósofo da Natureza considera duas coisas: o movimento segundo a forma (as transfor-

⁷*De multiplicatione*, I, 1, lin. 296-318; *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, II, p. 22; *Opus majus*, I, p. 111; *Fragmento Gasquet*, p. 512; *Opus tertium*, Ed. Brewer, p.109.

⁸“No entanto, não é conveniente que me adentre aqui no que é próprio da vista, donde a perspectiva e a ciência das aparências recebem o nome que lhes é próprio. Deve ser aqui tocado apenas o que é comum com o agente natural e seja no que for em que se dê a ação, quer na vista, quer nos demais sentidos, quer em toda a matéria do mundo” (*Prólogo*, p. 348, lin. 99-103).

⁹*Prólogo*, p. 348, lin. 108 - p. 349, lin. 161.

mações: geração e corrupção, alteração, aumento e diminuição) e o movimento local, que pode ser retilíneo ou circular.

Ora, para o estudo geométrico do movimento local, Bacon dispunha de duas ciências: a *ciência dos pesos* para o movimento retilíneo dos graves e dos leves e a *astronomia* para o movimento circular dos astros e dos orbes celestes. Era-lhe necessário encontrar uma ciência do mesmo tipo para o movimento segundo a forma. Esta ciência não parecia disponível, mas era possível constituí-la, segundo Bacon, a partir das leis gerais da perspectiva. O *De multiplicatione* vem assim preencher um vazio e tornar possível o tratamento geométrico das transformações naturais, do mesmo modo que a ciência dos pesos e a astronomia o tornavam possível para o movimento local retilíneo e circular.

Entre os agentes, os astros ocupam sem dúvida um lugar privilegiado. Eles são, com os céus, os *geradores universais*.¹⁰ Eles são também as mais importantes fontes de luz, e a luminosidade difusa no ar é a influência, a virtude ou a *species* da luz do Sol. Nada mais natural, então, que pensar toda eficiência por referência à dos astros. Tal é, de fato, a atitude de Bacon e o modelo da ação dos astros lhe fornece também um quadro para justificar o projeto do *De multiplicatione*:

E visto que tal multiplicação, seja do que for, é semelhante aos raios multiplicados de uma estrela, denominamos, de maneira geral, toda multiplicação de radiosa e dizemos que raios são produzidos quer seja de luz, de cor ou de algo de outro.¹¹

Relembremos, enfim, a respeito do projeto do *De multiplicatione*, que Bacon não o inventou a partir do zero. A passagem que acaba-

¹⁰*Prólogo*, p. 348, lin. 122-124; p.349, lin. 132-133.

¹¹*De multiplicatione*, II, 1, p. 92, lin. 54-57. Ver também *Opus majus*, I, p. 111; *De multiplicatione*, I, 1, p. 4, lin. 60-64.

mos de citar e que compara todas as multiplicações à irradiação das estrelas, além de refletir idéias comuns na época sobre a causalidade universal dos corpos celestes, pode ser muito bem, de um modo mais preciso, um eco do *De radiis* de Alkindi.¹²

Bacon conhecia também certos escritos de tendência neoplatônica que podem lhe ter sugerido alguns aspectos de seu projeto.¹³

O *De causis*, que Bacon conhecia porque ele o cita no *De multiplicatione*¹⁴ e porque ele foi também objeto de uma série de questões de Bacon,¹⁵ apresenta uma concepção de causalidade em termos de influência que as questões deste desenvolvem.¹⁶

Bacon conhecia também o *Fons vitae* de Avicbron, pois ele o cita nas suas questões sobre a *Física* e a *Metafísica de Aristóteles* e sobre o *De causis*.¹⁷ Esta obra já compara a influência das substâncias simples com a ação do Sol.¹⁸

É, no entanto, a Roberto Grosseteste que Bacon parece dever mais na elaboração do projeto do *De multiplicatione*. O *De lineis* é muito

¹²Eis o texto correspondente do *De radiis*: "Pois bem, como o mundo dos elementos é a cópia do mundo sidéreo, de tal modo que qualquer coisa nele contida contém a espécie do mesmo, é manifesto que toda coisa deste mundo, quer seja substância ou acidente, produz a seu modo raios à semelhança dos astros; de outro modo não teria na plenitude a figura do mundo sidéreo". Ed. M.-Th. D'Alverny e F. Hudry, in *Archives d'Histoire Doctrinale et Littéraire du Moyen Âge*, 41 (1974), p. 224.

¹³Ver a este respeito, A.C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, 1100-1700*, Oxford, Clarendon Press, 1953, pp. 104-127 (bibliografia à p. 104, n. 5); D.C. Lindberg, *Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West*, in *Isis*, 58 (1967), pp. 335-337.

¹⁴Três vezes na terceira, quinta e sexta parte, como fonte de três axiomas.

¹⁵Publicadas por Steele, *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, XII.

¹⁶*Op. cit.*, pp. 1-15. Ver mais particularmente, p. 1, lin. 10-15.

¹⁷Ver respectivamente: 1) *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, VIII, p.46, lin. 10; 2) XI, p.68, lin. 11; 3) XIII, p. 88, lin. 13 e p. 118, lin. 32.

¹⁸Ver, *Fons vitae*, Ed. Cl. Baeumker, in *Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters*, 1 (1892-95) p. 196; ver também pp. 254-255 e 112-113.

importante a este respeito. Seu início menciona os três movimentos: reto, circular, ação e paixão. Esta terceira espécie (ação e paixão) é tida como tendo lugar na matéria e nos sentidos (a vista e os demais sentidos). Grosseteste justifica a uniformidade da ação do agente sobre os sentidos e sobre a matéria pela ausência de liberdade no agente natural,¹⁹ A seqüência do *De lineis* apresenta as leis desta ação que, de fato, são leis de ótica geométrica.²⁰

Alkindi, Avicbron, Grosseteste, eis três nomes que é preciso associar ao projeto de Bacon, a títulos diversos sem dúvida, mas de maneira necessária, se quisermos compreender a gênese do projeto do *De multiplicatione*.

2. A caracterização da *species*

Depois de ter mostrado como Bacon apresenta e justifica o projeto do *De multiplicatione*, podemos passar ao exame direto da sua doutrina. Relembremos que Bacon afirma com insistência: para conhecer o efeito, é preciso conhecer antes a influência do agente e seu modo de operação. O que interessa mais a Bacon é o modo de operação da influência do agente, mas ele está longe de negligenciar a caracterização desta influência em si mesma. Começemos, pois, como ele por perguntar: o que é esta influência do agente?

Como bom escolástico, Bacon abre seu *Tractatus* com a definição nominal da influência do agente. Começa por lembrar que *essentia*, *substantia*, *natura*, *potestas*, *potentia*, *virtus* e *vis* designam a mesma coisa, não diferindo senão pelos pontos de vista segundo os quais estes no-

¹⁹Ver *De lineis*, Ed. L. Baur, in *Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters*, 9 (1912), pp. 59-60.

²⁰Cf. *ibidem*, pp. 60-65.

mes são impostos. A denominação *virtus* lhe permite introduzir a influência do agente:

De outra maneira, toma-se a virtude como o primeiro efeito da já citada virtude... Esta virtude segunda tem muitos nomes, pois é denominada semelhança do agente, imagem, espécie, ídolo, simulacro, fantasma, forma, intenção, paixão, impressão e sombra dos filósofos entre os autores de tratados de perspectiva.²¹

Depois de ter indicado que espécie, neste contexto, não indica um dos universais de Porfírio (gênero, espécie, etc.) e depois de ter dado exemplos que a tornam mais visível (luminosidade do Sol difusa no ar; luminosidade que penetra por uma janela ou por uma abertura; cor emitida por um meio transparente fortemente colorido quando atravessado por um raio luminoso), Bacon explica os diferentes nomes que recebe o primeiro efeito agente. Esta explicação é seguida da definição essencial da espécie – esta última é semelhante ao agente quanto à essência e quanto à definição:

Deve-se, pois, investigar o que seja segundo a sua essência; e... a intenção é mostrar que esta espécie é semelhante na essência e na definição ao seu agente e gerador.²²

É possível, observa Bacon, que alguém rejeite esta semelhança entre a espécie e o agente dizendo que, então, a espécie do Sol seria Sol, a do homem, homem e assim por diante. A resposta permite a Bacon pôr em relevo o caráter essencialmente incompleto do ser da espécie.

²¹*De multiplicatione*, I, 1, lin. 19-26.

²²*Ibidem*, lin. 71-73.

Nos capítulos três e quatro da primeira parte do *De multiplicatione*, Bacon aborda a questão da produção da espécie. Estabelece no capítulo terceiro que ela não pode sair do agente nem ser emitida por este; que ela não é criada pelo agente nem colhida em algum lugar fora do agente e do paciente para ser colocada neste último; que ela não é também produzida por uma impressão.

Não resta, aos olhos de Bacon, senão um só modo de produção possível para a espécie – uma verdadeira transformação natural ou uma educação da potência ativa da matéria do paciente.²³

A influência do agente é, portanto, considerada por Bacon como o primeiro efeito do agente. Este primeiro efeito recebe vários nomes, mas Bacon privilegia os de *virtude* e *espécie*. São, de fato, as denominações mais freqüentes no *De multiplicatione* ao lado de *influência*. O termo *espécie* está presente até mesmo no título do tratado e *virtude* permitiu a Bacon fazer a ligação entre os nomes do agente (*essentia*, *substantia*, etc.) e os nomes do primeiro efeito.

Este primeiro efeito é de mesma natureza que o agente: ele tem a mesma essência que este e é fonte do mesmo tipo de operação. No entanto, seu ser é essencialmente incompleto; ele tem mesmo o ser mais incompleto possível.

Toda transferência do agente para o paciente é excluída. Como Bridges já observava²⁴ e Lindberg sublinhava posteriormente,²⁵ as ligações da espécie baconiana com os *eidola* da tradição epicurista são totalmente superficiais. A espécie de Bacon depende muito mais de Grosseteste e, além deste, da tradição neoplatônica.

²³*De multiplicatione*, I, 3, lin. 3-69.

²⁴Cf. *Opus majus*, II, p. 407, n. 1 e 431, n. 1.

²⁵Cf. *Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West*, pp. 330-341.

3. As leis da ação da espécie

Adquirimos no parágrafo precedente uma idéia bastante precisa da espécie segundo Bacon. Mas, como ele mesmo diz no *Prólogo* do *De multiplicatione*,²⁶ trata-se apenas de uma verdade de pouca valia e introdutória. O que conta mais é a ação da espécie ou, para ser mais preciso, são as leis desta ação.

Bacon distingue dois tipos de ação: *unívoca*, quando o efeito é de mesma natureza que o agente; *equivoca* em caso contrário. Se a luz produz luz, eis uma ação unívoca. Se a luz produzida, produz por sua vez calor, putrefação e morte, eis aí ações equivocas.²⁷ No primeiro caso (ação unívoca), trata-se de uma simples repetição do processo de geração da espécie por educação da potência ativa da matéria do paciente. Em outros termos, trata-se de uma geração multiplicada (*generatio multiplicata*), de uma geração contínua (*continua generatio*) ou ainda de uma multiplicação da espécie (*multiplicatio speciei*).²⁸ No *De multiplicatione*, Bacon reserva o nome de *multiplicação* para este tipo de ação e estuda suas leis na segunda parte deste Tratado. Estas leis são de caráter direcional.

No segundo caso (ação equivoca), numa certa altura da cadeia de ações intervém uma descontinuidade no que concerne à semelhança entre o efeito e o agente, mas subsiste a continuidade de contato. Bacon reserva, no *De multiplicatione*, o nome de ação para este segundo processo e estuda suas leis na quinta parte do mesmo Tratado. Trata-se de leis de intensidade.

²⁶*Prólogo*, p. 348, lin. 103-109.

²⁷*Prólogo*, 345, lin. 11-16; *De multiplicatione*, I, 1, lin. 174-200; II, 1, lin. 3-9; V, 1, lin. 3-14; *Opus tertium*, Ed. Brewer, p.115; *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, II, pp. 24 e 45-46; *Opus majus*, I, pp. 119-120.

²⁸Ver respectivamente: 1) *Opus majus*, II, p. 72; 2) *De multiplicatione*, III, 1, lin 72; II, 5, lin. 79-80; IV, 3, lin. 85-117; 3) *De multiplicatione*, II, 1, 3-10.

Parece que não se deve estabelecer uma oposição muito radical entre estas duas modalidades de ação da espécie. Com efeito, as leis direcionais, estabelecidas a propósito da *multiplicação*, são válidas para a *ação* e as leis de intensidade formuladas a respeito desta, valem também para a *multiplicação*.²⁹ Mas quais são essas leis direcionais e de intensidade que Bacon expõe nas segunda e quinta partes do *De multiplicatione*?

3.1. As leis de direção da ação

Estas leis são apresentadas na segunda parte pelo viés das modalidades da multiplicação. Esta se faz segundo as linhas, os ângulos e as figuras. Ressaltemos o enunciado geral pelo qual Bacon introduz o estudo da multiplicação segundo as linhas:

Neste ponto é necessário adentrar em todos os tipos de linhas sobre as quais é possível a multiplicação, pois, embora a Natureza procure operar sobre linhas retas, quando é às vezes impedida ou, então, por causa de alguma necessidade, muda o percurso da espécie e a faz transitar sobre linhas não-retas. Pretendo agora expor de que maneiras isto se dá. Ora, esta multiplicação pode se dar de acordo com cinco tipos de linhas.³⁰

Os cinco tipos de linhas segundo as quais a multiplicação pode se dar são: a linha reta, a linha quebrada, a linha refletida, a linha tortuosa e a linha accidental (secundária). A propósito da multiplicação segundo a linha reta, Bacon estuda a multiplicação segundo os ângulos.³¹

²⁹*De multiplicatione*, V, 1, lin. 3-14.

³⁰*De multiplicatione*, II, 1, lin. 94-2, lin. 3.

³¹Ver, capítulos 2-7 da 2ª parte do *De multiplicatione*.

Uma vez exposta a multiplicação segundo as linhas, Bacon passa à multiplicação segundo as figuras. Toda multiplicação é esférica e na multiplicação esférica estão incluídas, de acordo com ele, as multiplicações segundo todas as figuras. No entanto, de todas estas outras figuras, basta considerar a pirâmide (cone) e mesmo um só tipo de pirâmide: a que tem por base uma das faces do agente e cujo vértice é um ponto do paciente; é a única figura que permite uma ação perfeita da Natureza, como acontece na iluminação.³²

No conjunto da segunda parte do *De multiplicatione*, que acabamos de passar sumariamente em revista, Bacon retoma e resume os conhecimentos extraídos da literatura ótica de que ele dispunha, especialmente de Ptolomeu, Alhazen, Alkindi e da "tradição euclidiana". Ele retoma desta literatura especialmente as leis de refração de Ptolomeu e Alhazen, bem como a lei de reflexão e suas demonstrações geométricas. Não reproduz, no entanto, as tabelas de refração de Ptolomeu e não faz nenhum esforço para atribuir valores numéricos ao ângulo de fração.

3.2 As leis de intensidade da ação

Se, como acabamos de dizer, na apresentação das leis direcionais da ação, Bacon se aproveita sobretudo dos óticos, na quinta parte, onde ele apresenta as leis de intensidade da ação, vai basear-se de modo muito próximo no *De lineis* de Roberto Grosseteste.

Aqui também ele vai ter em conta as linhas e as figuras. De si, a ação é melhor sobre a linha reta. Acidentalmente, pode acontecer que a ação seja mais forte por meio da linha quebrada ou refletida, por-

³²É o que é desenvolvido nos capítulos 8-10 da 2ª parte do *De multiplicatione*.

que, por meio da fração e da reflexão, várias espécies podem ser reunidas, o que é impossível por meio de um percurso reto.

A ação segundo uma reta que incide em ângulos iguais é mais forte que a ação segundo uma reta que incide a ângulos desiguais. O percurso segundo a perpendicular é o mais forte.

Bacon compara também a força da ação conforme a espécie tenha um percurso quebrado (refratado) ou refletido. Considera ainda diferentes casos de reflexão (a ângulos retos, a ângulos oblíquos).

Após o estudo das regras ou leis de intensidade da ação segundo as linhas (e os ângulos), a quinta parte do *De multiplicatione* expõe as regras de intensidade segundo as figuras. Bacon considera então apenas a pirâmide (cone) que tem por base uma das superfícies do agente e cujo vértice é uma parte determinada do paciente. A principal regra a este respeito é que a pirâmide mais curta é mais forte que a mais longa.

À guisa de conclusão, pode se dizer que a contribuição principal de Bacon no *De multiplicatione* não se encontra tanto em novidades concernentes à ótica e à geometria. É possível, sem dúvida, assinalar nesses domínios melhorias de detalhe, como Lindberg o fez a respeito da causa da refração.³³ A contribuição principal de Bacon encontra-se antes na retomada, depois de Grösseteste, e na elaboração mais desenvolvida da generalização das leis da ótica para todas as transformações naturais. Parece-nos que é sob este aspecto que o *De multiplicatione* ocupa uma posição verdadeiramente original no século XIII.

Esta originalidade do *De multiplicatione* pode ser posta em relevo através de uma comparação de sua orientação com a que sustenta, por exemplo, o trabalho de Tomás de Aquino, símbolo, sem dúvida, aos

³³D.C. Lindberg, "The Cause of Refraction in Medieval Optics", in *British Journal for the History of Science*, 4 (1968-69), pp. 30-34.

olhos de Bacon, da maneira de pensar em física do *vulgus naturalium* – do conjunto dos que se dedicam ao estudo da Natureza. Eis uma passagem significativa de Tomás de Aquino:

De fato, os seres incorruptíveis e isentos de movimentos são da competência do metafísico. Por outro lado, os seres dotados de movimento e incorruptíveis, devido à sua uniformidade e regularidade, podem ser estudados, no que se refere aos seus movimentos com a ajuda dos princípios matemáticos, o que não se pode dizer dos seres dotados de movimento e corruptíveis; assim, o segundo gênero de seres é da competência da matemática na medida em que são da competência da astronomia. O terceiro, no entanto, é da competência exclusiva do estudioso da Natureza.³⁴

Quando Tomás de Aquino diz que é possível construir uma “geometria” dos céus e dos astros e que é impossível fazê-lo a respeito dos movimentos do mundo terrestre (irregulares), ele é verdadeiramente fiel ao pensamento antigo para o qual o mundo terrestre era, segundo a expressão de A. Koyré, *o mundo do mais-ou-menos*.³⁵

³⁴*Expositio super Librum Boethii De Trinitate*, Questão 5, art. 5, ad 8m, Ed. B. Decker, Leiden, E. J. Brill, 1955, pp. 189-190.

³⁵Cf. “Du monde de l'à-peu-près à l'univers de la précision”, in *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Paris, Gallimard, 1971, pp. 341-362. Ver também, J.P. Vernant, “Remarques sur les formes et les limites de la pensée technique grecque”, in *Mythe et pensée chez les grecs*, Maspero, Paris, 1966, 2ª ed., pp. 227-247. Há tradução em português, S. Paulo, Difel, 1973.

Tomás de Aquino, como antes dele Aristóteles, conhecia a ótica e a acústica, duas de suas “ciências intermediárias”, mas ele não cria certamente que fosse possível generalizar estes casos. A respeito das “ciências intermediárias” ver: J. Gagné, “Du quadrivium aux scientiae mediae”, in *Arts libéraux et Philosophie au Moyen Âge (Actes du IV Congrès International de Philosophie Médiévale)*, Montréal, Inst. d'Et. Méd., Paris, Vrin, 1969, pp. 975-986; Carlos Arthur R. do Nascimento, “Le statut épistémologique des sciences intermédiaires selon S.

Bacon, no entanto, não parece acreditar nisso. Assim como é possível “geometrizar” os movimentos dos astros (astronomia) e o movimento dos graves e leves (ciência dos pesos), é preciso procurar “geometrizar” as transformações, os movimentos segundo a forma. Essa última tarefa é precisamente a do *De multiplicatione*.³⁶

Sem dúvida, na elaboração do *De multiplicatione*, com suas leis direcionais e de intensidade da ação da espécie (*multiplicatio* e *actio*), permanece uma boa dose de “mais-ou-menos”. Bacon não parece jamais preocupado em encontrar valores numéricos, fossem eles aproximativos. No entanto, não se pode negar que haja no *De multiplicatione* “uma física das grandezas intensivas” que, por alguns de seus aspectos, parece esboçar as pesquisas do século XIV sobre a “intensificação e remissão das formas”³⁷ e, quem sabe, até mais.

A significação do *De multiplicatione* no conjunto da obra de Rogério Bacon

A apreciação do *De multiplicatione* pelos historiadores de Bacon não foi sempre a mesma. Os julgamentos de Bridges e Thorndike podem simbolizar a este respeito dois extremos entre os quais oscilou a historiografia baconiana a partir da segunda metade do século XIX.

Bridges, seja na introdução de sua edição do *Opus majus*,³⁸ seja nas notas que acrescentou ao texto do *De multiplicatione*³⁹ manifesta grande

Thomas d'Aquin”, in *Cahiers d'Études Médiévales*, 2 (*La science de la nature: théories et pratiques*), Montréal, Bellarmin, Paris, Vrin, 1974, pp. 33-95.

³⁶Vide supra, pp. 93-94

³⁷Ver A. Maier, *La doctrine de Nicole d'Oresme sur les “configurations intentionum”*, in *Ausgehendes Mittelalter*, I, Roma, Ed. di Storia e Letteratura, 1964, pp. 335-352.

³⁸*Opus majus*, I, pp. LXV-LXIX.

estima por este tratado e não se abstém de comparar seu conteúdo com concepções científicas mais recentes. Ele considera sobretudo a multiplicação das espécies como um equivalente medieval da teoria ondulatória das radiações e procura explicar as passagens do *De multiplicatione* que pudessem parecer menos boas aos olhos de uma ciência mais avançada. Eis uma nota que revela bem a postura de Bridges para com o tratado de Bacon:

De fato, esta passagem e todo o capítulo contêm notáveis antecipações de teorias físicas modernas a respeito da propagação da força. Se a palavra *raio* ou *espécie* fosse substituída por *onda* ou *ondulação*, pouca coisa precisaria ser mudada.⁴⁰

Ao contrário, Thorndike, em *A History of Magic and Experimental Science*, começa a seção consagrada ao *De multiplicatione* com uma frase de tonalidade crítica:

A doutrina de Bacon da multiplicação da espécie é uma boa ilustração da combinação de magia e ciência que encontramos em suas obras.⁴¹

Ele prossegue resumindo os pontos de vista dos “admiradores” de Bacon – de fato os de Bridges – e sublinhando que a multiplicação das espécies não é apenas uma teoria física, mas também uma teoria

³⁹Ver, *Opus majus*, II, p. 407, n. 1; 428, n. 2; 431, n. 1; 439, n. 1; 445, n. 1; 449, n. 2; 459, n. 1; 463, n. 1; 478, n. 1; 486, n. 1; 487, n. 1; 504, n. 2; 529, n. 1; 552, n. 2; III, pp. 185-186.

⁴⁰*Opus majus*, II, p. 504, n. 2. Sublinhado pelo autor.

⁴¹*A History of Magic and Experimental Science*, Nova Iorque, Columbia Univ. Press, 1923-58, Vol. II, p. 667.

que compreende tanto as influências ocultas dos planetas como as do mau-olhado e do feitiço. Isto lhe permite concluir:

Vista deste ângulo, sua teoria parece um teoria mágica da influência oculta, embora dotada de um revestimento científico por suposição de que estas forças propagam-se ao longo de linhas matemáticas de acordo com a analogia com raios de luz. Isto sugere que não é justo apenas chamar a ciência de Bacon de supersticiosa; devemos também observar que ele esforça-se por tornar sua magia científica.⁴²

Enfim, Thorndike nota que a doutrina da multiplicação das espécies não nasceu com Bacon: ela já tinha sido sustentada por Alkindi no *De radiis*, e que Bacon não foi o único a propô-la no Ocidente medieval, como o prova a sobrevivência desta teoria no século XV em um *Tractatus de denominatione et projectione radiorum magistri Mattaei de Guarimbertis*, de Parma.⁴³

Estariamos condenados a escolher um destes pontos de vista? Seu justo mérito nos imporá tentar uma conciliação a todo preço? Talvez não seja necessário. Quem sabe se não poderemos justamente encontrar uma resposta para as perguntas precedentes tendo em conta a interpretação que o próprio Bacon deu de seu Tratado?

1. Problemática constante de suas obras

Um primeiro aspecto que nos parece digno de atenção é justamente a frequência com que Bacon retorna a esta questão da multiplicação da espécie. Este assunto está longe de ser algo abordado apenas incidental-

⁴²*Ibidem*, p. 667.

⁴³*Ibidem*, p. 667 e nota 2.

mente em suas obras. Ao contrário, parece tratar-se de alguma coisa que fazia parte de seus interesses centrais.

1.1. Período de ensino em Paris

Bacon já fala deste assunto no seu *Comentário ao Sobre o sentido e o sensível* que se liga ao seu ensino parisiense.⁴⁴ *A multiplicatio virtutis, speciei* ou *similitudinis* é aí mencionada várias vezes.⁴⁵ Não se trata, porém, ainda de um estudo geral da multiplicação das espécies que é remetido por Bacon ao *Comentário ao Sobre a geração*.⁴⁶ Bacon é levado a falar da Multiplicação das Espécies no *Comentário ao Sobre o sentido e o sensível* por causa de certos problemas relativos à percepção sensorial; ele já conhece Alhazen que é frequentemente citado; toca igualmente em alguns pontos que estarão presentes na primeira, terceira, quarta e sexta partes do *De multiplicatione*.

1.2. Entre o ensino parisiense e as obras para o Papa

Bacon retorna ao problema da multiplicação das forças ou espécies na *Carta sobre as obras secretas da arte e da natureza*.⁴⁷ No capítulo III

⁴⁴Este *Comentário* foi publicado por Steele, *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, XIV. Quanto à questão de sua autenticidade, cf. *ibidem*, pp. V-VII e S.C. Easton, *Roger Bacon and His Search for a Universal Science*, Oxford, Basil Blackwell, 1952, pp. 59-61 e 232-235.

⁴⁵Ver sobretudo os capítulos 8, 13, 21-25.

⁴⁶Cf. *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, XIV, p. 27, lin. 14-18. Numa outra passagem (p. 121, lin. 12 - p. 122, lin. 2) à qual retornaremos, Bacon reparte as diferentes questões concernentes à espécie entre o *Comentário ao Sobre a geração*, as *Questões sobre a Física* e a *Perspectiva* de Alhazen.

⁴⁷Esta carta dataria de cerca de 1260. Cf. Easton, *Roger Bacon*, p. 111 e F. Alessio, *Mito e scienza in Ruggero Bacone*, Milão, Ceschina, 1957, p. 275.

desta,⁴⁸ ele expõe a doutrina da produção de espécies por todos os agentes com a finalidade de reduzir as pretensões alardeadas pelos magos. As obras que estes podem realizar, se são verdadeiras, são resultados naturais das espécies. No capítulo V⁴⁹ ele fala dos efeitos maravilhosos que podem ser obtidos utilizando espelhos e lentes.

É preciso situar nos anos 1260-1266 a primeira redação dos *Communia naturalium*, da *Perspectiva* e do *De multiplicatione*.⁵⁰ Estas três obras, no estado atual de seu texto, nos revelam um Bacon já de posse de uma doutrina geral da multiplicação das espécies bastante clara e elaborada.

Os *Communia naturalium*⁵¹ tratam em primeiro lugar de várias questões que serão classificadas no *De multiplicatione* sob a rubrica *geração da espécie*. Vem em seguida a *multiplicação da espécie a partir do lugar de sua geração* que se dá *através de linhas, ângulos e figuras por meio dos quais a natureza deleita-se em operar*. Em seguida aparece um outro grupo de questões que serão tratadas novamente na terceira e quarta partes do *De multiplicatione* sob os títulos de *modo de existência da espécie no meio ambiente* e *a debilidade da espécie e alguns tópicos anexos*. Enfim, os *Communia naturalium* tratam da ação da espécie, terminando com um curto parágrafo sobre sua corrupção.

Observemos que se trata nos *Communia naturalium* de abordagem de algum modo provisória porque estes remetem à *Metafísica*, o estudo pleno da espécie.⁵²

O texto atual do *De multiplicatione* não parece ser o próprio texto do *Tratado sobre a espécie* que Bacon incluiu ou projetou incluir na *Meta-*

⁴⁸J. S. Brewer, Fr. *Rogeri Bacon opera quaedam hactenus inedita*, pp. 528-532.

⁴⁹*Ibidem* pp. 534-535.

⁵⁰Cf. Easton, *Roger Bacon*, p. 111 e Alessio, *Mito e scienza*, p. 275.

⁵¹*Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, II, pp. 16-49.

⁵²*Ibidem*, II, p. 16, lin. 8-16.

física. Haveria, no entanto, uma semelhança de conteúdo entre o *Tratado metafísico sobre a espécie* e o *De multiplicatione*. De fato, este nos apresenta um tratamento mais elaborado dos temas presentes nos *Communia naturalium* a respeito da espécie e aborda as questões que estes últimos remetiam à *Metafísica*.

De acordo com o *Prólogo* do *De multiplicatione*, Bacon previa o estudo da espécie nos agentes espirituais após a elaboração deste assunto no domínio dos agentes corporais.⁵³ A perspectiva (ótica) é também apresentada pelo *Prólogo* como um domínio particular da influência do agente, que o *De multiplicatione* não retoma, uma vez que ele deve ser um tratado geral sobre esta influência.⁵⁴

A parte efetivamente elaborada do *De multiplicatione* – referente aos agentes corporais – se apresenta como um estudo da espécie em todos os movimentos segundo a forma (transformações naturais). Esta parte tem um ordenamento muito sistemático em seis partes que correspondem aos nove primeiros capítulos anunciados no *Prólogo*:

- 1) Geração da espécie (cap. 1-5);
- 2) Multiplicação da espécie (cap. 6);
- 3) Modo de existência da espécie no meio ambiente (cap. 7);
- 4) Debilidade da espécie e alguns tópicos anexos;
- 5) Ação da espécie (cap. 8);
- 6) Corrupção da espécie (cap. 9).

Pode-se avaliar o caminho percorrido por Bacon desde o *Comentário ao Sobre o sentido e o sensível*, comparando esta organização do

⁵³*Prólogo*, p. 345, lin. 22, p. 346, lin. 46.

⁵⁴*Prólogo*, p. 348, lin. 99-103.

De multiplicatione com uma passagem deste *Comentário* à qual já fizemos alusão.⁵⁵

Transcrevamos esta passagem por extenso para podermos perceber bem o contraste que desejamos sublinhar:

Há muitas outras questões acerca da multiplicação da espécie sensível, a saber: se exala do interior ou se é gerada do exterior; se é contínua com a superfície daquilo de onde provém, ou divisa; se é substância ou acidente; se é uma semelhança de todo o composto ou apenas da forma e, se for semelhança do todo, se é um corpo dotado de dimensões ou não; se permanece na ausência do objeto, de que procede, ou se é necessário que receba uma influência contínua de sua origem; se transforma-se na natureza e substância do que é gerado por ela; se se corrompe ou permanece sempre na coisa gerada como motor e conservativo, embora não seja da substância da coisa, ou se retorna à sua origem; se ao corromper-se, transforma-se em algo ou em nada. Todas estas questões e outras semelhantes devem ser esclarecidas a partir do livro *Sobre a geração* no capítulo *Sobre a ação*. Mas, se o mesmo é emitido no sentido e no contrário, de tal modo que, assim como o tangível emite apenas a espécie no tato, assim também emite apenas a espécie no frio, deve ser determinado no 7º Livro da *Física*. Se se trata de algo dividido no ar segundo as linhas provenientes de cada um dos pontos da coisa sensível ou de algo contínuo; a respeito da multiplicação quase infinita das pirâmides, de tal modo que em todo ponto assinalado de um corpo sensível esteja um vértice de pirâmide, a respeito da multiplicação da luz accidental a partir de todos os pontos da luz principal, de sua incidência e da diversidade de cada uma e de sua reflexão, a respeito da fração das multiplicações não perpendiculares ao meio ambiente de natureza mais densa, a respeito do percurso das perpendiculares sem

⁵⁵Vide nota 46.

fração, a respeito da diversidade da fração aproximando-se da perpendicular e afastando-se dela e muitas outras questões semelhantes devem ser procuradas na *Perspectiva* e não aqui, embora, de vez em quando, algumas destas questões sejam impropriamente abordadas aqui.⁵⁶

O problema da multiplicação da luz – tema do capítulo de onde este texto foi extraído – relembra a Bacon muitas outras questões mais gerais e talvez mais complicadas referentes à multiplicação da espécie sensível. Com a preocupação de estabelecer um pouco de ordem, ele simplesmente reparte essas diferentes questões: endereça umas ao *Comentário ao Sobre a geração*, uma outra às *Questões sobre a Física*, outras enfim devem ser procuradas na *Perspectiva* de Alhazen. O texto mostra bem a heterogeneidade das duas tradições intelectuais em que Bacon se funda: Aristóteles (*naturales*) e Alhazen (*perspectivi*). Ele não dispõe ainda de um esquema capaz de aproximar e harmonizar estas duas tradições. Assim, as questões que dizem respeito à gênese e à maneira de ser da espécie permanecem, por um lado, ligadas à análise aristotélica; as questões concernentes à multiplicação da espécie, por outro lado, formam um outro bloco e dependem da ótica.

Recordemo-nos das preocupações do capítulo III da *Carta sobre as obras secretas*, de que falamos há pouco, e que se referem à multiplicação da espécie por agentes espirituais.⁵⁷

Nos *Communia Naturalium* estes materiais um pouco heteróclitos começam já a encontrar seus devidos lugares. Finalmente, o *De multiplicatione* nos apresenta um esquema acabado capaz de conter o

⁵⁶*Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, XIV, p. 121, lin. 12 - p. 122, lin. 2.

⁵⁷Cf. *supra*, pp. 107-108.

estudo da espécie nos agentes corporais e espirituais e, no caso dos primeiros, a contribuição dos *naturales* e dos *perspectivi*. O quadro a seguir dá uma idéia do encadeamento ao qual Bacon chegou finalmente.

Prólogo do <i>De multiplicatione</i> Agentes corporais Capítulos	Texto do <i>De multiplicatione</i> Agentes corporais Partes	Autores
1	I	Naturales
2		
3		
4		
5		
6	II	Perspectivi
7	III	Naturales
8	V	Perspectivi
9	VI	Naturales
Agentes espirituais 10		

1.3. As obras para o Papa Clemente IV

Vejamos agora o que Bacon tem a dizer sobre a espécie no *Opus majus* e no *Opus minus* compostos entre 1266 e 1268 e enviados a Clemente IV no início daquele último ano.⁵⁸ No *Opus majus*, a parte V trata da *Perspectiva*. Esta se apresenta como uma disciplina que supõe o estudo da multiplicação das espécies.⁵⁹

⁵⁸No que se refere às datas, ver Easton, *Roger Bacon*, pp. 144-146.

⁵⁹Vide *Opus majus*, II, pp. 1-2, n. 2; pp. 26, 36, 37, 39-40, 49, 57-58, 68, n. 2; pp. 72, 131.

De fato, na parte IV do *Opus majus* encontramos duas distinções que abordam *ex professo* este assunto.⁶⁰ Mas, o tratamento é muito breve: 17 páginas na edição do *Opus majus* de Bridges. Praticamente tudo o que concerne à primeira, terceira, quarta e sexta partes do *De multiplicatione* está ausente. De todos estes tópicos não restam senão algumas alusões aos problemas da primeira parte. Mesmo a multiplicação propriamente dita (segunda parte do *De multiplicatione*) e a ação (quinta parte do *De multiplicatione*), que são abordadas mais em detalhe, recebem um tratamento que, comparado ao do *De multiplicatione*, é rápido e incompleto. É, pois, muito compreensível que Bacon tenha se preocupado em enviar ao Papa, complementando o *Opus majus*, um tratado especial sobre a espécie.

Se o *Opus majus* é excessivamente breve no estudo da espécie por si mesma, ao contrário ele é bastante prolixo no que concerne às aplicações deste estudo. As palavras pelas quais Bacon introduz essas aplicações indicam claramente que se trata de algo prévio e necessário a todo estudo da Natureza. As aplicações mencionadas por Bacon parecem mesmo ultrapassar o domínio das transformações naturais (movimentos segundo a forma), únicas diretamente visadas pela parte efetivamente elaborada do *De multiplicatione*. Eis as linhas introdutórias às quais fazemos alusão:

Por meio destes princípios e de outros semelhantes fornecidos pelos caminhos da geometria, o homem pode verificar toda ação da Natureza, pois toda verdade acerca da operação de um agente no meio ambiente, ou na matéria sujeita à geração, ou nos corpos celestes e em toda a Máquina do Mundo, tira sua origem, mediata ou imediatamente, dos supracitados princípios e de alguns outros semelhantes, pois não pode incluir tudo nesta persuasão, requerendo isto uma obra maior.⁶¹

⁶⁰Cf. *Opus majus*, I, pp. 110-127.

⁶¹*Opus majus*, I, p.127.

Bacon passa em seguida em revista alguns exemplos concretos das aplicações em questão: à luz das estrelas;⁶² à totalidade do mundo;⁶³ ao fluxo e refluxo do mar;⁶⁴ à saúde e enfermidade do corpo humano;⁶⁵ nas questões teológicas;⁶⁶ à direção da República dos Fiéis.⁶⁷

No *Opus minus*, Bacon faz uma apresentação sintética (*in summa*) do tratado de astrologia que desejava incluir no *Opus majus* depois da geografia, mas que não pôde redigir por causa de alguns obstáculos.⁶⁸

Bacon aí retoma as considerações já encontradas no capítulo III da *Epístola sobre as obras secretas* e na parte IV do *Opus majus* quando fala da aplicação das leis da multiplicação das espécies à saúde e enfermidade do corpo humano.

Assinalemos também no trecho do *Opus minus*, onde Bacon chama a atenção do Papa sobre certos pontos do *Opus majus*, a seguinte passagem:

Julgo que o que enumerei aqui deve ser lido de preferência na medida em que Vossa Santidade tiver tempo. Ademais, para que seja encontrado de maneira mais exata assinalei os devi-

⁶²Cf. *Opus majus*, I, pp. 127-130.

⁶³Cf. *Opus majus*, I, pp. 130-139. Nesta seção Bacon examina as seguintes questões: a) o mundo não é constituído de um só corpo; b) os climas; c) as variações dos caracteres humanos de acordo com os diferentes lugares por causa da variação das influências astrais.

⁶⁴Cf. *Opus majus*, I, pp. 139-142.

⁶⁵Cf. *Opus majus*, I, pp. 142-143; a comparar com o cap. 3 da *Carta sobre as obras secretas*.

⁶⁶Cf. *Opus majus*, I, pp. 212-219.

⁶⁷Cf. *Opus majus*, I, pp. 286-289.

⁶⁸Cf. *Opus majus*, I, pp. 376-377. Este resumo do tratado de astrologia ocupa as páginas 376-403 do primeiro volume da edição do *Opus majus* de Bridges. Na realidade ele pertence ao *Opus minus* (cf. A. G. Little, *Roger Bacon, Essays Contributed by Various Writers on the Occasion of the Seventh Centenary of His Birth*, Oxford, Clarendon Press, 1914, pp. 388-390).

dos lugares, isto é, coloquei títulos de proporção razoável na margem inferior das páginas. Embora haja muitas coisas em forma de figura, além dessas há na obra muitas coisas grandes e úteis. Mas, incluem dificuldade por causa das figuras geométricas, como o *Tratado da multiplicação das forças e dos agentes deste mundo e de toda ação natural*. Através deste Tratado, aprende-se toda a perspectiva; sem ele não se podem aprender nem as coisas celestes nem as inferiores, como mostro nos exemplos das coisas celestes, das figuras do mundo e do fluxo e refluxo do mar.⁶⁹

Eis aí, relembra, a tecnicidade do estudo da espécie – supondo o conhecimento das figuras geométricas – e seu caráter de preâmbulo a toda pesquisa mais particular sobre a ação natural, seja esta qual for; especialmente, este estudo é suposto preceder a perspectiva.

O *Fragmento Gasquet* descreve com certo detalhe o conteúdo da parte IV do *Opus majus*.⁷⁰ Evidentemente, relembra o que tinha sido dito nesta *sobre a espécie*. A matéria tratada é distribuída em três distinções: 1) *questões preliminares*; 2) *cânones de multiplicação e de ação*; 3) *aplicações destes cânones*.⁷¹ Bacon sublinha o caráter fundamental do estudo da espécie (não se pode conhecer nada a não ser que esta influência e ação sejam conhecidas); *sua dependência dos conhecimentos geométricos* (mas estas não podem ser conhecidas a não ser que sejam expressas aos nossos sentidos pelas linhas, ângulos e figuras); *a dependência da perspectiva em relação a este estudo da espécie* (a perspectiva é desenvolvida de acordo com estas regras da multiplicação e da ação).⁷²

Passemos agora ao *Opus tertium* cuja data de composição seriam os anos 1267-1268.⁷³ Esta obra contém numerosas referências ao es-

⁶⁹*Opus minus*, Ed. Brewer, p. 321.

⁷⁰Cf. *English Historical Review*, 12 (1892), pp.511-516.

⁷¹*Ibidem*, pp. 512-513.

⁷²*Ibidem*, p. 512.

⁷³Cf. Easton, *Roger Bacon*, pp. 144-166.

tudo da espécie. Deste modo, os capítulos 31-36 do fragmento do *Opus tertium*, publicado por Brewer, contêm provavelmente o que pode ser considerado como o índice de um *Tratado especial sobre a espécie* enviado por Bacon a Clemente IV, acompanhando o *Opus majus* e o *Opus minus*, Tratado este que seria idêntico, ao menos em substância, ao *De multiplicatione*, publicado por Bridges.⁷⁴

O *Opus tertium* insiste fortemente no caráter de estudo prévio absolutamente necessário do tratamento da espécie para qualquer outra pesquisa:

A raiz mais profunda e principal da sabedoria, tanto para a filosofia como para a teologia, reside nestas multiplicações e há, também aí, uma beleza infinita e, sem isto, não se pode conhecer nem a perspectiva nem o que quer que seja da filosofia.⁷⁵

Os latinos nada sabem disto, salvo três ou quatro, e mesmo assim num domínio muito restrito, o da luz e da cor em relação à vista;

⁷⁴Cf. D.C. Lindberg, "Lines of Influence in Thirteenth-Century Optics" in *Speculum* 46 (1971), pp. 70-71.

Aos argumentos de Lindberg a favor da identificação do *De radiis* com o *De multiplicatione* podemos acrescentar ao menos duas considerações. Primeiro, é possível encontrar no próprio texto do *De multiplicatione* uma justificação para o título *De radiis* (Cf. *De multiplicatione*, II, 1, lin. 54-60). Em segundo lugar, os capítulos 31-36 do *Opus tertium* (Ed. Brewer), que parecem à primeira vista um resumo do que a 4ª parte do *Opus majus* diz sobre a espécie, são na realidade muito mais um resumo de um outro texto enviado ao Papa (Tratado independente). Com efeito, estes capítulos do *Opus tertium* contêm materiais ausentes da 4ª parte do *Opus majus*, sobretudo no que concerne à geração da espécie e às conclusões anexas à multiplicação (cf. *Opus tertium*, Ed. Brewer, cap. 31 e 35). Ora, estes materiais se encontram no *De multiplicatione*. Portanto, os capítulos 31-36 do *Opus tertium* (Ed. Brewer) resumem simultaneamente o Tratado independente sobre a espécie enviado ao Papa (*De radiis*) e o *De multiplicatione*. Isto mostra que, ao menos em substância, estes dois últimos textos são idênticos.

⁷⁵*Opus tertium*, Ed. Brewer, p. 38

donde, sua incapacidade de explicar muitas maravilhas da Natureza e o recurso despropositado a causas sobrenaturais:

Mas, como esta multiplicação das espécies não é conhecida do comum dos estudiosos nem de alguém a não ser três ou quatro entre os latinos e isto no que diz respeito à perspectiva, isto é, à multiplicação das espécies da luz e da cor até a vista, assim não percebemos ações admiráveis da Natureza que acontecem todos os dias em nós e nas coisas diante de nossos olhos. Julgamos que elas se dão seja por meio de uma operação divina especial, seja por meio dos anjos ou dos demônios, ou seja ainda por acaso e sorte. Mas, de fato, não é assim, a não ser na medida em que toda operação da criatura procede de certo modo de Deus.⁷⁶

O próprio Bacon extraiu seus conhecimentos sobre as leis da multiplicação das espécies e forças da perspectiva, único domínio onde elas já estão formuladas. Mas, de direito, elas têm um alcance muito mais geral e sua explicação depende da geometria:

As leis destas multiplicações não são conhecidas senão pela perspectiva nem são ainda ensinadas alhures; embora, sejam comuns não só à ação na vista, mas em todos os sentidos e em toda a Máquina do Mundo, tanto nas coisas celestes como nas inferiores.⁷⁷

E continua:

a qual (multiplicação das espécies e das forças dos agentes), embora eu inclua aí (na parte IV do *Opus majus*) na geometria por causa de suas razões explicativas, extraí da ciência da perspectiva.⁷⁸

⁷⁶*Ibidem*, pp. 99-100; ver também, pp. 35 e 117.

⁷⁷*Ibidem*, p. 37.

⁷⁸*Ibidem*, p. 38.

1.4. Depois da morte de Clemente IV

Se abordarmos, enfim, o período após a morte de Clemente IV, por volta do fim de 1268, encontraremos ainda Bacon apegado a seu estudo da multiplicação da espécie como a uma idéia fixa. Teria sido durante este período que ele teria tentado a integração do *De multiplicatione* em obras de conjunto.⁷⁹ Seja como for, o fragmento do *Compêndio de estudo da teologia* publicado por Rashdall anuncia um tratamento da espécie numa parte deste:

Igualmente, como a razão explicativa das espécies e das forças que são produzidas pelos agentes neste mundo seja requerida, quer se faça menção da ação divina ou angélica, quer dos corpos celestes nos inferiores, quer dos inferiores entre si, quer se dê ação nos sentidos ou no intelecto e, de maneira geral, de todo conhecimento dos cognocentes, tanto de Deus, como dos anjos e do intelecto e sentidos humanos, isto, que está disperso por lugares infinitos, será encontrado numa parte determinada deste livro.⁸⁰

Eis aí relembra ainda a importância geral do estudo da espécie e em termos que parecem dar-lhe um alcance absolutamente universal.

Este percurso de conjunto das obras de Bacon confirma o que dizíamos de início:⁸¹ o estudo da espécie está presente nos seus escritos como um tema central. Vimos também que se trata de um assunto

⁷⁹Quanto à data de composição do *De multiplicatione*, indica-se geralmente os anos 1260-1266 (cf. por exemplo, F. Alessio, *Mito e scienza in Ruggero Bacone*, p. 275). Sua eventual integração em obras mais amplas teria tido lugar numa época mais tardia, digamos entre 1271 e 1292, período em que Bacon trabalhou no *Compêndio de estudo da filosofia* e no *Compêndio de estudo da teologia*.

⁸⁰*Compendium studii theologiae*, Ed. Rashdall, pp. 35-36.

⁸¹Cf. supra, p. 106-107.

cuja importância Bacon está sempre disposto a acentuar. Além disso, ele fez progressos sensíveis na elaboração deste tema desde o fim de seu ensino parisiense e inclina-se a encontrar-lhe aplicações cada vez mais numerosas e amplas.

2. O lugar do estudo da espécie entre as ciências

Qual o lugar que Bacon reservava ao estudo da espécie no conjunto do saber, tal como ele o representava? Infelizmente, não dispomos da *Metafísica* na qual Bacon expunha sua divisão do saber e à qual ele faz alusão⁸² várias vezes:

É necessário que todo aquele que trata de qualquer ciência particular a compare com igual frequência às demais e à ciência comum a todas, que é denominada metafísica. É próprio desta última fornecer a divisão de todas as grandes ciências, sua distinção e origem, bem como indicar o que compete a cada uma delas, sua ordem e quem as descobriu, quando e onde foram descobertas e verificar seus princípios.⁸³

No entanto, os *Communia naturalium* fornecem o que parece ser o plano de conjunto do famoso *Scriptum principale*.⁸⁴ Ora, Bacon tinha projetado este como uma obra de síntese e sua ordem nos revela certamente algo da ordem do saber segundo Bacon. De fato, o *Scriptum principale* comportava, segundo as indicações dos *Communia naturalium*, seis ciências na seguinte ordem: 1) Gramática e Lógica; 2) Matemática;

⁸²Cf. *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, I, pp. 53-56.

⁸³*Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, XVI, p. 1, lin 25-31. Ver também *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, I, pp. 53-56.

⁸⁴Cf. A. G. Little, *Roger Bacon, Essays*, pp. 402-407.

3) Ciência da Natureza; 4) Metafísica e Moral.⁸⁵ Por sua vez, a Ciência da Natureza compreende oito ciências: 1) Do que é comum aos seres naturais; 2) Perspectiva; 3) Astronomia natural; 4) Ciência dos pesos; 5) Alquimia; 6) Agricultura; 7) Medicina e 8) Ciência experimental.⁸⁶

É na ciência do que é comum aos seres naturais que Bacon situa o estudo da multiplicação das espécies, a propósito do agente ou da causa eficiente. Ele deseja, assim, levar mais adiante a análise aristotélica. Com efeito, os livros de ciência da Natureza de Aristóteles conhecidos dos latinos, não somente tratam apenas do que é comum a todas as coisas naturais, mas tratam imperfeitamente de alguns destes fatores comuns como a matéria, a forma e o agente. A filosofia natural de Aristóteles não nos informa quase nada sobre a matéria, menos ainda sobre a forma e extremamente pouco sobre o agente. Ora, tudo o que concerne ao domínio das coisas naturais depende, em última análise, do que diz respeito à matéria, à forma e sobretudo ao agente. Como se trata de fatores comuns a todas as coisas naturais, eles devem ser estudados na ciência comum às demais partes da filosofia natural.⁸⁷

Mas, já sabemos que o que Bacon tem a nos dizer a respeito do agente concerne à influência deste na matéria, isto é, à espécie.⁸⁸ O estudo da espécie é, portanto, uma das chaves da ciência da natureza porque ele conduz a análise da causa eficiente nas transformações naturais mais além do que o fazia a filosofia aristotélica.

É, no entanto, dizer muito pouco, pois o pleno estudo da multiplicação das espécies cabe à metafísica, ciência do que é comum a

⁸⁵Cf. *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, II, pp. 1-3.

⁸⁶*Ibidem*, pp. 3-10.

⁸⁷Cf. *Ibidem*, p. 4, lin. 31 - p. 5, lin. 13.

⁸⁸Ver supra, pp. 92-94.

todas as ciências.⁸⁹ Acedemos, pois, a uma generalidade maior. Não se trata mais simplesmente das transformações naturais e dos agentes corporais, pois este estudo metafísico da espécie deve, além de aprofundar certas questões relativas à multiplicação das espécies nos corpos,⁹⁰ considerar os agentes espirituais.⁹¹ Mesmo as realidades do mundo sobrenatural podem ser esclarecidas por comparação com as leis da multiplicação nos corpos.⁹² Compreende-se então que o estudo da multiplicação das espécies é mais do que uma das chaves da ciência da natureza. Muito mais do que isto, ele é a própria chave da filosofia e da teologia:

A raiz mais profunda e principal da sabedoria, tanto para a filosofia como para a teologia, reside nestas multiplicações e há, também aí, uma beleza infinita. Sem isto, não se pode conhecer nem a perspectiva nem o que quer que seja da filosofia.⁹³

Parece, no entanto, que Bacon jamais sistematizou o estudo da espécie no que concerne aos agentes espirituais. A parte do *De multiplicatione*

⁸⁹Ver, por exemplo, *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, II, p. 16, lin. 8-16; p. 4, lin. 31-p. 5, lin.13.

⁹⁰Ver a este respeito as referências da versão dos *Communia naturalium* publicada por Steele (*Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, II) à *Metafísica*.

⁹¹Cf. *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, II, p. 45, lin. 10-13; *Prólogo do De multiplicatione*, p. 345, lin. 21 - p. 346, lin. 46; *Opus majus*, I, p. 111; *Compendium studii theologiae*, pp. 35-36.

⁹²Cf. *Opus majus*, I, pp. 216-217.

⁹³*Opus tertium*, Ed. Brewer, p. 38. Como o próprio Bacon observa, nada há de estranho no fato de, cada uma por sua vez, a ciência experimental, a perspectiva e a matemática receberem qualificativos semelhantes aos que acabam de ser atribuídos ao estudo da multiplicação das espécies – “pois, todas as ciências são conexas como as partes no todo e cada uma delas aproveita não só a si mesma, mas também às demais; de fato, nenhuma delas pode ser apreendida sem a ajuda das demais... Assim, cada uma delas depende de outra e se prestam auxílio mutuamente” (*Fragmento Gasquet*, p. 512).

que deveria ser consagrada a este tema não existe. Não nos restam a este respeito senão as indicações gerais como as já citadas⁹⁴ e as considerações de Bacon sobre certas ações tidas como mágicas e que ele atribui a uma multiplicação da espécie da alma.⁹⁵

Seja como for, quanto à sistematização do estudo da multiplicação das espécies dos agentes espirituais, no que concerne ao domínio dos corpos, Bacon nos deixou no *De multiplicatione* o que poderia a justo título ser chamado de *De generatione et corruptione more geometrico*. Com efeito, ele retoma neste Tratado temas que Aristóteles estudava no *Sobre a geração e a corrupção* (a geração e a corrupção, a alteração, o aumento e a diminuição, o processo destas transformações), mas Bacon deseja aplicar a estas questões o método geométrico dos autores de ótica.

Easton tem certamente suas razões de ver no *De multiplicatione* de Bacon *bis most fully thought-out piece of scientific work*.⁹⁶ Não estamos longe de partilhar de sua convicção. Partilhamos dela, mas pelas razões expostas neste trabalho e que se ligam antes de tudo à significação que o próprio Bacon atribuía a seu Tratado e que só este não chega a exprimir perfeitamente. Paradoxalmente, é fora do seu Tratado que Bacon nos revela boa parte das intenções e da ambição deste, de tal modo que ele não poderia ser lido e interpretado corretamente sem nos referirmos ao conjunto dos escritos de Bacon. Mas basta dizer isto para que o paradoxo seja supresso: o *De multiplicatione* é, de algum modo, toda a obra de Bacon.

Este não inventou nem o microscópio, nem o telescópio, nem o submarino, nem o automóvel, nem o avião. Ninguém crê mais nas

⁹⁴Vide supra, nota 91.

⁹⁵Cf. *Carta sobre as obras secretas*, Ed. Brewer, pp. 528-532; *Opus majus*, I, pp. 142-143, 395-403; III, pp. 122-125; *Opus tertium*, Ed. Brewer, pp. 95-100.

⁹⁶Easton, *Roger Bacon*, p. 104.

lendas que amplificaram as visões, um pouco à moda de Júlio Verne, de certos textos baconianos como a *Carta sobre as obras secretas da arte e da natureza*. Mesmo a bússola e a pólvora não foram descobertas por Bacon.⁹⁷ Ele não deu uma contribuição especial em matemática e, mesmo em ótica, domínio pelo qual nutria particular estima, suas contribuições podem parecer pouco espetaculares. Não seria sem exagero que se veria nele o verdadeiro pai do método experimental. Ele tampouco foi um “precursor de Galileu”.

Cessemos, no entanto, de dizer o que Bacon não foi ou não fez, para dizer o que ele foi e o que ele fez. Se todas as suas “invenções” não passaram de sonhos ferventes, mas perfeitamente confusos, se ele antes copia Ptolomeu, Alhazen, Alkindi e Euclides do que acrescenta a suas obras, no entanto, ninguém pode negar que tenha escrito o *De multiplicatione*. É verdade que podia contar com o poderoso precedente de Roberto Grosseteste. Mas leva o projeto mais adiante e o elabora mais em detalhe. Em suma, a afirmação de Bacon de que nenhum dos autores ou mestres antigos ou modernos escreveu sobre este assunto⁹⁸ é exata, já que nada há de tão sistemático e completo mesmo em Grosseteste.

Bacon se coloca no *De multiplicatione* dentro dos quadros da física aristotélica; no entanto, introduz aí um elemento “herético” com a idéia de tratar geometricamente os movimentos segundo a forma (geração e corrupção, alteração, aumento e diminuição). Mesmo se esta “geometrização” é bem diferente da do século XVII, o *De multiplicatione* é um testemunho importante, a seu modo e ao lado das “ciências intermediárias”, de uma aproximação crescente entre matemática e física. A este título, como dizia E. Charles,⁹⁹ ele é “uma das glórias incontestáveis de Bacon”.

⁹⁷Cf. Thorndike, *A History of Magic and Experimental Science*, II, pp. 621-622, 688-691.

⁹⁸Cf. *Opus tertium*, Ed. Brewer, p. 38.

⁹⁹E. Charles, *Roger Bacon: sa vie, ses ouvrages, ses doctrines, d'après des textes inédits*, Paris, Hachette, 1861, p. 280.

3. As Fontes de Rogério Bacon no *De multiplicatione specierum**

As fontes de Rogério Bacon são geralmente fáceis de identificar porque ele as cita explicitamente. O *De multiplicatione* não é uma exceção sob este aspecto. Esta maneira de proceder parece, aliás em Bacon, um procedimento consciente e um tanto polêmico.

1. As indicações do *Prólogo* do *De multiplicatione* sobre as fontes

Desde o *Prólogo* do *De multiplicatione*, Bacon se exprime claramente sobre este aspecto do trabalho intelectual e indica previamente os nomes daqueles que ele vai seguir no que dirá sobre a influência do

*A presente exposição retoma de maneira sintética os resultados apresentados em nossa tese de doutorado *Une théorie des opérations naturelles fondée sur l'optique: le De multiplicatione specierum de Roger Bacon*, Univ. de Montréal, 1975, cap. II, pp. 44-75. Citamos o *De multiplicatione* (abreviado DMS) de acordo com a edição crítica de D. C. Lindberg em *Roger Bacon's Philosophy of Nature*, Oxford, Clarendon Press, 1983. As referências indicam a parte do DMS, o capítulo e as linhas. Quanto ao *Prólogo*, indicam a página e as linhas.

Omitimos aqui uma informação biográfica sobre Rogério Bacon por ser idêntica à que figura no início do texto precedente.

agente. Há, antes de tudo, os óticos e seus semelhantes como os autores de tratados sobre os espelhos comburentes, sobre as pirâmides (cones) e sobre todas as figurações importantes. Ele enumera estes autores e suas obras. Dos óticos, o autor de base será Ptolomeu com seu *De opticiis sive aspectibus*. Todos os outros óticos passam, aos olhos de Bacon, por ter exposto e completado Ptolomeu. Entre estes, Alhazen é de longe o mais importante com seu *De aspectibus*. Seguem-se Alkindi, autor também de um *De aspectibus*; o autor do livro *De speculis*; Euclides (*De aspectibus* e *De speculis*); Tideo (*De aspectibus*); enfim, o autor do livro *De speculis comburentibus*. A lista se fecha com três autores de obras de matemática: Euclides (*De libris elementorum*), Teodósio (*De speris*) e Apolônio (*De pyramidibus*).¹

Como os livros de Aristóteles, de Avicena, de Averrois e de Alfarrabi² sobre a influência do agente, isto é, seus *De aspectibus* não são disponíveis em latim, as questões que devem ser tratadas a respeito desta influência não podem ser "verificadas" pelo método destes autores. É preciso suprir a isto pelas sentenças dos autores precedentemente citados: os óticos com a ajuda dos matemáticos. Isto não quer dizer que os *naturales* (Aristóteles, Avicena, Averrois, etc.) não contribuam em nada em suas obras já traduzidas em latim, para o esclarecimento das questões referentes à influência do agente. Mas sua con-

¹Discernimos na lista de Bacon (*Prólogo*, p. 347, 63-80) três classes de autores: 1) os óticos (*auctores aspectuum sive visuum*); 2) os autores de tratados sobre os espelhos comburentes (*auctores speculorum comburentium*); 3) os autores de tratados sobre os cones e todas as figuras importantes (*auctores pyramidum et omnium figurationum dignarum*). Mais abaixo (*Prólogo*, p. 347, 92-95; p. 348, 119-121) Bacon reduz a divisão a duas classes, os *auctores speculorum comburentium* sendo, sem dúvida, incluídos no grupo dos óticos.

²Um pouco adiante, Bacon diz: de Aristóteles, de Avicena, de Averrois e de Sêneca (*Prólogo*, pp. 348, 97).

tribuição é mais modesta: trata-se de conclusões pouco numerosas e introdutórias.

Em suma, Bacon nos diz no *Prólogo* do *De multiplicatione* que utilizará três classes de fontes. A primeira é a dos óticos: são eles que fornecem os princípios e os fundamentos para a explicação de todas as transformações naturais. Como eles não explicam nada sem a ajuda dos matemáticos, é preciso fazer destes uma segunda classe. Em terceiro lugar vêm os *naturales*, cuja contribuição é mais modesta.

2. O uso das fontes no corpo do *De multiplicatione*

Tendo recolhido brevemente as indicações do *Prólogo* do *De multiplicatione* a respeito de suas fontes, vejamos o uso efetivo que Bacon faz destas fontes no próprio texto do tratado. Interrogaremos este texto a respeito das três classes de fontes que o *Prólogo* revela: os óticos, os matemáticos e os *naturales*.

2.1. Os óticos

Quanto aos óticos, há em primeiro lugar certas referências gerais como, por exemplo: *auctores de aspectibus, auctores aspectuum, libri aspectuum, auctores perspectivae, auctores, perspectivi*.³ Algumas destas referências são explicitamente ligadas ao nome de Alhazen; aos nomes de Alhazen e de Alkindi; mais freqüentemente aos nomes de Ptolomeu e de Alhazen; às vezes, aos nomes de Ptolomeu e de Tideo; três referências colocam juntos Ptolomeu, Alhazen e Alkindi.

³Ver respectivamente: 1) DMS I, 1, 26; 2) I, 1, 309-10; II, 1, 67; II, 2, 54; II, 4, 158; II, 10, 47; IV, 1, 7; V, 2, 4; 3) I, 2, 310; III, 3, 54; 4) II, 5, 55; VI, 4, 8; 5) I, 5, 69; II, 2, 56; II, 3, 137; II, 4, 17; II, 4, 21; II, 6, 35-36; II, 8, 21; III, 3, 54; III, 3, 110; 6) II, 9, 42; III, 3, 111.

Parece, portanto, a crer no corpo do *De multiplicatione*, que Ptolomeu, Alhazen e Alkindi são os três grandes entre os óticos. Mas o corpo do tratado revela também uma preferência pelos dois primeiros destes autores. Eis uma passagem que o testemunha:

De fato, a plenitude de sabedoria destes dois filósofos [isto é de Ptolomeu e de Alhazen] manifesta que nada dizem de falso nos seus livros. Assim, são eles nos livros sobre as aparências daqueles autores, que devem ser acitos em tudo, como se pode coligir do Prólogo desta obra, pois explicam a flor da filosofia sem nenhuma falsidade.⁴

Notar-se-á neste texto que o título de filósofo é atribuído aos dois óticos⁵ e que a flor da filosofia que eles tão bem cultivaram é justamente a *perspectiva*, segundo o que é dito no *Opus majus*.⁶ Todos estes elogios de Ptolomeu e de Alhazen confirmam o que tinha sido dito no *Prólogo* ao qual remete, aliás, o texto que acabamos de citar: Ptolomeu é o autor de base em ótica e, entre seus “comentadores”, o mais importante é Alhazen.

O corpo do *De multiplicatione* cita explicitamente a *Perspectiva* ou *De aspectibus* de Alhazen cerca de trinta vezes e o *De optica* ou *De aspectibus* de Ptolomeu cerca de quinze vezes. Das trinta citações explícitas da obra de Alhazen, vinte e quatro (isto é, 80%) são “fonte de doutrina” para Bacon, quer dizer, seu conteúdo é imediatamente endossado por este; as seis outras (20%) são “fonte de dificuldade”, isto é, Bacon não pode endossar seu conteúdo senão graças a certas distinções e expli-

⁴DMS III, 3, 52-56.

⁵Ver também DMS II, 4, 22-27. Alkindi recebe igualmente esta denominação. Cf. DMS II, 9, 3-11. Uma outra passagem (DMS IV, 1, 90-92) exprime uma confiança quase sem limites de Bacon a respeito de Alhazen.

⁶Cf. *Opus majus*, Pars V, Dist. I, cap. 1; Ed. Bridges, Vol. II, p. 3.

cações. Quanto à Ótica de Ptolomeu, quatorze das quinze citações explícitas (96,6%) são fonte de doutrina.

Os materiais tomados pelo *De multiplicatione* da *Perspectiva* de Alhazen e da Ótica de Ptolomeu são: alguns dados sobre a teoria da percepção, indicações sobre o modo de existência da *species* no meio ambiente e sobretudo as características próprias de sua multiplicação. É assim natural encontrar a maior parte das citações destas duas obras de Alhazen e de Ptolomeu na segunda parte do *De multiplicatione* consagrada justamente ao estudo da multiplicação da *species*.

Encontramos também no *De multiplicatione* uma referência ao *Almagesto* e uma ao *Liber de dispositione sphaerae*. Esta última obra é atribuída a Ptolomeu, mas parece ser na realidade a *Introdução aos fenômenos* de Gemino, ou pelo menos um resumo medieval desta.⁷

Duas outras obras, uma certamente de Alhazen e outra frequentemente atribuída a ele, são igualmente utilizadas. Trata-se do *Liber de speculis comburentibus*, do qual o *Prólogo* já fazia menção, citado explicitamente três vezes na segunda parte do *De multiplicatione* e do *De crepusculo*, citado uma só vez, também na segunda parte. Bacon não atribui nenhuma destas duas obras a Alhazen.⁸

O terceiro grande autor de ótica segundo o *De multiplicatione*, Alkindi (*De aspectibus*), cuja menção já se encontrava no *Prólogo*, é efetivamente

⁷Para o *Almagesto*, ver DMS I, 4, 136-38 e, para o *Liber de dispositione sphaerae*, DMS VI, 4, 49-63. Em DMS II, 4, 55-73 encontramos alusões a Thabit Ibn Qurra e a al-Battani (*magistri probationum*).

⁸Que o *Liber de speculis comburentibus* citado por Bacon seja o tratado de Alhazen sobre o espelho comburente parabólico, pode se verificar por meio de uma simples comparação dos textos. Para o autor do *De crepusculo*, ver A. I. Sabra, *The Authorship of the Liber de crepusculis, an Eleventh Century Work on Atmospheric Refraction*, em *Isis* 58 (1967), pp. 77-85 que provou que este tratado foi escrito por Ibn Muadh (Abhomadi).

citado nove vezes no corpo do tratado. Uma só destas citações é fonte de dificuldades e sete delas se encontram na segunda parte do *De multiplicatione*. Bacon tira de Alkindi sobretudo dados relativos à multiplicação da *species*.

À seguida de Thorndike, Vescovini e outros autores⁹ insistiram em dizer que na base da teoria da multiplicação da *species* de Grosseteste e de Bacon se encontraria o *De radiis* de Alkindi.¹⁰ Esta obra deve ter conhecido um grande sucesso no século XIII para que Gil de Roma, por volta de 1270, se dê ao trabalho de enumerar-lhe os erros no seu *Errores philosophorum*.¹¹ Bacon, no entanto, jamais cita o *De radiis* no *De multiplicatione* e, em toda sua obra, conseguimos encontrar apenas uma referência explícita a este texto no seu *Comentário ao De sensu et sensato*, onde a afirmação do *De radiis* de que todo corpo emite raios é aduzida numa objeção e explicada como se referindo à multiplicação da *species*.¹² Este mesmo contexto parece ser evocado numa curta passagem do *De multiplicatione*, importante para definir o projeto e a intenção deste, que traria assim a marca do *De radiis*. Eis esta passagem do *De multiplicatione*, seguida da passagem correspondente do *De radiis*:

⁹Cf. L. Thorndike, *A History of Magic and Experimental Science*, N. York, Columbia Univ. Press, 1923-58, I, pp. 642-646; II, pp. 443-444 e 666-667; G.F. Vescovini, *Studi sulla prospettiva medievale*, Torino, G. Giappicheli, 1965, pp. 38-52; M. Jamer, *Concepts of force, A Study in the Foundations of Dynamics*, N. York, Harper, 1962, p. 57; A. C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, 1100-1700*, Oxford, Clarendon Press, 1953, pp. 106 e 117, n. 2; D.C. Lindberg, *Alkindi's Critique of Euclid's Theory of Vision*, em *Isis* 62 (1971), pp. 470-471.

¹⁰Editado com introdução por M.-Th. D'Alverny e F. Hudry, em *Archives d'histoire doctrinale et littéraire du moyen âge* 41 (1974), pp. 139-260.

¹¹Cf. Ed. J. Koch e J.O. Riedl, Milwaukee, Marquette Univ. Press, 1944, cap. X-XI.

¹²Cf. *Opera hactenus inedita Rogeri Baconi*, Ed. Steele, XIV, p. 29, lin. 16-30 e *De radiis*, Ed. cit., p. 224.

E visto que tal multiplicação, seja do que for, é semelhante aos raios multiplicados de uma estrela, denominamos, de maneira geral, toda multiplicação de radiosa e dizemos que raios são produzidos quer seja de luz, de cor, ou de algo de outro;¹³

Pois bem, como o mundo dos elementos é a cópia do mundo sidéreo, de tal modo que qualquer coisa nele contida contém a espécie do mesmo, é manifesto que toda coisa deste mundo, quer seja substância ou acidente, produz a seu modo raios à semelhança dos astros; de outro modo não teria na plenitude a figura do mundo sidéreo.¹⁴

Por que então Bacon, manifestamente ao contrário de suas declarações no *Prólogo*, não cita o *De radiis*, que teria sido tão importante para ele? Talvez um elemento de resposta nos seja fornecido pelo caráter deste tratado de Alkindi. De fato, ele propõe uma concepção tão determinista e tão naturalista que sua oposição à fé cristã não podia não ser percebida por Bacon. Como o tratado de Alkindi já devia ser suspeito no momento em que Bacon escreveu o *De multiplicatione*, este teria posto em prática um princípio enunciado no contexto das discussões sobre a astrologia: “os sábios sabem separar os grãos das palhas e isolar o veneno da serpente.”¹⁵ Não querendo se expor em demasia, Bacon teria silenciado o nome de um livro suscetível de lhe acarretar dissabores.

Depois de Alkindi, a passagem do *Prólogo* do *De multiplicatione* relativa aos autores de ótica menciona um *auctor libri De speculis*. O texto do *De multiplicatione* cita em dois lugares um *Liber de speculis vulgatus* que corresponde à *Catoptrica* euclidiana.¹⁶

¹³DMS II, 1, 54-57.

¹⁴*De radiis*, Ed. cit., p. 224.

¹⁵*Opus majus*, Pars IV; Ed. Bridges, Vol. II, p. 392.

¹⁶Cf. DMS II, 6, 94-96; II, 7, 106-110. Não há correspondência exata entre as citações de Bacon e o texto latino da *Catoptrica* publicado por Heiberg (*Euclidis opera*

A lista dos autores de ótica no *Prólogo* prossegue com a menção de duas obras explicitamente atribuídas a Euclides: o *De aspectibus* e o *De speculis*. O *De aspectibus* não é citado no corpo do *De multiplicatione*, mas aí encontramos duas referências ao *De visibus* ou *Liber de visu*. Trata-se, com efeito, de diferentes versões da *Ótica* de Euclides.¹⁷ O *De speculis*, que o *Prólogo* atribui a Euclides e ao qual o corpo do *De multiplicatione* se refere cinco vezes é uma compilação árabe.¹⁸

Evidentemente, Bacon vai pedir ao bloco de obras constituído pelo *Liber de speculis vulgatus*, o *De visu* e o *De speculis* esclarecimentos sobre as leis de multiplicação e de ação da *species*. Todas as citações destas obras, salvo uma do *De speculis* na quinta parte do *De multiplicatione*, se encontram na segunda parte deste.

A última obra de ótica mencionada pelo *Prólogo* é um *De aspectibus* cujo autor é Tideo, do qual o corpo do *De multiplicatione* cita duas vezes o *De aspectibus* a propósito da extramissão.¹⁹

À lista dos óticos fornecida pelo *Prólogo* é preciso acrescentar o nome de Roberto Grosseteste, mesmo se este não é nominalmente citado no *De multiplicatione*. Seria, com efeito, difícil, senão impossível,

omnia, Leipzig, Teubner, 1895, Vol VII). No entanto, este editor indica variantes às quais as citações de Bacon correspondem bem (cf. *op. cit.*, pp. LI-LIII).

¹⁷Cf. DMS II, 10, 8-10 e II, 10, 101-106. Ver também D.C. Lindberg, *A Catalogue of Medieval and Renaissance Optical Manuscripts*, Toronto, Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1975, pp. 46-55; W.R. Theisen, *The Medieval Tradition of Euclid's Optics*, Unpublished Doctoral Dissertation, Univ. of Wisconsin, 1972; Idem, *Liber de visu: The Greco-Latin Translation of Euclid's Optics*, em *Mediaeval Studies* 41 (1979), pp. 44-105.

¹⁸Cf. DMS II, 6, 81-82; II, 7, 140-142; II, 8, 65-67; II, 9, 62-66; V, 2, 110-111. Ver também A.A. Bjoernbo e S. Vogl, *Alkindi, Tidens und Pseudo-Euklid, Drei Optische Werke*, em *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, XXVI, 3, Leipzig, 1912, pp. 118 e 153-158.

¹⁹Cf. DMS I, 2, 190-193 e I, 2, 234-238.

esconder as ligações de certas passagens do texto de Bacon com os escritos do bispo de Lincoln. O próprio projeto do *De multiplicatione* é estreitamente dependente do ensino de Grosseteste.²⁰ Se Bacon não cita jamais Grosseteste no *De multiplicatione* ou em outras obras quando retoma as idéias deste, é que ele se teria conformado rigidamente à regra da época segundo a qual os *dicta magistrorum* (Grosseteste sendo um *magister*) se distinguiam das *auctoritates* propriamente ditas e eram quando muito atribuídos a algum *quidam* ou *aliquis*.

Seja como for, Bacon, no *De multiplicatione*, se apoia em Grosseteste em primeiro lugar no que concerne a certas noções básicas: as noções de *species*, de *multiplicatio*, do tratamento geométrico desta última, da distinção entre a *multiplicatio* e a *actio*, das regras de intensidade da ação, provêm às vezes quase que literalmente de Grosseteste. Bacon segue também Grosseteste de muito perto no que concerne a alguns princípios fundamentais: o da uniformidade da ação do agente e da diversificação dos efeitos por causa do paciente; os da melhor ação, da ação mais breve, da primazia da uniformidade e da igualdade. Ele toma igualmente emprestado a Grosseteste, a respeito de certas questões mais particulares: a produção do som, a refração num globo de vidro cheio de água, a explicação dos climas, a explicação da boa reflexão produzida pelos espelhos. Mas acontece-lhe também de criticá-lo. Não aceita a teoria de Grosseteste a respeito da luz como forma

²⁰Sobre a influência de Grosseteste sobre Bacon pode-se consultar L. Baur, *Der Einfluss des Robert Grosseteste auf die wissenschaftliche Richtung des Roger Bacon*, em A.G. Little Ed., *Roger Bacon, Essays Contributed by Various Writers on the Occasion of the Commemoration of the Seventh Centenary of his Birth*, Oxford, Clarendon Press, 1914, pp. 33-54; *Die Philosophie des Robert Grosseteste, Bischofs von Lincoln*, em *Beitraege zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters*, XVIII, 4-6, Münster, Aschendorff, 1917, especialmente pp. 93-170; A.C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science*, especialmente, pp. 139-148.

substancial, critica sua lei de refração, não aceita que a multiplicação da *species* seja instantânea.

2.2. Os matemáticos

Lembramo-nos que o *Prólogo* do *De multiplicatione* fechava a lista dos óticos e de seus semelhantes com três matemáticos (Euclides, Teodósio e Apolônio) e com três de suas obras (*De libris elementorum*, *De speris* e *De pyramidibus*).

No corpo do *De multiplicatione*, os *Elementos* são citados cerca de vinte e cinco vezes. Estas citações se encontram na segunda e na quinta parte do tratado de Bacon. Este utiliza apenas umas poucas proposições e a mais citada é *Elem.* III, 16. De acordo com as indicações dos *Communia mathematica*, Bacon se serviria das versões dos *Elementos* feitas por Adelard de Bath.

O segundo matemático mencionado pelo *Prólogo*, Teodósio (*De speris*), é citado no corpo do *De multiplicatione* uma só vez na segunda parte, onde Bacon se refere à 28ª proposição *de seu livro primeiro*.²¹ Talvez se trate de acréscimos árabes às *Esféricas* porque o primeiro livro destas contém apenas vinte e três proposições e a que é citada por Bacon não corresponde a nenhuma proposição dos três livros.

O terceiro matemático citado pelo *Prólogo*, Apolônio (*De pyramidibus*), não é mencionado no corpo do *De multiplicatione*.

2.3. Os *naturales*

O *Prólogo* do *De multiplicatione* nos advertia da pouca ajuda que podemos esperar dos *naturales* no estudo da *species*. No corpo do tratado, em contraste com todos os elogios com os quais Bacon cerca Ptolo-

²¹Cf. DMS II, 7, 80-85.

meu, Alhazen e Alkindi, especialmente conferindo o título de filósofo a estes três grandes da ótica, encontramos Bacon muito pouco generoso em relação aos *naturales*. Uma só vez ele qualifica um destes de grande filósofo (*tantus philosophus*)²² Vejamos, no entanto, mais em detalhe o que o texto do *De multiplicatione* toma de empréstimo a estes *naturales* que Bacon é levado a menosprezar.

Aristóteles é de longe o autor mais citado por Bacon no *De multiplicatione*. Identificamos cerca de 104 referências. As obras mais citadas são a *Física* (25 citações), o *De anima* (17), o *De generatione* (14), a *Metafísica* (12), os *Meteorológicos* (6), o *De coelo et mundo* (5) e o *De sensu et sensato* (4). Mais da metade destas citações se encontra na primeira parte do *De multiplicatione*, já que aí encontramos 63 referências a Aristóteles. Observemos ainda que cerca de um terço (35 referências em 104) das citações de Aristóteles é antes fonte de dificuldade do que de doutrina. Se retivermos somente as citações de Aristóteles que são fonte de doutrina, pode se verificar que Bacon toma dele sobretudo princípios de filosofia natural, certas informações cosmológicas e elementos relativos à percepção. Retém também alguns princípios metafísicos e certas indicações gerais sobre a multiplicação e a ação da *species*. Bacon liga, enfim, a denominação “species” aos dados da psicologia aristotélica.

Avicena é citado treze vezes no *De multiplicatione*. O maior número de referências se encontra também na primeira parte. Três delas são fonte de dificuldades e dez fonte de doutrina. Bacon tira de Avicena sobretudo informações sobre a percepção e princípios de filosofia natural; retira muito pouco no que concerne aos princípios metafísicos e às informações cosmológicas; nada parece dever a Avicena quanto às leis da multiplicação e da ação da *species*.

²²Cf. DMS III, 2, 127-131.

As referências a Averrois no *De multiplicatione* são cerca de dezessete; o maior número delas se encontra na primeira parte do tratado. Quase a metade (8 em 17) é fonte de dificuldade. Bacon retira de Averrois sobretudo informações cosmológicas, alguns princípios metafísicos e de filosofia natural, uma indicação sobre a ação dos espelhos.

Sêneca aparece no corpo do *De multiplicatione* duas vezes como fonte de dificuldades. Alfarabi, mencionado no *Prólogo* como um dos *naturales*, não é objeto de nenhuma referência no texto do *De multiplicatione*.

2.4. Outros autores não mencionados pelo *Prólogo*

O corpo do *De multiplicatione* se refere ainda a alguns outros autores não mencionados pelo *Prólogo*. Trata-se, em primeiro lugar, de Porfírio, referido no início da primeira parte a respeito dos nomes do primeiro efeito do agente – a *species*. Vem, em seguida, Plínio (*II Naturalium*), citado na segunda parte a propósito da observação das estrelas, durante o dia, a partir do fundo de um poço. Boécio é invocado três vezes: uma na segunda parte a respeito das *species* do olho do lince e duas outras vezes, respectivamente na terceira e quinta partes, como fonte de dois axiomas. Enfim, como uma fonte não mencionada pelo *Prólogo*, há o *Liber de causis*, citado três vezes, na terceira, quinta e sexta partes, como fonte de três axiomas.

Este percurso das fontes do *De multiplicatione* nos revela certa riqueza da documentação de Rogério Bacon. E revela também que seu tratado é um empreendimento de aproximação e de conciliação de diferentes tradições de pensamento. Bacon pretende colocar juntos sobretudo os *naturales* e os óticos e seus semelhantes. Concede, no entanto, a estes últimos a primazia sobre os primeiros porque são eles

que fornecem os princípios explicativos da multiplicação e da ação da *species*, enquanto que os *naturales* não contribuem, na maioria dos casos, senão com princípios gerais de metafísica, de filosofia natural e de cosmologia.

ANEXO

Prólogo do De multiplicatione specierum

Depois que se tratou dos princípios comuns das coisas naturais que são a matéria, a forma e a privação da potência passiva e ativa, que são todos ordenados à produção das coisas naturais e pertencem ao princípio material, deve-se agora falar do que se segue na ordem natural. Ora, para a produção das coisas naturais a partir da potência do paciente, sobrevém em primeiro lugar a influência do agente nesta matéria para que os efeitos naturais sejam produzidos a partir da potência de tal matéria. É preciso, portanto, conhecer a ação do agente e seu modo de agir na matéria antes que conheçamos a própria produção ou geração da coisa a partir da potência da matéria pela virtude do agente. De fato, a virtude ativa do agente transmuta a matéria natural e a assimila a si de tal modo que, por esta assimilação, produza efeitos completos, unívocos ou equívocos. O efeito unívoco é o que concorda com o agente no nome e na definição, assim como o homem gerado com o homem gerante e a luz gerada com a luz gerante. O efeito equívoco é o que não comunga com o agente nem no nome nem na definição, assim como a luz gera calor e o calor putrefação. Tal se dá em infinitos casos. Portanto, se não se conhecer esta ação do agente na matéria natural, que denominamos influência do

agente na matéria paciente, nada poderemos saber a respeito da produção dos efeitos.

Assim, imediatamente após o supramencionado, convém que se trate desta influência. Para compreendê-la plena e claramente, é conveniente que sejam ordenados dez capítulos principais, alguns dos quais terão alguns capítulos a eles subordinados por causa da multidão das verdades que não podem ser contidas num capítulo particular. Visto que deve se considerá-la primeiro nos agentes e pacientes corporais; em segundo lugar, nos espirituais entre si e em relação aos corporais. Por sua vez, quanto aos corporais, deve se saber primeiro como é denominada esta influência e o que é; em segundo lugar, que coisas podem assim influir e agir; em terceiro, qual o modo geral de tal influência ser produzida pelo agente no paciente; em quarto, qual a natureza e a propriedade dos pacientes e recipientes de tal influência dos agentes a eles proporcionais; em quinto, por quais agentes e em quais pacientes pode esta influência completar-se em efeitos semelhantes aos seus agentes quanto ao nome e à definição; em sexto, qual o modo de multiplicar desta influência nos corpos a partir do agente e do lugar de sua primeira geração segundo os modos das linhas, ângulos e figuras nos quais se dão as multiplicações naturais; em sétimo, quais são os modos espirituais de ser de tal influência nas coisas em que estão multiplicadas; em oitavo, qual a ação e a alteração natural a ser efetuada nos corpos do mundo por estas influências, com plena investigação de toda a força e fraqueza de todos os graus desta ação, segundo toda a variedade dela de acordo com as linhas retas, quebradas e reflexas, de acordo com os ângulos retos e oblíquos e de acordo com as figuras, tanto esféricas como piramidais, bem como com as demais, nas quais a ação da natureza varia de belos modos; em nono,

quanto à corrupção destas influências; finalmente em décimo, quanto a esta influência no que tange às substâncias espirituais.

Tendo-se em conta que a autoridade, de acordo com Cícero no primeiro livro das *Disputas Tusculanas*, “vale muitíssimo” em tudo e que Plínio, no prólogo da *História natural*, julga “generoso e cheio de honradez sincera proclamar aqueles pelos quais progredimos”, é excessivamente presunçoso alguém atribuir-se os trabalhos de outros quando baste expor fielmente os autores anteriores e completar o que neles falta de acordo com a capacidade de não importa qual sucessor, pois “nada é acabado nas descobertas humanas” [Prisciano, *Instituições de gramática*]. Aqueles que assim se apoderam furtivamente da autoridade alheia, devem mercedamente decair da dignidade da autoridade, de tal modo que não se lhes creia, posto que não se dignam de confirmar o que escrevem com os títulos dignos dos autores. Assim sendo, julgo digno assinalar aqueles que desejo seguir no que direi a respeito da influência do agente; tal como o fiz nas demais partes e capítulos, fa-lo-ei nos subseqüentes, principalmente por causa das dificuldades maiores do que muitas outras, por causa da negligência do comum dos estudiosos acerca do que diz respeito a esta influência e porque esta é a mais bela de todas as partes da filosofia especulativa e melhor do que muitas outras. Ora, aqueles cujas sentenças nos são principalmente necessárias são, por exemplo, os autores dos tratados das aparências ou visões e os semelhantes a eles, como os autores dos tratados dos espelhos comburentes, das pirâmides e de todas as figurações eminentes. Donde, principalmente Ptolomeu nos *Livros sobre ótica ou aparências* deve ser imitado, pois forneceu todas as raízes das aparências com os ramos que são de necessidade para a perspectiva. Todos os demais o explicaram e acrescentaram o que pertence à perfeição ou excelência da arte. Entre os quais, antecede de longe os de-

mais Alhazen no *Sobre as aparências*. Em seguida Jacó Alkindi no *Livro sobre as aparências*, o autor do *Livro sobre os espelhos* pelos quais se dá a visão reflexa, Euclides no *Sobre as aparências*, igualmente o mesmo no *Sobre os espelhos*; Tideo no *Sobre as aparências*, o autor do *Livro sobre os espelhos comburentes*, Euclides no *Sobre os livros dos elementos*, Teodósio no *Sobre as esferas* e Apolônio no *Sobre as pirâmides*. Examinarei as sentenças de todos estes na terceira parte desta obra como me parecer conveniente. Muitos mais não são mencionados por causa da prolixidade destes nomes, principalmente ali onde a razão conclui de modo evidente o que se pretende, assim como onde o comum dos que praticam a filosofia estão de acordo, embora freqüentemente, como me parecer conveniente, indicarei os próprios autores e as passagens de seus livros.

Ora, como não temos em latim os livros de Aristóteles, de Avicenna, de Averrois e de Alfarabi a respeito desta influência, isto é, seus livros sobre as aparências, o que deve ser aqui explanado não pode ser verificado em primeiro lugar pelas vias de Aristóteles, de Avicenna e de Averrois; convém então usar as sentenças destes nos livros sobre a Natureza porque nos livros destes que chegaram a nossas mãos as causas desta influência não são fornecidas de maneira suficiente nem na maior parte. E, embora a perspectiva só dirija sua intenção para a visão, os mesmos princípios e raízes universais determinados pelos autores dos tratados das visões e aparências podem e devem aplicar-se a respeito dos demais sentidos e não só a respeito dos sentidos mas também a respeito de toda a matéria do mundo a ser alterada pelas espécies e virtudes de quaisquer agentes. Assim, toda ação da Natureza e geração das coisas naturais tiram suas raízes e princípios dos supracitados autores dos tratados das aparências e estes nada certificam a não ser por meio dos livros de Euclides, Teodósio e semelhantes.

Por isso, quem filosofa na ciência natural e sobre a geração das coisas naturais de acordo com os livros de Aristóteles, Avicena, Averrois e Sêneca não poderá ter conhecimento conveniente disto a não ser que saiba servir-se das sentenças dos supracitados autores. No entanto, não é conveniente que me adentre aqui no que é próprio da vista, donde a perspectiva e a ciência das aparências recebem o nome que lhes é próprio. Deve ser aqui tocado apenas o que é comum com o agente natural e seja no que for em que se dê a ação, quer na vista, quer nos demais sentidos, quer em toda a matéria do mundo. Embora os autores dos tratados das aparências prevaleçam, nesta parte, sobre os livros de Aristóteles, Avicena, Averrois e semelhantes traduzidos em latim, o estudioso da Natureza tem muito em comum com o perspectivista na determinação das causas, principalmente até o sexto capítulo.

Contudo, estes cinco primeiros capítulos contêm poucas verdades acerca desta influência que nem são das mais importantes, mas apenas introdutórias ao que é requerido de maneira principal, como se evidencia pela seqüência do tratado. De fato, aquele que filosofa sobre as coisas naturais, cujo conhecimento procura, deve saber que o filósofo natural considera duas coisas nas quais reside o peso e o alcance da filosofia natural, quer dizer, o movimento segundo a forma e o movimento – reto ou circular – segundo o lugar. Ora, o movimento segundo a forma, que compreende a geração e a corrupção, a alteração e o aumento e a diminuição, não pode ser entendido nem explicado sem muitos fatores, um dos quais é a influência dos agentes naturais que produzem tais movimentos por meio de suas influências. De fato, não se pode ter conhecimento causal desta influência a não ser através dos autores dos tratados das aparências com o auxílio de Euclides, Teodósio, Apolônio e semelhantes como a parte presente o ensinará de ma-

neira evidente; assim como não se pode ter conhecimento do movimento reto segundo o lugar sem os livros dos pesos, nem do circular sem a astrologia, pois este movimento conduz os geradores universais, que são as estrelas, a cada uma das partes da habitação conforme convém ao mundo. Ademais o movimento de mistura dos elementos e dos humores, segundo diferentes graus e proporções, na geração das coisas naturais como é requerido na geração das coisas mistas, não pode ser conhecido sem a capacidade das ciências às quais compete considerar todos os gêneros de proporção e determinar sua razão. E tais são os livros dos elementos e os livros das proporções e a aritmética, não só especulativa mas também prática, dos quais Tiago Alkindi extraiu sua ciência útil no *Livro dos graus*. Igualmente, a propósito dos geradores universais que são os céus e as estrelas, são necessárias não só a astrologia mas também a sua astronomia prática. Quanto à geometria, não só a especulativa mas, mais ainda, a prática – é certo que os efeitos naturais necessitam bastante delas como acontece na fabricação dos espelhos comburentes e na figuração dos perspicuos e de muitos instrumentos nos quais se patenteiam e pelos quais sejam produzidas as maravilhas das operações da Natureza como será explicado em seguida.

Portanto, aquele que deseja conhecer a geração universal das coisas naturais não pode progredir senão através das matemáticas práticas e especulativas e das ciências das aparências e dos pesos. Igualmente, aquele que deseja conhecer em particular a geração destas coisas não pode conhecer nada de digno sem a alquimia, a agricultura filosófica e a ciência experimental, visto que, como ficou patente na primeira parte desta obra e na primeira espécie de qualidade na qual se distinguem as ciências, os alquimistas determinam a respeito de todas as coisas inanimadas em particular a partir dos elementos até

inclusive as partes dos animais e das plantas e a agricultura filosófica determina na disciplina que lhe é própria todas as variedades das naturezas e das propriedades nas plantas e nos animais. De acordo com isto, Aristóteles explicou as naturezas e propriedades dos animais em cinco volumes e o que diz respeito às plantas explicaram ele e outros filósofos em muitos livros que não podem nem devem ser reduzidos aos livros sobre a Natureza, aos quais cabe determinar isto em geral, bem como o que se deve saber a respeito das coisas inanimadas que os alquimistas explicam em particular.

Por seu lado, a ciência experimental ensina a certificar todas as conclusões da filosofia natural pela experiência; do que não é capaz a filosofia natural transmitida nos livros de Aristóteles divulgados entre os latinos, a não ser acerca de seus princípios, pois, conclui as conclusões a partir dos princípios através de argumentos mas não as descobre pela experiência. Assim, não pode certificar sem esta ciência. Donde não ser de admirar se, a respeito da felicidade última na compreensão dos agentes naturais desejo proceder por meio das ciências das aparências e outras práticas, pois, o que pratica a filosofia natural segundo os livros sobre a Natureza de que se serve o vulgo dos latinos está nu sem as demais ciências nem tem grande alcance a não ser proceder pela via da narração, pelos argumentos dialéticos e pelos efeitos e causas remotas, de modo muito geral em tudo. De fato, já ficou patente no que precede que a filosofia natural tomada em geral e de maneira ampla contém nove ciências principais das quais a mais inferior é aquela que os latinos têm à sua disposição nos livros de Aristóteles, Avicena e Averrois. Trata-se, com efeito, do que é geral e explicado de maneira superficial nos livros deles existentes entre os latinos cuja intenção com a determinação das causas esforçar-me-ei, como puder, por determinar.

4. A Metodologia do *De multiplicatione specierum* de Rogério Bacon

Sempre houve alguém disposto a ver em Rogério Bacon o pai ou o precursor de alguma coisa. Joseph Kupfer (1974), por exemplo, considera que o pai do empirismo é Rogério e não Francis. O exame do *De multiplicatione* sob o ângulo do método poderá ser útil tanto para a compreensão desse tratado como para uma apreciação mais equilibrada do método baconiano.

1. Os dados do *Prólogo*

O *Prólogo* do *De multiplicatione* já nos oferece algumas indicações sobre o método. Para apresentar suas fontes, Bacon começa justamente por um elogio da “autoridade” e por uma caracterização do papel daquele que se coloca na escola dessa autoridade.¹ A seqüência do *Prólogo* (p. 86, ll. 6-8) confirma que Bacon pretende proceder por meio do que disseram certos autores:

Aqueles cujas sentenças convém usar primordialmente são os autores dos tratados das aparências ou da visão e os se-

¹“Prólogo” p. 85, l. 17; p. 86, l. 5. Todas as referências a este texto serão feitas segundo a edição de Delorme (1943).

melhantes a eles como os autores dos tratados dos espelhos incendiários, dos cones e de todas as configurações dignas de nota.

Bacon aceita, portanto, plenamente a autoridade dos óticos e seus semelhantes. O *Prólogo* indica, assim, não uma rejeição mas um deslocamento da autoridade do grupo dos *naturales* para os *auctores aspectuum sive visuum et consimiles eis*. Estes prevalecem no estudo da *species*, pois somente eles permitem “verificar” e “certificar” esta matéria. Tal verificação e certificação, os óticos fazem-na por meio de demonstrações geométricas (*Prólogo*, p. 86, l. 23; p. 87, l. 2). Entretanto, observa Bacon, pode-se proceder por via de argumentos, isto é, à maneira dos *naturales* nas questões que serão abordadas nos cinco primeiros capítulos (1ª parte) do *De multiplicatione* (*Prólogo*, p. 87, ll. 8-14).

Acentua, ainda, a necessidade de recorrer aos ramos práticos das ciências matemáticas e à *scientia experimentalis* que ensina a certificar todas as conclusões da filosofia natural pela experiência (*Prólogo*, p. 87, l. 28; p. 88, ll. 13 e 26-31). Esses dados são de certa forma resumidos no fim do *Prólogo* (p. 89, ll. 1-6):

Dáí não ser de se admirar se, acerca da certificação da compreensão dos agentes naturais, desejo proceder pelas ciências das aparências e outras práticas, pois, o que pratica a filosofia natural segundo os livros sobre a natureza de que se serve o vulgo dos latinos está nu sem as demais ciências nem tem grande alcance a não ser pela via da razão e dos argumentos procedendo através dos efeitos e das causas remotas, de modo muito geral em tudo.

2. A efetivação do texto

A leitura do texto do *De multiplicatione* coloca em relevo uma diferença na maneira de tratar a matéria de um lado, nas partes, 1ª, 3ª, 4ª e 6ª e, de outro, nas partes, 2ª e 5ª.

2.1. O método das partes 1ª, 3ª, 4ª e 6ª

Essas partes apresentam um caráter antes de tudo escolástico, e Bacon aí procede sobretudo por via de argumentos. Ele, aliás, já prevenia disso no *Prólogo* a respeito da 1ª parte. É possível encontrar nessas partes vários processos do arsenal escolástico que Bacon conhece bem e do qual se serve abundantemente. Encontramos aí certos textos designados como *auctoritas* (cf. *Opus majus*, v. 2, pp. 422, 424, 433, 506, 508, 510, 511, 513, 544 e 547). Bacon conhece as classificações tradicionais das autoridades. Menciona, por exemplo, as distinções entre *auctores* e *magistri*, entre *auctores* e *interpretes* ou *expositores* (cf. resp. *Opus majus*, v. 2, p. 418 e pp. 433, 511, 519 e 520). Os mestres coetâneos são designados, segundo o costume, por um simples *quidam* ou *aliquis*. Muitas objeções são introduzidas de maneira anônima: *si objiciatur... si dicatur...*

Diante das autoridades propriamente ditas, os textos dos antigos, Bacon partilha o respeito da época. Trata-se, quando elas lhe criam problemas, de compreendê-las, de resolvê-las, de salvá-las, de explicá-las e mesmo de interpretá-las da melhor maneira possível. Quanto às opiniões dos contemporâneos, Bacon não se incomoda demais, como, aliás, ninguém se incomodava no século XIII. Ao discuti-las, Bacon não tem “papas na língua” e qualifica-as muitas vezes de falsas, de inconvenientes, de erradas.

Para compreender, resolver ou explicar as autoridades, utiliza certos processos comuns na época. Pode-se assinalar, entre outros, o recurso ao estado do texto, ao contexto, à distinção dos diferentes sentidos dos termos técnicos.

Pode-se observar também certos tecnicismos próprios à dialética da Escola – *fallacia consequentis*, *locus a divisione*, etc. (cf. *Opus majus*, v. 2,

pp. 422, 433, 504), assim como lembranças da *quaestio* na própria maneira de enunciar o tema de certos capítulos:

No que respeita a sua [da espécie] debilidade, pergunta-se em primeiro lugar, se o meio lhe oferece resistência... (*Opus majus*, v. 2, p. 517).

2.2. O método das partes 2ª e 5ª

Nessas duas partes Bacon continua, para usar uma expressão que ele utiliza a propósito da refração, a tratar da matéria *secundum documenta auctorum* (cf. *Opus majus*, v. 2, p. 472). Trata-se de uma característica que, junto com outras,² é, do ponto de vista metodológico, comum a este e ao grupo que examinamos precedentemente. No entanto, por contraste com o primeiro grupo, o que mais chama a atenção nas partes 2ª e 5ª é o aspecto característico de um tratado científico moderno. Essas partes comportam, em termos de comparação, muito poucas objeções, as quais são tratadas de modo muito breve, salvo quatro, que são mais desenvolvidas (cf. *Opus majus*, v. 2, pp. 457-8, 466, 481, 486, 490, 492-3, 497, 540-1).

Na segunda parte apresenta, também, a propósito da refração e da reflexão, um procedimento com três etapas, para estabelecer uma conclusão, o que é muito diferente dos moldes escolásticos de de-

²O procedimento de análise das denominações utilizado a respeito do primeiro efeito do agente (*species*) no primeiro capítulo da 1ª parte é retomado a propósito das denominações dos meios transparentes (Cf. *Opus majus*, v. 2, pp. 407-10 e 460-1); a classificação dos autores em *antiqui* e *moderni* é reutilizada (Cf. *Opus majus*, v. 2, pp. 461-2); recorre-se aos defeitos de tradução da *Optica* de Ptolomeu e da *Perspectiva* de Alhazen (Cf. *Opus majus*, v. 2, p. 462); embaraçado com uma afirmação do *De speculis* pseudo-euclidiano, Bacon tenta encontrar-lhe um sentido aceitável (Cf. *Opus majus*, v. 2, p. 538).

monstração. Talvez Bacon visse este procedimento como o esquema ideal de demonstração, justamente porque ele combina a demonstração mais rigorosa (geométrica) com a experiência. Eis como este procedimento é apresentado de maneira sintética:

Em seguida devemos considerar em segundo lugar que toda reflexão se dá a ângulos iguais, no que concordam Ptolomeu na Ótica, isto é Tratado das aparências, Alhazen na Perspectiva e Jacó Alkindi no Tratado das aparências e todos os autores. Donde o *experimento*, a *causa* e o *efeito* mostrarem isto e ensinarem a construir *instrumentos para experimentá-lo*.³

O capítulo sobre a reflexão, do qual foi tirada essa referência, parece o melhor ordenado. Há, primeiro, uma prova *per experimentum* ou *per experientiam*, que faz intervir um instrumento. Essa primeira prova torna a lei de reflexão manifesta aos sentidos: *videbitur ad sensum, ut ad sensum patere potest* (*Opus majus*, v. 2, p. 483). Em seguida, Bacon apresenta a prova *per causam: et ratio ad hoc est*, em que intervêm as demonstrações geométricas. Enfim, a prova *per effectum: et per effectum similiter potest declarari* (*Opus majus*, v. 2, pp. 485-6).

Algumas observações vêm precisar um pouco mais as três etapas do processo de prova *per experientiam*, *per causam*, *per effectum*. Há no conjunto do *De multiplicatione*, mesmo nas partes que procedem por via de argumentos, vários apelos à experiência. Tratam-se de constatações sensíveis, sobretudo visuais. Bacon não ignora que os sentidos podem enganar-se e assinala, às vezes, a diferença entre a aparência e a realidade. No contexto do procedimento de prova a três etapas da 2ª parte, a experiência faz-se por meio de instrumentos e está estreiti-

³*Opus majus*, v. 2, p. 483. Sublinhado por nós. Ver também *Opus majus*, v. 2, pp. 468 e 470.

tamente ligada aos textos de Ptolomeu e de Alhazen. Por exemplo, a respeito da lei de reflexão, Bacon contenta-se em fazer um resumo de uma vintena de linhas da exposição bem detalhada de Alhazen sobre a construção de um aparelho para testar a igualdade do ângulo de incidência e de reflexão (*Opus majus*, v. 2, p. 483 e *Opticae thesaurus*, liv. 4, cap. 3). R. Carton diz apropriadamente que Bacon “antes praticou os autores que praticaram a experiência do que praticou a experiência ele próprio” (Carton, *Expérience physique*, p. 56).

Há também no conjunto do *De multiplicatione* um emprego geral dos termos *causa* e *ratio* no sentido de explicação, de fundamento. Trata-se de um emprego comum na época, o qual liga-se finalmente à teoria aristotélica da ciência como conhecimento pelas causas. No quadro do procedimento de demonstração a três etapas, *causa* e *ratio* designam de maneira mais particular uma prova geométrica. É normal que assim seja, pois, para Bacon, a demonstração geométrica é a mais rigorosa, não dispensando, entretanto, a experiência. A expressão *ut patet in figura* e outras semelhantes atribuem à representação gráfica o caráter de um processo que certifica por meio da experiência. Às vezes essa representação parece mesmo ter prioridade em relação ao raciocínio propriamente geométrico, relevando-se, então, que a própria figura em si mesma manifesta o que se tem por verdadeiro.

A terceira etapa do procedimento para estabelecer uma proposição (a prova *per effectum*) também coloca em jogo a experiência. Trata-se, no entanto, da experiência de um efeito que leva a afirmar sua causa – certas leis da Natureza. Por exemplo, a combustão provocada por um cristal esférico supõe a validade das leis de refração. No domínio dessa terceira etapa, Bacon não se contentou em relatar o que suas fontes diziam, mas empenhou-se na construção de espelhos côncavos e de lentes.

3. Conclusão

O exame do *De multiplicatione* sob o ângulo do método revela o caráter compósito desse tratado, em que Bacon aproxima e tenta integrar o método dos *naturales* e dos óticos. Talvez sua maior realização nessa via tenha sido o procedimento de demonstração a três etapas da 2ª parte. As duas últimas etapas – demonstração pela causa (razão) e demonstração pelo efeito – provêm do quadro aristotélico da demonstração *propter quid* e *quia*, enquanto que a experiência com instrumentos, colocada por Bacon antes dessas duas etapas, é tirada de Ptolomeu e de Alhazen.

Referências Bibliográficas

1. BACON, Roger. *The opus majus of Roger Bacon*, ed. J.H. Bridges. Oxford, Clarendon, 1897-1900; Frankfurt/Main, Minerva, 1964.
2. ALHAZEN, *Opticae thesaurus*, ed. F. Risner. Basileia, 1572; New York, Johnson Reprint, 1972.
3. CARTON, R. *L'expérience physique chez Roger Bacon*. Paris, Vrin, 1924.
4. DELORME, F.M. "Le prologue de Roger Bacon à son traité *De influentiis agentium*". *Antonianum* 18:81-90, 1943.
5. KUPFER, J. "The father of empiricism: Roger, not Francis". *Vivarium* 12:52-62, 1974.

5. Três Tradições Explicativas na Lei da Queda dos Corpos*

Muito se tem discutido sobre as concepções científicas e metodológicas de Galileu. Talvez boa parte dos desacordos provenha de dois fatores. O primeiro seria a intenção de ler Galileu retrospectivamente, isto é, a intenção de descobrir nele os germes do que vai ser a ciência posteriormente. Dito melhor: lê-lo a partir de um estágio posterior da ciência. O segundo seria a pretensão de atribuir a Galileu uma coerência irrefragável, seja dentro da mesma obra, seja ao longo de sua extensa produção intelectual.

Propomo-nos neste trabalho, seguir um caminho inverso. Quer dizer, em primeiro lugar, ler Galileu prospectivamente, isto é, a partir do que ele podia conhecer, tentando ele, eventualmente, ultrapassar o que podia conhecer. Além disso, lê-lo sem supor que seja sempre coerente, mesmo na mesma obra e na mesma passagem de tal obra. Parece-nos que esta postura consegue dar conta razoavelmente de certas dificuldades ou ambigüidades encontradas nos *Discursos*. Com efeito,

*Agradeço a Jézio Hernani Gutierre, João de Fernandes Teixeira, José Oscar de Almeida Marques, Marcos Barbosa de Oliveira e Maria Eunice Quilici Gonzales uma discussão prévia deste trabalho.

encontrar-se-iam aproximadas nestes, diferentes tradições de pensamento sem que se possa dizer que a síntese destas seja perfeita ou sem percalços.

1. O raciocínio *ex hypothesi* - 1ª Tradição

Comecemos com uma citação, mais ou menos longa, dos *Discursos*:

“Os acidentes que cabem ao movimento igual foram considerados no livro precedente. Resta tratar do movimento acelerado. Em primeiro lugar convém investigar e explicar a definição que lhe caiba exatamente enquanto se encontra na natureza. Pois, embora não haja inconveniente em imaginar arbitrariamente alguma espécie de movimento e examinar as propriedades que dela decorrem – assim, com efeito, procedem os que se imaginam linhas helicoidais ou concóides resultantes de certos movimentos, embora estes não se encontrem na natureza e, louvavelmente, demonstraram hipoteticamente as propriedades de tais linhas – no entanto, visto que se encontra na natureza uma certa espécie de aceleração dos graves que caem, decidimos refletir sobre as propriedades destes na suposição de que a definição que daremos de nosso movimento acelerado venha a concordar com a essência dos movimentos naturalmente acelerados. O que confiamos ter, enfim, conseguido depois de repetidos esforços mentais, baseados principalmente na seguinte razão: que as propriedades sucessivamente demonstradas por nós aparecem como correspondentes ao que os experimentos naturais apresentam aos sentidos e congruentes com isto” (11, v. 8, p. 197; 21, p. 145-146).

Convenhamos em denominar segunda parte deste passagem a que se inicia com as palavras “no entanto, visto que se encontra na natureza...” até o final da citação. Ela contém uma afirmação que nos traz imedi-

atamente ao pensamento o método corrente da hipótese-dedução-experimento. Com efeito, Galileu diz que supõe que sua definição do movimento acelerado concorda com a essência dos movimentos naturalmente acelerados pelo fato de que “as propriedades sucessivamente demonstradas por nós aparecem como correspondentes ao que os experimentos naturais apresentam aos sentidos e congruentes com isto”.

Sem dúvida, Galileu conhecia uma versão antiga e medieval desta forma de raciocínio que era denominada de modo geral raciocínio *ex hypothesi*. Era ela corrente em astronomia e foi sintetizada por Geminus (séc. I a.C.), sendo este reproduzido por Simplicio (527-565) e, através deste último, passou à Idade Média. Tomás de Aquino, por exemplo, numa passagem freqüentemente citada, resume esta longa tradição:

“De duplo modo podemos dar a razão de uma coisa. De um modo, para lhe provar suficientemente o fundamento; assim, nas ciências da Natureza damos a razão suficiente para provar que o movimento do céu é sempre de velocidade uniforme. De outro modo, damos, não a razão que lhe prove suficientemente o fundamento, mas a explicativa da congruência desse fundamento já estabelecido, com os efeitos dele resultantes. Assim, na astronomia estabelece-se a razão dos excêntricos e dos epiciclos pelo fato de que, admitindo esse fundamento, podem-se salvar as aparências sensíveis a respeito dos movimentos celestes, sem ser contudo essa razão suficientemente probante; pois, talvez admitida outra suposição, as referidas aparências se pudessem salvar” (1, I^a parte, q. 32, a. 1^o, ad 2m).¹

Como o próprio Tomás de Aquino indica no texto que acabamos de citar, o raciocínio *ex hypothesi* não é uma prova em sentido absoluto

¹Utilizamos a tradução de A. Correia (7) ligeiramente modificada. O texto de Simplicio acha-se reproduzido por P. Duhem (8, pp. 9-11).

to. Ele estabelece apenas a congruência entre as conseqüências (empiricamente verificadas) e o fundamento suposto. Não o caráter absoluto deste último. Talvez com outras suposições se pudesse estabelecer também as mesmas conclusões. Quer dizer, Tomás de Aquino dá do raciocínio *ex hypothesi*, como era de costume, uma interpretação operacional ou instrumentalista. Os excêntricos e epiciclos não correspondem a nada na realidade. São apenas artifícios ou regras que nos permitem relacionar dados de observação.

É aqui que incidiria uma profunda discordância de Galileu. Este se recusa a dar dos excêntricos e epiciclos ou, de maneira mais geral, das *hypotheses* uma interpretação meramente operacional ou instrumental. O raciocínio *ex hypothesi* é capaz de revelar a estrutura real do mundo. Eis uma passagem típica desta interpretação galileana:

“É preciso ainda prestar atenção que, em se tratando da mobilidade ou do repouso da Terra e do Sol, encontramos-nos diante de um dilema de proposições contraditórias, das quais uma é necessariamente verdadeira e que não podemos de maneira nenhuma chegar a dizer que, talvez, nem um nem outro caso se dê. Se, pois, a imobilidade da Terra e o movimento do Sol são verdadeiros *de facto* e a proposição contrária absurda, como sustentar razoavelmente que a proposição errônea concorda melhor com as aparências perceptíveis, quanto ao movimento e à disposição das estrelas, que a posição verdadeira? Quem não sabe que, na natureza, todas as verdades tomadas em conjunto formam um todo harmonioso ao passo que uma dissonância estrondosa se manifesta entre as hipóteses falsas e os efeitos verdadeiros? Veríamos, assim, concordar, em todos os pontos, a mobilidade da Terra e a imobilidade do Sol com a disposição de todos os corpos do mundo e com todas as observações feitas da maneira mais precisa por nós mesmos e nossos predecessores e, tal posição seria falsa? A imobilidade da Terra e o movimento do Sol, tidos como verdadeiros, não concordariam, pois, em

caso nenhum com as outras verdades? Se pudéssemos dizer que nem uma nem outra destas opiniões é verdadeira, poderia acontecer, sem dúvida, que uma fosse mais conveniente do que a outra para dar conta das aparências. Mas, que tenhamos a afirmar que, destas duas posições, das quais uma é necessariamente verdadeira e a outra falsa, esta última corresponde melhor aos efeitos naturais, eis aí o que verdadeiramente ultrapassa minha imaginação. Acrescento, pois, e respondo: já que Copérnico reconhece ter satisfeito plenamente às exigências dos astrônomos com a hipótese comum, tida como verdadeira, como se dá que tenha querido ou podido satisfazer de novo às mesma exigências como uma hipótese errônea e estúpida?”²

Creemos que é nesta perspectiva que seria preciso compreender o texto inicialmente citado dos *Discursos*. Por que Galileu não se contenta com um tratado meramente geométrico à moda dos gregos?³ Por que quer ele ir além da geometria e falar de física? Falar de “uma certa espécie de aceleração dos graves que caem” que “se encontra na natureza”? Porque acredita que o raciocínio *ex hypothesi* pode revelar a estrutura do real e não se reduz a um simples artifício de cálculo.

A primeira tradição explicativa presente no trecho que inicia o estudo do movimento uniformemente acelerado na terceira jornada dos *Discursos* nos revelaria então uma interpretação realista do raciocínio *ex hypothesi* por parte de Galileu.⁴

²Este trecho é tirado de um texto publicado por A. Favaro (11, v. 5 pp. 351-363) sob o título *Considerações sobre a opinião copernicana*. Citamos de acordo com a tradução francesa de M. Clavelin (5, p. 140). Para o que se refere mais especificamente aos excêntricos e epiciclos, ver M. Clavelin (5, p. 142).

³A menção das linhas helicoidais é uma alusão ao *Tratado das espirais* de Arquimedes.

⁴Esta afirmação concorda com as grandes linhas da análise de K. Popper (23) e de W. A. Wallace (26). Não pretendemos discutir o detalhe das propostas de Popper

2. A tradição aristotélico-euclidiana

Ao final da exposição citada no início deste trabalho, Galileu parece assaltado por certas dúvidas. Pelo menos crê necessário acrescentar outra justificativa à precedente. Eis o texto:

“Finalmente, na investigação dos movimentos naturalmente acelerados, como que nos conduziu pela mão a advertência do costume e do instituto da própria natureza em todas as suas demais obras, no exercício das quais costuma usar dos meios mais próximos, mais simples e mais fáceis. Penso, com efeito, que não há ninguém que creia que o nado e o vôo pode ser executado de modo mais simples e fácil do que aquele mesmo que é usado, por instinto natural, pelos peixes e pelas aves.

Então, pois, quando me dou conta de que uma pedra, que cai de uma altura a partir do repouso, adquire sucessivamente novos incrementos de velocidade, por que não creerei que tais aditamentos se dão pela razão mais simples e mais óbvia a todos. Ora, se examinarmos atentamente isto, não encontraremos aditamento ou incremento mais simples do que o que acrescenta sempre do mesmo modo. O que entendemos facilmente examinando a afinidade máxima do tempo e do movimento, pois, assim como a igualdade e uniformidade do movimento se define e concebe-se pelas igualdades dos tempos e dos espaços – denominamos então, assim, um movimento igual, quando espaços iguais são completados em tempos iguais – igualmente podemos perceber os incrementos de celeridade como feitos simplesmente através das

e Wallace. Digamos, no entanto, que Popper parece primeiramente interessado em expor o seu próprio pensamento. Galileu comparece apenas como ilustração. Por outro lado, concordamos plenamente com Wallace, cujo trabalho é de intenção predominantemente histórica, no que se refere ao caráter necessário e realista da ciência galileana. Não diríamos o mesmo no que diz respeito à hipótese de que Galileu utilizaria um raciocínio *ex suppositione* distinto do *ex hypothesi*. Ver também de W. A. Wallace (27) e (28).

igualdades das partes do tempo, concebendo na nossa mente que um movimento é uniformemente e do mesmo modo acelerado quando, em quaisquer tempos iguais, lhe são acrescentados aditamentos iguais de celeridade... E, assim, não parece de modo nenhum dissonante da reta razão se consideramos que a intensificação da velocidade se dá segundo a extensão do tempo. Daí, a definição do movimento do qual iremos tratar pode ser considerada a seguinte: denomino movimento igualmente ou uniformemente acelerado aquele que, partindo do repouso, acrescenta a si, durante tempos iguais, momentos iguais de celeridade”. (11, v. 8. pp. 197-198; 21, p. 146).

Aqui, Galileu parece aludir à tradição aristotélico-euclidiana de que a ciência parte de princípios evidentes por si mesmos. Daí procurar apresentar sua definição (física) do movimento uniformemente acelerado como se dando “pela razão mais simples e mais óbvia a todos”. Neste caso, a definição do movimento uniformemente acelerado não seria confirmada retrodutivamente pela congruência das propriedades deduzidas com as experimentadas. Ela é um princípio primeiro evidente por si mesmo, sendo esta evidência o sustentáculo de todo o arcabouço de propriedades deduzidas.

É claro, podemos lembrar as dificuldades encontradas pelo próprio Galileu. A definição do movimento uniformemente acelerado apresentada nos *Discursos* é resultado de um longo debate intelectual. Ele, aliás, o diz: “o que confiamos ter, enfim conseguido depois de repetidos esforços mentais...” É sabido como, de início, Galileu definiu erroneamente o movimento uniformemente acelerado supondo que os aumentos de velocidade se davam em função do espaço e não do tempo (15). Portanto, a definição do movimento uniformemente acelerado não seria “dada pela razão mais simples e mais óbvia a todos”.

A distinção escolástica entre princípios evidentes por si mesmos para todos e princípios evidentes por si mesmos para os entendidos

(1, Iª parte, q. 2ª, a. 1ª) poderia salvar a afirmação galileana. A “razão mais simples e mais óbvia a todos” deveria ser compreendida com uma qualificação, quer dizer: a todos os entendidos. Esta distinção apresenta um certo paralelo com a distinção aristotélica entre axiomas e teses e tal classificação dos primeiros princípios, por Aristóteles, talvez nos ajude a compreender a pretensão de Galileu no trecho dos *Discursos* que estamos analisando.

Partamos de uma passagem dos *Segundos Analíticos* (2, Liv. I, 10, 76 a 31-77 a 4).⁵ Esta pode ser esquematizada da seguinte maneira:

Primeiros princípios	axiomas	hipóteses
	teses	postulados
		definições ⁶

Evidentemente, Galileu não pretende que sua definição do movimento uniformemente acelerado seja um axioma, pois estes são princípios comuns a todos os setores do saber. Ela deve, pois, entrar no grupo das teses, que são princípios próprios a uma determinada ciência. Não pode ser tomada como um postulado, pois estes são postos ou afirmados sem ou contra a opinião de outrem. Restam as hipóteses e as definições. As primeiras afirmam a existência de algo e as segundas uma significação. Ora, Galileu está, na passagem em questão dos *Discursos*, afirmando uma significação (a do movimento

⁵A ser comparada com outra (2, Liv. I, 2, 72a14-24).

⁶Para o estabelecimento deste quadro inspiramo-nos nas indicações de A. Correia (6), especificamente (6, p. 28). Ver também Th. L. Heath (13, pp. 117-124).

uniformemente acelerado). Temos, pois, uma definição. Mas Galileu a pretende “real”, isto é, trata-se da definição de algo que existe na natureza e não apenas da definição de um mero conteúdo de pensamento, da explicação do significado de um termo (definição nominal). Se aceitarmos a interpretação de S. Mansion de que Aristóteles acaba reduzindo os princípios próprios às definições reais (18, pp. 149-159 e pp. 202-212),⁷ teremos talvez atingido uma compreensão melhor do que Galileu queria dizer.

3. Tradição das ciências intermediárias

Esta terceira tradição aparece justamente na famosa passagem dos *Discursos* onde se relata a experiência com o plano inclinado, que confirmaria experimentalmente a lei dos quadrados dos tempos. Transcrevamos o trecho que nos interessa diretamente:

Simplicio. Eu verdadeiramente tive mais satisfação neste discurso simples e claro do Sr. Sagredo do que na, para mim obscura, demonstração do Autor; de tal maneira que fico bem convencido de que a coisa deve suceder deste modo, uma vez posta e aceita a definição do movimento uniformemente acelerado. Mas que esta seja a aceleração da qual se serve a natureza no movimento dos seus graves cadentes, eu ainda estou duvidoso; e por isso, para minha compreensão e de outros semelhantes a mim, parece-me que teria sido oportuno apresentar neste lugar alguma experiência daquelas que se disse que há muitas e que em diversos casos concordam com as conclusões demonstradas.

Salviati. Vós, como verdadeiro cientista, fazeis um pedido muito razoável; e assim se costuma e convém nas ciências que aplicam às conclusões naturais as demonstrações mate-

⁷Ver especialmente (18, pp. 206-212). Conferir também (18, pp. 213-217 e pp. 254-274).

máticas como se vê com os óticos, os astrônomos, os mecânicos, os acústicos e outros, os quais confirmam com experiências sensíveis os seus princípios que são os fundamentos de toda a estrutura subsequente. Por isso, não desejo que nos pareça supérfluo se com excessiva delonga discorrarmos sobre este primeiro e máximo fundamento, sobre o qual se apoia a imensa máquina de infinitas conclusões das quais somente uma pequena parte foi colocada neste livro pelo Autor, o qual terá feito bastante para abrir a entrada e a porta que estava até agora fechada aos intelectos especulativos. A respeito, portanto, das experiências, o Autor não descurou de fazê-las; e, para assegurar-se de que a aceleração dos graves que caem naturalmente varia na proporção supra-mencionada, muitas vezes me encontrei eu, na sua companhia a fazer prova disto, da maneira seguinte”(11, v. 8, p. 212).

Salviati dá a definição técnica das ciências intermediárias – “ciências que aplicam às conclusões naturais as demonstrações matemáticas” – e enumera os exemplos mais conhecidos⁸. É de ressaltar que coloque em primeiro lugar na lista, a ótica. Com efeito, talvez seja neste setor que mais se praticou o que ele diz: confirmar com experiências sensíveis os princípios que fundamentam toda a estrutura subsequente.

Alguns dados históricos podem apoiar este recurso sobretudo à ótica. Euclides escreveu uma *Ótica* que tem uma estrutura semelhante à dos *Elementos*. Começa ela por sete “definições” que são, de fato, postulados. Seguem-se 58 teoremas que dizem respeito a questões elementares de perspectiva. Aparentemente não há nenhum recurso à experiência para fundamentar os postulados.⁹ No entanto, encontra-

⁸Ver a respeito J. Gagné (10) e nosso ensaio (19), especialmente (19, pp. 36-47).

⁹O texto grego da *Ótica* de Euclides, acompanhado de uma tradução latina, foi publicado por J.L. Heiberg (14). Há tradução francesa (9) e inglesa (4). A *Ótica* de

mos tal recurso no prefácio da *Revisão da Ótica de Euclides* feita por Theon de Alexandria (fim do séc. IV d.C.). Neste prefácio, Theon aduz certos dados de experiência para apoiar a primeira definição (postulado) da *Ótica* de Euclides tal como formulada por ele Theon.¹⁰ Algo de semelhante pode também ser encontrado na *Ótica* de Ptolomeu (séc. II d.C.). No início do livro III desta obra, Ptolomeu propõe três princípios básicos para a ciência dos espelhos (catótrica) e procura fundamentá-los experimentalmente. Chega mesmo a utilizar um aparelho para verificar a lei de reflexão (o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão), o terceiro destes princípios.¹¹ Alhazen (Ibn al-Haytham, 962-1038 d.C.) no seu *Optice thesaurus* (Kitab al-Manazir), livro IV, cap. III descreve minuciosamente a construção de um aparelho para testar a lei de reflexão.¹² Rogério Bacon colocará no *De multiplicatione specierum* este tipo de experiência acima da demonstração (*ratio*) e da prova através do efeito, pois ela nos faz ver diretamente como a natureza opera.¹³

Euclides foi conhecida no ocidente desde pelo menos o séc. XIII. A histórica das traduções latinas é mais ou menos complicada. Ver a respeito W.R. Theisen (25).

¹⁰Para o texto da *Revisão de Theon*, ver J.L. Heiberg (14).

¹¹A *Ótica* de Ptolomeu foi traduzida para o latim por Eugênio de Palermo no séc. XII. Esta tradução foi publicada por G. Govi (12) e, numa edição crítica por A. Lejeune (16).

¹²O tratado de Alhazen foi traduzido para o latim no fim do século XII ou início do XIII. Esta tradução foi editada por F. Risner, Basileia, 1572. Há uma reimpressão da edição de Risner, feita por D.C. Lindberg (17).

¹³O *De multiplicatione specierum* foi editado por J.H. Bridges em apêndice à sua edição do *Opus majus* (3). Para uma análise do *De multiplicatione*, permitimo-nos remeter à nossa tese de doutorado (20), especialmente, no que toca ao tópico aqui mencionado (20, pp. 91-99). Para uma informação geral sobre o *De multiplicatione* ver nosso artigo (22).

Poderíamos e até mesmo deveríamos continuar este percurso até a época de Galileu.¹⁴ O que dissemos nos parece, no entanto, suficiente para apontar a corrente de pensamento em que Galileu se situa na página dos *Discursos* citada ao início da terceira seção deste nosso trabalho.

O curioso é que ficamos aqui diante de uma alternativa.

a) A lei dos quadrados dos tempos não é mais considerada como uma propriedade do movimento uniformemente acelerado tal como era apresentada no texto de abertura do estudo deste movimento na terceira jornada dos *Discursos*, tanto na perspectiva da demonstração *ex hypothesi* como na da tradição aristotélico-euclidiana. Encontramos talvez ainda esta postura nas palavras de Simplicio que aludiriam a este contexto. A lei dos quadrados dos tempos seria agora, nas palavras de Salviati, o “primeiro e máximo fundamento”. b) O “primeiro e máximo fundamento” seria a definição do movimento uniformemente acelerado. Mas então a experiência do plano inclinado não a verifica diretamente. Revertemos à primeira tradição, isto é, à demonstração *ex hypothesi* interpretada realistamente por Galileu.

Em conclusão podemos dizer que indubitavelmente Galileu se guiava por um ideal científico que pretendia demonstrações necessárias que dissessem respeito às coisas do mundo extramental em si mesmas. Ele está longe do convencionalismo. Mas como justificar em teoria tal postura? Eis aí onde Galileu oferece mais matéria para ambigüidades do que para decisões claras e inequívocas. Sua última obra, os *Discursos*, testemunharia as ambigüidades teóricas em que Galileu esteve envolvido até o final de sua carreira científica.

¹⁴Para alguns dados rápidos acerca desta tradição após o séc. XIII, ver G. Sarton (24, pp. 88-94).

Referências bibliográficas

1. AQUINO, T. de *Summa theologiae*. Roma, Ed. Paulinac, 1966.
2. ARISTÓTELES. “Segundos analíticos”. In: *Obras*. Trad. por Francisco de P. Samaranch, Madrid, Aguilar, 1969.
3. BACON, R. *Opus majus*. Unveränderter Nachdruck. Frankfurt/Main, Minerva G.m.b.H., 1964.
4. BURTON, E.. “The optics of Euclid”. *The Journal of the Optical Society of America* (35): 357-372, 1945.
5. CLAVELIN, M. “Galilée et le refus de l'équivalence des hypothèses”. In: *Galilée. Aspects de sa vie et de son oeuvre*. Paris, P.U.F., 1968, pp.127-152.
6. CORREIA, A. “Noção de análise e de hipótese na filosofia de Aristóteles”. *Revista da Faculdade de Filosofia e Letras de São Bento* (4): 15-40, 1931.
7. _____ *Suma teológica de S. Tomás de Aquino*. São Paulo, Faculdade de Filosofia “Sedes Sapientiae”, 1946.
8. DUHEM, P. *Sózéin ta phainόμενα, Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*. Paris, Herman, 1908.
9. EECKE, P. *Ver Euclide, l'optique et la catoptrique*. Paris, Librairie Scientifique et Technique, Albert Blanchard, 1959.
10. GAGNÉ, J. “Du quadrivium aux scienciae mediae”. In *Arts libérales et philosophie au Moyen Âge (Actes du IV^e Congrès International de Philosophie Médiévale)*. Montréal, Inst. d'Etudes Méd., Paris, Vrin, 1968, pp. 975-986.
11. GALILEI, G. *Le opere di Galileo Galilei*. Edizione nazionale a cura di A. Favaro. 2^a ed., Florença, G. Barbéra, 1929-1939, v. 1-20.
12. GOVI, G. *L'ottica di Claudio Tolomeo*. Turim, Paravia, 1885.
13. HEATH, T.L. *The thirteen books of Euclid's Elements*. New York, Dover, 1956, v. 1.
14. HEIBERG, J.L. “Euclidis optica, Opticorum recensio Theonis, Catoptrica, Cum scholiis antiquis”. In *Euclidis opera omnia*. Leipzig, Teubner, 1895, v. 7.
15. KOYRÉ, A. “La loi de la chute des corps (Descartes et Galilée)”. In *Etudes galiléennes*. Paris, Hermann, 1966, pp. 83-158.

16. LEJEUNE, A. *L'optique de Claude Ptolémée*. Louvain, Publ. Univ. de Louvain, 1956.
17. LINDBERG, D.C. *Opticae thesaurus*. New York, Johnson Reprint, 1972.
18. MANSION, S. *Le jugement d'existence chez Aristote*. Louvain, Ed. de l'Institut Supérieur de Philosophie de Louvain, Paris, Vrin, 1946.
19. NASCIMENTO, C.A.R. do "Le statut épistémologique des 'sciences intermédiaires' selon S. Thomas d'Aquin". *Cahiers d'Etudes Médiévales*, 2 (*La science de la nature: théories et pratiques*). Montréal, Bellarmin, Paris, Vrin, 1974.
20. NASCIMENTO, C.A.R. do. *Une théorie des opérations naturelles fondée sur l'optique: Le De multiplicatione specierum de Roger Bacon*. Montréal, Univ. de Montréal, 1975. (Tese-Doutorado).
21. _____ "Quatro textos de Galileu". *Trans/Form/Ação*, (3): 143-7, 1980.
22. _____ "Une théorie des opérations naturelles fondée sur l'optique: Le De multiplicatione specierum de Roger Bacon". *Manuscrito* (5): 32-55, 1981.
23. POPPER, K. "Três concepções do conhecimento humano". In *Os Pensadores*. S. Paulo, Abril, 1975, v. 44, pp. 385-409.
24. SARTON, G. *Seis alas*. Buenos Aires, Eudeba, 1965.
25. THEISEN, W.R. *The medieval tradition of Euclid's optics*. Univ. Wisconsin, 1972. (Unpublished Doctoral Dissertation).
26. WALLACE, W.A. "Galileo and Reasoning Ex Suppositione: The Methodology of the Two New Sciences". *Boston Studies in the Philosophy of Science* (32): 79-104, 1974.
27. _____ "Galileo and the Thomists". In *St. Thomas Aquinas, 1274-1974, Commemorative Studies*. Toronto, Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1974, v. 2, pp. 293-330.
28. _____ "Galileo Galilei and the Doctores parisienses". In: *New Perspectives on Galileo*. Dordrecht, Boston, D. Reidel, 1978, pp. 87-138.

6. Galileu e o Arsenal

As relações entre a teoria e a prática são um aspecto altamente discutido na história das ciências e na epistemologia. Podemos, de modo sumário, visualizar tais relações de dois modos. O primeiro diz respeito à construção do discurso científico. Neste caso, este pode ser considerado ou não como uma sistematização da prática. Dito em outros termos: a ciência é apenas, ou não, uma formalização da prática. Mas é possível considerar também um outro aspecto, a prática subsequente à teoria. Quer dizer, aquela aparecerá ou não como ciência aplicada e esta encontrará ou não, no final das contas, sua justificativa e sua validação na aplicação.

É claro que neste breve texto não pretendemos abordar tal problema neste nível de generalidade. Restringir-nos-emos a um dos dois aspectos acima mencionados, isto é, o das possíveis contribuições da prática para a construção do saber teórico e, ainda assim, num caso particular: o de Galileu, considerado numa determinada passagem de suas obras.

Creemos que Galileu merece ser examinado, não só porque há consenso em considerá-lo como um importante ator na constituição da ciência moderna, como também porque foi objeto de interpreta-

ções divergentes. De fato, há toda uma tradição historiográfica que tenta apresentar um Galileu empirista que fundamentaria, em última instância, suas descobertas em experimentos não só imaginados, mas efetivamente realizados. Stillman Drake, o ilustre tradutor e estudioso norte-americano de Galileu, seria alguém que se situaria dentro destes parâmetros. Opondo-se a esta orientação, é conhecida a proposta interpretativa liderada por Alexandre Koyré, que procuraria ressaltar os caracteres apriorísticos da construção científica galileana que tiraria sua inspiração última de uma epistemologia de caráter platônico. Não faltaram mesmo aqueles que tentariam uma via média entre os dois extremos apontados, como Maurice Clavelin e talvez Paolo Rossi.

O exame do trecho que abre os *Discursos e demonstrações matemáticas acerca de duas novas ciências a respeito da mecânica e dos movimentos locais* pode, segundo nos parece, trazer alguma luz sobre a maneira de Galileu conceber a contribuição da prática para a construção do saber teórico.

Os *Discursos* são a última obra de Galileu, publicados em 1638 e considerados como o ato de fundação da mecânica moderna. Foram originalmente divididos em quatro jornadas em que dialogam de novo os três personagens do *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*: Salviati (porta-voz de Galileu), Simplicio (representante da ciência aristotélica) e Sagredo (leigo culto, mediador entre os dois precedentes). Foram escritos em italiano (os trechos dialogados) e latim (as partes em que Salviati se reporta ao tratado do *nosso autor*, isto é, de Galileu). Sem mais delongas, abordemos o trecho de abertura da primeira jornada e de toda a obra.

Salviati começa por indicar a grande utilidade para os intelectos especulativos, principalmente no que concerne à mecânica, da freqüentação do arsenal de Veneza. De fato, neste são empregados todos os tipos de instrumentos e máquinas e os artífices que o fazem devem

ser muito peritos e dotados de excelente compreensão, pois aí se vão acumulando observações ao longo das gerações. Nisto é secundado por Sagredo que, *curioso por natureza*, frequenta a visita deste lugar e o trata especialmente com os chefes dos mestres. Diz ele que tal trato

me ajudou muitas vezes na investigação da razão de efeitos não só maravilhosos, mas ainda recônditos e quase impensáveis. É verdade que às vezes também me deixou confuso e desesperado de poder compreender como pode resultar aquilo que, distante de qualquer concepção minha, os sentidos me demonstram ser verdadeiro.

Eis aí, posto em termos gerais, o confronto da prática e da teoria. Este confronto vai agora ser aprofundado através de um caso particular. Sagredo e Salviati introduzem então *um provérbio e uma proposição assaz bem divulgada*, isto é, *que nestas* (trata-se de uma galeaça)

e outras máquinas semelhantes não se pode argumentar das pequenas para as grandes, porque muitas invenções de máquinas dão certo em pequeno e depois, em grande, não subsistem.

Tal provérbio e proposição assaz bem divulgada é posta por Sagredo e Salviati na boca de um *bom velho*, quer dizer, de um artesão experimentado e sábio. É o resumo do que dita a prática do arsenal.

No entanto, Salviati e Sagredo a declaram

vã, como muitas outras que estão na boca dos pouco inteligentes, introduzidas por eles, creio, para mostrar saber dizer alguma coisa a respeito daquilo de que não são capazes; vã concepção do vulgo.

Este julgamento negativo é ainda reforçado na medida em que Sagredo observa que, fundando-se a mecânica na geometria, não há razão para que o grande ou o pequeno introduzam uma distinção de propriedades. Tanto faz raciocinar com círculos, triângulos, cilindros, cones, ou quaisquer outras figuras sólidas pequenas ou grandes. Suas propriedades serão sempre as mesmas. Donde se deve concluir:

então, se a máquina grande for fabricada em todas as suas partes conforme às proporções da menor, sendo esta válida e resistente para o uso ao qual é destinada, não posso ver porque aquela não seja também isenta dos choques que lhe possam sobrevir, sinistros e destrutivos.

Salviati vai mesmo um pouco além: poderíamos até sustentar o contrário da proposição divulgada, isto é, que

muitas máquinas poderão ser feitas mais perfeitas em grande do que em pequeno; como, por exemplo, se fará um relógio que mostre e bata as horas, mais exato de uma tal grandeza do que de uma outra menor.

Uma alternativa para salvar a proposição do vulgo seria recorrer ao que poderíamos denominar o esquema platônico-aristotélico. Quer dizer, referir a menor resistência das grandes máquinas à imperfeição da matéria. Esta introduziria alterações e imperfeições que, por definição, estão ausentes das puras e abstratas demonstrações geométricas. Mas Salviati não o julga bastante.

É só agora que vai aparecer o ponto de vista próprio a Galileu, que retoma a proposição do vulgo contra as críticas dos sábios e inteligentes, mas integrando-a num saber de caráter geométrico:

abstraindo todas as imperfeições da matéria e supondo-a perfeitíssima e inalterável e isenta de toda mutação accidental, com tudo isto, o só ser material faz com que a máquina maior, fabricada com a mesma matéria e com as mesmas proporções que a menor, em todas as outras condições corresponderá com simetria exata à menor, exceto na robustez e resistência contra as incursões violentas; e quanto maior, tanto, em proporção, será mais frágil. E porque eu suponho que a matéria é inalterável, isto é, sempre a mesma, é manifesto que dela, como de afecção eterna e necessária, se podem produzir demonstrações não menos que das outras pura e simplesmente matemáticas.

Concluamos. Galileu, sem dúvida, tem em conta a experiência dos artesãos face ao saber dos teóricos (*muitos outros que na mecânica*

fizeram estudo). Mas não basta a experiência nua. Esta deve ser integrada num saber e num saber geométrico. É só então que passa a ter plena validade. Como experiência nua, ela é ambígua e seria possível sustentar, a partir dela, seja uma tese, seja o seu contrário. Digamos que a experiência fornece uma constatação, mas que esta não é estabilizada e tornada inabalável senão pela teoria. No fundo, Galileu parece ainda trabalhar com a distinção aristotélica entre o saber *que é assim* e *saber porque é assim*, constituindo este último a ciência propriamente dita, isto é, para retomar seus próprios termos, a demonstração de afecções eternas e necessárias.

Referências bibliográficas

Sobre o tema, em geral, há um excelente artigo de G. Lebrun, “O poder da ciência”, em *Ensaio de Opinião*, 5, Rio, Ed. Inúbia, 1977, pp. 44-50. Para a posição de Stillman Drake, ver “Galileo's New Science of Motion” em M. L. Righini Bonelli e W. R. Shea, *Reason, Experiment and Mysticism in the Scientific Revolution*, N. York, Science History Publ., 1975, pp. 131-156 acompanhado das observações de A. C. Crombie, “The Sources of Galileo's Early Natural Philosophy”, na mesma obra, pp. 157-175. A posição de A. Koyré perpassa praticamente todos seus trabalhos referentes ao séc. XVII e especialmente a Galileu. Veja-se, a título de exemplo, o final de “Galileu e a revolução científica do século XVII”, incluído nos *Estudos de história do pensamento científico*, Rio, Forense, 1982, pp. 193-195. Referimo-nos ao livro de M. Clavelin, *La philosophie naturelle de Galilée*, Paris, A. Colin, 1968, pp. 389-459 e ao livro de P. Rossi, *Los filósofos y las máquinas, 1400-1700*, Barcelona, Labor, pp. 109-113. Para a distinção entre saber *que* e *porque* em Aristóteles, ver, por exemplo, *II Analíticos*, I, 13. Utilizamos o texto dos *Discursos* publicado nas *Opere*, Ed. Nazionale, Florença, G. Barbéra, 1929-39, 2ª ed.,

Vol. VIII, pp. 49-51, cuja tradução de nossa autoria, anteriormente publicada na revista *Trans/Form/Ação* 3 (1980), pp. 143-145, transcrevemos em seguida. Este pequeno trabalho já estava pronto quando tomamos conhecimento da tradução integral dos *Discursos* feita por L. e P. R. Mariconda, *Duas novas ciências*, São Paulo, Ched e Nova Stella, 1985.

ANEXO

Discursos - Trecho de abertura da primeira jornada

Salviati. Amplo campo para filosofar parece-me que ofereça aos intelectos especulativos a freqüente prática do vosso famoso arsenal, Senhores venezianos, e em particular naquela parte que se denomina mecânica; visto que ali é continuamente empregada toda sorte de instrumento e de máquina por grande número de artífices, entre os quais, tanto pelas observações feitas pelos seus antecessores como pelas que por seu próprio juízo vão continuamente fazendo por si mesmos, é forçoso que haja ali peritíssimos e de sutilíssimo discurso.

Sagredo: Em nada se engana V.S., e eu, como curioso por natureza, freqüente para meu lazer a visita deste lugar e a prática destes que nós, por certa preeminência que têm sobre o resto do conjunto dos melhores mestres, denominamos chefes, cujo trato me ajudou muitas vezes na investigação da razão de efeitos não só maravilhosos, mas ainda recônditos e quase impensáveis. É verdade que às vezes também me deixou confuso e desesperado de poder compreender como pode resultar aquilo que, distante de qualquer concepção minha, os sentidos me demonstram ser verdadeiro. E, no entanto, aquilo que faz pouco nos dizia aquele bom velho é um provérbio e uma proposição assaz bem divulgada; contudo eu a reputava de todo vã, como muitas outras que estão

na boca dos pouco inteligentes, introduzidas por eles, creio, para mostrar saber dizer alguma coisa a respeito daquilo de que não são capazes.

Salviati: V.S. quer talvez referir-se àquele último pronunciamento que ele proferiu quando procurávamos entender por qual razão faziam tanto maior aparelho de escoras, armaduras e outras defesas e fortificações em torno daquela grande galeaça que devia ser lançada ao mar, quanto não se faz em torno de navios menores; ocasião em que ele respondeu que isto se faz para evitar o perigo de despedaçar-se esmagada pelo grandíssimo peso da sua vasta mole, inconveniente ao qual não estão sujeitos os barcos menores?

Sagredo: A isto me refiro e sobretudo à última conclusão que ele acrescenta, a qual eu sempre julguei vã concepção do vulgo; isto é, que nestas e outras máquinas semelhantes não se pode argumentar das pequenas para as grandes, porque muitas invenções de máquinas dão certo em pequeno e depois, em grande, não subsistem. Mas, sendo que todas as razões da mecânica têm os seus fundamentos na geometria, na qual não vejo que a grandeza ou a pequenez torne os círculos, os triângulos, os cilindros, os cones e quaisquer outras figuras sólidas sujeitas, estas a certas propriedades, e aquelas a outras, então se a máquina grande for fabricada em todas as suas partes conforme às proporções da menor, sendo esta válida e resistente para o uso ao qual é destinada, não posso ver porque aquela não seja também isenta dos choques que lhe possam sobrevir, sinistros e destrutivos.

Salviati. A sentença do vulgo é absolutamente vã; é de tal modo vã que o seu contrário poderá ser proferido com idêntica verdade, dizendo que muitas máquinas poderão ser feitas mais perfeitas em grande do que em pequeno. Como, por exemplo, se fará um relógio que mostre e bata as horas, mais exato de uma tal grandeza do que de uma outra menor. Com melhor fundamento sustentam aquela mesma sentença ou-

tros mais inteligentes, os quais reportam a causa do sucesso de tais máquinas grandes, não de acordo ao que se recolhe das puras e abstratas demonstrações geométricas, mas à imperfeição da matéria que está sujeita a muitas alterações e imperfeições. Mas aqui não sei se poderei, sem tropeçar em alguma nota de arrogância, dizer que nem mesmo o recorrer às imperfeições da matéria, capazes de contaminar as puríssimas demonstrações matemáticas, basta para escusar a desobediência das máquinas em concreto às mesmas abstratas e ideais. Todavia eu o direi, afirmando que, abstraindo todas as imperfeições da matéria e supondo-a perfeitíssima e inalterável e isenta de toda mutação accidental, com tudo isso, o só ser material faz com que a máquina maior, fabricada com a mesma matéria e com as mesmas proporções que a menor, em todas as outras condições corresponderá com simetria exata à menor, exceto na robustez e resistência contra as incursões violentas; e quanto maior, tanto, em proporção, será mais frágil. E porque eu supponho que a matéria é inalterável, isto é, sempre a mesma, é manifesto que dela, como de afecção eterna e necessária, se podem produzir demonstrações não menos que das outras pura e simplesmente matemáticas. Por isso, senhor Sagredo, revogue a opinião que tinha, e isto com muitos outros que na mecânica fizeram estudo, de que as máquinas e as construções compostas com as mesmas matérias, com exata observância das mesmas proporções entre as suas partes, devem ser igualmente ou, para dizer melhor, proporcionalmente aptas a resistir e a ceder às incursões e violências externas; porque se pode demonstrar geometricamente que sempre as maiores são em proporção menos resistentes que as menores. De tal modo que, enfim, não só de todas as máquinas e construções artificiais, mas também das naturais, há um limite necessariamente prescrito além do qual nem a arte nem a natureza pode ir. Digo “ir além”, conservando sempre as mesmas proporções e com idêntica matéria.

7. Sobre uma Frase de Galileu

As questões filosóficas não pairam no ar; ainda que desponham quando o discurso cotidiano entra em férias, comportam uma referência para o mundo a demandar uma análise. Quando a filosofia perde o pé, sempre ressurgem um velho mote: voltar à própria coisa. Nada nos parece mais salutar do que esse preceito, precisamente neste momento da História da Filosofia que se caracteriza pela preponderância do comentário, que se exaure no comentário do comentário (Giannotti 1980, p. 48).

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intendere la lingua, e conoscer i caratteri ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.¹

¹Esta célebre frase não é um *obiter dictum*. Ela se encontra de forma equivalente em pelo menos dois outros textos: a) *Cartas sobre as manchas solares*, terceira carta, em: Drake 1957, 126-7; Koestler 1961, 299; b) *Carta a Fortunio Liceti* (janeiro de 1641), in *Opere* 18, 295; ver também *Opere* 4, 248, cit. em Crombie 1978, 211. Quanto a *O ensaiador*, nossa tradução é uma revisão da tradução da Abril (Coleção *Os Pensadores*, 1973, v. XII): existe também uma outra tradução para o português de alguns trechos, incluindo os aqui citados (Banfi 1981).

Essa parece ser a frase mais conhecida e citada de Galileu (*Il Saggiatore*, in *Opere*, vol. 6 parágrafo 6, 232), cuja tradução é:

A filosofia está escrita neste grandíssimo livro que aí está aberto continuamente diante dos olhos (digo, o universo), mas não se pode entendê-lo se primeiro não se aprende a entender a língua e conhecer os caracteres nos quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, e os caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, meios sem os quais é humanamente impossível entender-lhe sequer uma palavra; sem estes trata-se de um inútil vaguear por um obscuro labirinto.

O contexto em que essa frase é trazida à baila é, em geral, o do novo projeto de ciência da Natureza que teria sido proposto por Galileu. É assim que ela é evocada, por exemplo, por Granger, no pequeno precioso livro *A razão* (1968, 68). No entanto, nunca ou quase nunca se alude ao contexto da frase no próprio texto de *O ensaiador*. Para pô-lo em relevo, basta recorrermos às duas frases que a precedem:

Parece-me também perceber em Sarsi sólida crença de que, para filosofar, seja necessário apoiar-se nas opiniões de algum célebre autor, de tal forma que a nossa mente, quando não casasse com o discurso de outro, tivesse de permanecer estéril e infecunda. Talvez considere a filosofia como um livro e fantasia de um homem, como a *Iliada* ou *Orlando Furioso*, livros em que a coisa menos importante é a verdade daquilo que apresentam escrito. Sr. Sarsi, a coisa não é assim. A filosofia está escrita...

Estas duas frases que introduzem a célebre afirmação de Galileu, parece a nós, contêm duas indicações relevantes: por um lado, Galileu opõe-se ao argumento de autoridade e ao seu corolário, o comentário;

por outro lado, firma sua postura realista. Rompe, pois, quanto ao primeiro aspecto, com toda uma atitude que, no século XII, tinha sido resumida por Bernardo de Chartres (Salisbury, *Metalogicon* III, 4, ML 199, col. 900 A-C, in Bochner 1970, 333), na seguinte frase:

Somos comparáveis a anões montados nos ombros de gigantes, o que nos possibilita ver mais coisas que os antigos e mais longínquas; não pela acuidade de nossa própria vista nem pela nossa grande estatura corporal, mas porque nos levantam e nos exaltam àquelas alturas pela sua grandeza gigantesca.

No século XVII, vê-se melhor, não porque se apóiam nos antigos – Galileu usa de uma metáfora ainda mais forte: porque nossa mente se case com a deles² – mas porque lê-se diretamente o livro da natureza. É claro, não se deve exagerar – Galileu não dispensa o “sobrehumano Arquimedes”.

A filosofia não é também “um livro e [uma] fantasia de um homem”. Quer dizer, não é uma obra de ficção ou “uma fábula, produzida e representada, que figura mundos fictícios e teatrais”, para retomar a expressão de F. Bacon (*Novo organon*, aforismos, XLIV, 28-9). No trecho citado das *Cartas sobre as manchas solares* (ver nota 1) Galileu recorre à comparação com esses caprichosos pintores maneiristas que compunham rostos humanos com instrumentos agrícolas, frutos e flores. Nessa última passagem, bem como na carta a Liceti (citada em nota), Galileu está polemizando contra os aristotélicos que pretendiam,

²Ver, também, mais abaixo no parágrafo 6: “que nosso intelecto deva tornar-se escravo do intelecto de outro homem (deixo a ele, transformando todos nós em copiadores, louvar em si mesmo aquilo que reprova no Sr. Mário) e que nas contemplosões dos movimentos celestes se deve aderir a algum”.

Essas metáforas de Galileu nos recordam as metáforas da água e da hera, respectivamente de F. Bacon e de Descartes. cf. Gilson 1967, 70 e 463.

segundo ele, reduzir a filosofia a simples coleta e arranjo de textos do Estagirita, que proveria solução para todo e qualquer problema. De maneira mais precisa, talvez haja aqui uma pontada contra certos aristotélicos de Pádua, que se dedicavam à exegese dos textos de Aristóteles, independentemente de seu valor de verdade. Essa atitude retomava a postura de Siger de Brabante no século XIII. Sabe-se como Tomás de Aquino se opôs a Siger; e a atitude de Galileu se aproxima da de Tomás de Aquino: a filosofia não visa conhecer as opiniões dos homens, ainda que sejam as do Filósofo (Aristóteles), mas visa a verdade das coisas³.

Michel Foucault (1966, 60-4), certamente, expressa de maneira correta o que se passaria na cabeça de Galileu ao sugerir, a propósito de Dom Quixote, que o livro conta a história mas não diz a ciência.

A ciência não está nos livros e sim nas coisas. No entanto, Galileu exprime esse contraste através da metáfora tradicional do livro e mesmo dos dois livros, o da Escritura e o da Natureza. Esta se encontra nos Padres da Igreja e nos Doutores medievais (Galilei, *Carta à senhora Cristina*, 95-6).⁴ Apesar do uso da velha metáfora, Galileu parece romper com o contexto habitual desta. De fato, para os Padres e os Doutores medievais, todos podem ler o livro da Natureza, mesmo o ignorante; a leitura do livro da Escritura, ao contrário, supõe alguma instrução para ser lido. Ora, para ler o livro da Natureza, segundo Galileu, é preciso aprender-lhe o alfabeto, isto é, a Geometria. Galileu

³Sobre Siger e o averroísmo paduano, ver Gilson 1962, 561 ss e 687 ss. Para a postura de T. de Aquino, *Comentário ao Tratado do Céu*, I, lição 22; *Suma de Teologia*, 1ª parte, questão 1ª, artigo 8º, resposta à 2ª objeção; 1ª parte, questão 107ª, artigo 2º.

⁴Para mais ampla informação sobre o livro como metáfora, ver Curtius 1975, v. 1, cap. XVI ('El libro como símbolo'), especialmente o parágrafo 7 ('El libro de la naturaleza'). Existe uma tradução brasileira da obra de Curtius, publicada pelo INL.

parece, portanto, pensar num conhecimento especializado, e os Padres e Doutores medievais, numa contemplação mais ou menos espontânea. Talvez Galileu esteja explicitando no parágrafo 6º de *O ensaiador* o que dissera na carta a Cristina de Lorena, (*Carta*, 103), onde apresentava a Escritura como adaptada ao vulgo e a Natureza como “aquela que em nada se preocupa se suas recônditas razões e modos de operar estão ou não ao alcance da capacidade dos homens”.

Há então que saber como podemos justificar essas “recônditas razões e modos de operar”. Talvez não sejam tão recônditas assim. Poder-se-ia dizer que Galileu oferece, neste sentido, indicações suficientes numa outra passagem bastante famosa de *O ensaiador* – o parágrafo 48 – na qual ele estabelece o que virá a ser conhecido como a distinção entre qualidades primárias e secundárias.⁵

O problema é colocado a propósito do calor. Galileu começa por enunciar o que está implicado necessariamente na noção de corpo. Uma matéria ou substância corpórea tem necessariamente de ser concebida “como limitada e dotada desta ou daquela figura, grande ou pequena em relação a outras, colocada naquele ou neste lugar, naquele ou neste tempo, em movimento ou parada, em contato ou não com outro corpo, como sendo única ou poucas ou muitas”. Não se pode “imaginá-la de forma alguma separada destas condições; porém, que ela deva ser branca ou vermelha, amarga ou doce, sonora ou muda, perfumada ou não”, nada nos obriga a considerá-la como possuidora necessariamente dessas características. “Pelo contrário, se não possuíssemos os sentidos para nos ajudar, o raciocínio e a imaginação sozinhos talvez nunca chegariam a atingi-las”.

⁵Essa distinção virá a se tornar bem comum do empirismo e do racionalismo. Cf. Locke, J., *Essay*, II, 8, nº 9-10; Descartes, *Principia philosophiae*, 1ª parte, nº 69.

Galileu pode, então, concluir:

Assim, eu considero que estes cheiros, sabores, cores, etc., em relação ao sujeito onde nos parecem residir, não são outra coisa que puros nomes, mas residem em vez no corpo sensitivo, de tal modo que, se tirarmos o animal, todas estas qualidades desaparecem e anulam-se; havendo nós imposto a elas nomes particulares e diferentes dos outros acidentes primários e reais, é como se quiséssemos acreditar que estas qualidades sejam verdadeira e realmente diversas das outras.

Galileu acrescenta um exemplo: pode-se passar a mão sobre uma estátua ou um corpo humano; a ação da mão, considerada em relação à própria mão, é sempre a mesma, quer seja ela recebida por um corpo de mármore ou de bronze ou então animado e vivo; ela se reduz aos acidentes primários: movimento e contato. No entanto,

o corpo animado que recebe estas ações sente afecções diversas, conforme as partes que estão sendo tocadas. Por exemplo, mexendo embaixo da sola do pé, sobre os joelhos ou embaixo das axilas, sente, além do contato comum, uma outra afecção, à qual pusemos o nome particular de cócega, a qual é inteiramente nossa e não da mão em absoluto; e parece-me que seria um grande erro afirmar que a mão, além do movimento e do contato, possa possuir outra faculdade diversa destas, isto é, fazer cócega, como se a cócega fosse um acidente que residisse na mão. Um pedaço de papel ou uma pena, esfregado levemente sobre qualquer parte do nosso corpo, no que lhe respeita, faz a mesma operação, isto é, movimento e contato; porém, em nós mesmos, se o contato se verifica entre os olhos, nas narinas, excita uma cócega quase intolerável, enquanto nas outras partes do corpo quase não se sente. Esta cócega está contida em nosso corpo e não na pena e removendo o corpo animado e sensível, ela não é outra coisa que puro nome. Agora, de semelhante e não maior existência acredito que possa haver muitas outras qualida-

des que são atribuídas a corpos naturais, como sabores, cheiros, cores e outras.

Galileu acrescenta:

Mas, que nos corpos externos, para excitar em nós os sabores, os cheiros e os sons seja necesssário mais que grandezas, figuras e multiplicidade e movimentos vagarosos ou rápidos, eu não acredito; acho que, tirando os ouvidos, as línguas e os narizes, permanecem os números, as figuras e os movimentos, mas não os cheiros, nem os sabores, nem os sons que, fora do animal vivente, acredito que sejam nomes, como nada mais é que nome a cócega, tiradas as axilas e a pele ao redor do nariz.

Portanto,

muitas afecções que são reputadas qualidades ínsitas nos objetos externos não possuem verdadeiramente outra existência a não ser em nós, não sendo outra coisa senão nomes fora de nós.

Tal postura vai, em seguida, ser aplicada ao fogo:

Afirmo que sou levado a acreditar que o calor seja deste tipo e que aquelas matérias que produzem e fazem perceber o quente em nós, matérias que nós chamamos com o nome geral de fogo, sejam uma multidão de pequeníssimos corpos, com determinadas figuras, movimentados com determinada velocidade(...). Mas, que exista, além de figura, número, movimento, penetração e junção, outra qualidade no fogo e que esta qualidade seja o quente eu não acredito; considero que o quente seja uma característica tão nossa que, deixando de lado o corpo animal e sensitivo, o calor torna-se simplesmente um vocábulo.

Parece-nos que esse parágrafo 48 de *O ensaiador* contém uma ontologia que sustenta a tese, digamos, epistemológica do parágrafo 6°. Galileu trabalha com as categorias tradicionais da substância e dos

acidentes. Entre estes distingue os “primários e reais” e as “afecções que são reputadas qualidades ínsitas nos objetos externos, [mas] não possuem verdadeiramente outra existência a não ser em nós, não sendo outra coisa senão nomes fora de nós”.

Os “acidentes primários e reais” são de ordem quantitativa e retomam a lista dos sensíveis comuns da tradição aristotélica:⁶ figura, grandeza, posição no espaço e no tempo, movimento (lento ou veloz) ou repouso, contato ou não, número. Quer dizer, o mundo estaria estruturado geometricamente. É de se notar, pois, que Galileu renuncia a todo conhecimento referente à essência. Isso é constante em suas obras, das *Cartas sobre as manchas solares* aos *Discursos*. O que é acessível ao conhecimento científico são os acidentes, as propriedades ou os sintomas.⁷ Estes, à medida que nos revelam o real, são os “acidentes primários”, isto é, o que pode ser tratado geometricamente.

⁶Aristóteles caracteriza e enumera os sensíveis comuns em duas passagens do *Tratado da alma* (II, 6, 418, a 16; III, 1, 425, a 15-17) e numa do *Tratado sobre o sentido e o sensível* (1, 437, a 4-16). A lista é praticamente uniforme e inclui os elementos: movimento, repouso, número figura e grandeza. A lista de Galileu inova pelo acréscimo da posição espaço-temporal, pela menção da velocidade do movimento e pelo contato ou não com outros corpos. No entanto, Rogério Bacon fornece uma lista de vinte sensíveis comuns que inclui vários elementos referentes à posição espacial (cf. *Opus majus*, Pars quinta, p. 6).

Note-se que Aristóteles aceita a possibilidade de engano dos sentidos justamente em relação aos sensíveis comuns, ao passo que eles seriam infalíveis em relação aos sensíveis próprios (cor, som, gosto, odor, quente, frio, duro, mole). Estes últimos se tornam as qualidades subjetivas para Galileu. Nesse ponto ele se aproxima da teoria desenvolvida por Demócrito segundo o testemunho de Teofrasto (*De sensu*, 61-9; cf. Mondolfo, 1959, v.1, 113-5).

Galileu cita Demócrito, a outro propósito, no *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua o che in quella si muovono*, e alude à distinção entre sensível próprio e comum na discussão com La Galla (cf. Crombie 1978, 212-16, especialmente o texto citado às pp. 215 e 216). Nessa última passagem, Galileu contesta que os sentidos errem por se tratar de um sensível comum.

⁷*Cartas sobre as manchas solares*, terceira carta, in *Opere*, v. 5, 187-8, cit. em Crombie, 1978, 221-2, trad. inglesa por S. Drake, 1957, 123-4; *Diálogo*, 2ª. jornada, trad. inglesa

Se nos for permitido tirar alguma conclusão, diríamos que os parágrafos 6º e 48 de *O ensaiador* nos permitem aquilatar melhor alguns aspectos da chamada revolução galileana. Sem dúvida, Galileu rompe com o argumento de autoridade e seu corolário, o comentário; rompe também com uma física das qualidades, isto é, das qualidades secundárias, que para ele são destituídas de valor ontológico e se reduzem a puros nomes fora do sujeito percipiente. Valoriza a utilização da Geometria na ciência da natureza muito mais do que a tradição aristotélica o tinha feito.⁸

Mantém-se, no entanto, dentro da perspectiva realista, pois a estrutura do universo é dada objetivamente e cabe ao homem apenas desvendar partes dessa estrutura. Esse desvendamento se faz através de demonstrações necessárias cujo protótipo é justamente a Geometria. Enfim, trabalha com uma ontologia cujas categorias básicas são tradicionais (substância/acidentes) e, se renuncia ao conhecimento das essências, tal renúncia não deveria escandalizar muito, pois que pelo menos alguns dos próprios escolásticos⁹ admitiam que no domínio

por S. Drake, p. 228. A terminologia “acidentes”, “propriedades”, “sintomas” provém dos *Discursos* (Cf. , p. ex. , *Opere*, v. 8, 197 e 268; trad. de nossa autoria em *Trans/Form/Ação* 3: 143-7, 1980.

⁸Aristóteles conhecia certas disciplinas como a astronomia, a ótica e a acústica, em que os princípios matemáticos eram aplicados ao estudo de realidades físicas. Esses casos que representavam para ele antes uma dificuldade (pois parecia haver aí uma “passagem a outro gênero”) receberam um tratamento bastante desenvolvido nos seus comentadores. Notadamente, Tomás de Aquino desenvolveu um estudo sistemático do que ele denominou as “ciências intermediárias”, isto é, que não são nem puramente físicas nem puramente matemáticas. Ver a respeito: Gagné 1969, 975-86 e Nascimento 1974.

⁹Veja-se a esse propósito, por exemplo, o seguinte texto de Tomás de Aquino: “Nas coisas sensíveis, com efeito, também as próprias diferenças essenciais nos são desconhecidas e, por isso, nos são significadas pelas diferenças acidentais que se originam das essenciais, como a causa é significada pelo seu efeito, como, por exem-

das ciências naturais só dispomos praticamente de descrições, isto é, de caracterizações das substâncias através de seus acidentes próprios.

Referências bibliográficas

1. AQUINO, Tomás de. *Le De ente et essentia de S. Thomas d'Aquin* (M.D. Roland-Gosselin, ed.) Paris, Vrin, 1948.
2. _____. *O ente e a essência*. Trad. de D. Odilão de Moura OSB, Rio de Janeiro, Presença, 1981.
3. BACON, F. *Novo Organon*. São Paulo, Abril Cultural, 1973 (Os Pensadores, XIII).
4. BANFI, A. *Galileo*. Lisboa, Ed. 70, 1981.
5. CROMBIE, A.C. "Le proprietà primarie e le qualità secondarie nella filosofia naturale di Galileo". In *Galileo*. Milano, ISEDI, 1978.
6. CURTIUS, E.R. *Literatura europea y edad media latina*. Mexico, FCE, 1975.
7. DRAKE, S. *Discoveries and opinions of Galileo*. New York, Doubleday, 1957.
8. FOUCAULT, Michel. *Les mots et les choses*. Paris, Gallimard, 1966.
9. GALILEI, Galileo. *Le opere di Galileo Galilei*. Edizione Nazionale, Firenze, G. Barbéra, 1929-1939.
10. _____. "Carta a Fortunio Liceti" (janeiro de 1641). In *Opere*, v. 18.
11. _____. "Carta à senhora Cristina de Lorena, Grã-duquesa da Toscana". *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, (5): 91-123, 1983.
12. _____. "Cartas sobre as manchas solares". In *Opere*, v. 5.

plo, bípede se põe como diferença do homem" (Aquino, *O ente e a essência*, cap. 6, nº 67, p. 85). Ver também os textos citados por Roland-Gosselin em sua edição do *De ente et essentia*, p. 40, n. 2.

13. _____ *Dialogue concerning the two chief world systems - Ptolomaic and Copernican*. Trad. S. Drake. Berkeley, University of California, 1967.
14. _____ "Il Saggiatore" (O ensaiador). In *Opere*, v. 6.
15. GAGNÉ, J. "Du quadrivium aux scientiae mediae". In *Arts libéraux et philosophie au moyen âge* (Actes du IV^e. congrès international de philosophie médiévale). Montreal, IEM, 1969.
16. GIANNOTTI, J.A "Filosofia para todos". *Cadernos PUC 1* (Filosofia). São Paulo, EDUC, Cortez, 1980, pp. 45-51.
17. GILSON, E. *La philosophie au moyen âge*, Paris, Payot, 1962.
18. _____ *Discours de la méthode* (texte et commentaire). Paris, Vrin, 1967.
19. GRANGER, G.G. *A razão*. São Paulo, Difel, 1968.
20. KOESTLER, A. *Os sonâmbulos*. São Paulo, Ibrasa, 1961.
21. MONDOLFO, R. *El pensamiento antiguo*. Buenos Aires, Losada, 1959.
22. NASCIMENTO, C.A.R. do. "Le statut épistémologique des sciences intermédiaires selon S. Thomas d'Aquin". *Cahiers d'Études Médiévales 2* (La science de la nature: théories et pratiques). Montreal, Bellarmin, 1974, pp. 33-95.
23. SALISBURY, João de. "Metalogicon" In BOEHNER, Ph. *História da filosofia cristã*. Petrópolis, Vozes, 1970.

8. Revisitando “Três Tradições Explicativas na Lei da Queda dos Corpos”

Em 1983 publicamos um pequeno artigo sob o título acima. Neste propúnhamos, em síntese, que Galileu, na passagem introdutória ao estudo do movimento uniformemente acelerado nos *Discorsi* (Galilei, 1929/39, v. 8, p. 197-8; Mariconda, L. & P. R., 1988, p. 159-161; Nascimento, 1980, p. 145-6), bem como na passagem que precede imediatamente o relato da experiência com o plano inclinado (Galilei, 1929/39, v. 8, p. 212; Mariconda, 1988, p. 174-5), combina três posturas científico-metodológicas não perfeitamente coincidentes. Procurávamos, com efeito, mostrar que nestes passos dos *Discorsi* Galileu, para justificar a seus próprios olhos e aos de seus pares seu estudo do movimento uniformemente acelerado, recorria sucessivamente: ao raciocínio *ex hypothesi* da tradição astronômica interpretado de maneira realista; à dedução a partir de princípios auto-evidentes na esteira da tradição aristotélico-euclidiana; à tradição das chamadas ciências intermediárias entre a matemática e a física. De fato, Galileu supõe primeiro que “a definição que daremos de nosso movimento acelerado venha a concordar com a *essência* dos movimentos naturalmente acelerados... baseados principalmente na seguinte razão: que as

propriedades sucessivamente demonstradas por nós aparecem como correspondentes ao que os experimentos naturais apresentam aos sentidos e congruentes com isto” (grifo nosso). Galileu supõe, pois, que a correspondência e congruência das propriedades demonstradas a partir da definição com o que os experimentos naturais apresentam aos sentidos confirmam retrodutivamente a própria definição formulada hipoteticamente (*ex suppositione*). Dizendo em outros termos: transporta-a do reino dos possíveis (geometria pura) para o reino da Natureza (física).

Em sua segunda consideração Galileu, tendo em conta o princípio de economia como uma lei ontológica (“a Natureza em todas as suas obras... usa dos meios mais próximos, mais simples e mais fáceis”), supõe que os acréscimos sucessivos de velocidade (aceleração) no movimento de queda livre se dêem “pela razão mais simples e mais óbvia a todos”, quer dizer, em função das porções iguais de tempo decorrido. Assim sendo, a definição do movimento uniformemente acelerado como sendo “aquele que, partindo do repouso, acrescenta a si, durante tempos iguais, momentos iguais de celeridade” é dita não parecer “de modo nenhum dissonante da reta razão” e ser mesmo a “mais simples e mais óbvia a todos”. Dela, como auto-evidente, podemos então deduzir toda uma série de teoremas ou de proposições mediatas como a geometria grega tinha praticado largamente e como Aristóteles teorizara de modo mais amplo nos *Segundos Analíticos*.

Enfim, em sua terceira consideração, Galileu apresenta a definição técnica das ciências intermediárias (“ciências que aplicam às conclusões naturais as demonstrações matemáticas”) e enumera as mais conhecidas: ótica, astronomia, mecânica, acústica, etc. Aqui o procedimento padrão consiste em “confirmar com experiências sensíveis

os... princípios que são os fundamentos de toda a estrutura subsequente”. Quer dizer, trata-se ainda de um procedimento dedutivo, mas os “princípios” da dedução não são tomados como auto-evidentes e devem ser confirmados através de “experiências sensíveis”.

Posteriormente à redação do artigo, que acabamos de resumir em seus aspectos principais, tomamos conhecimento da comunicação do professor Maurice Clavelin ao 1º Colóquio de História da Ciência do Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência da Universidade Estadual de Campinas, realizado em 26 e 27/03/85 (Clavelin, 1986). O professor Clavelin teve mesmo a disponibilidade de comentar (em carta pessoal) o texto do artigo em questão. Sua grande objeção à análise proposta do primeiro passo galileano (aquele que parece aludir ao raciocínio *ex hypothesi* da astronomia antiga e medieval) é justamente a identificação por nós suposta. Lembra ele: Galileu sabia perfeitamente que não se pode afirmar a verdade do antecedente a partir da afirmação da verdade do conseqüente. Assim fazer seria incorrer na conhecida *fallacia consequentis*. “Para poder afirmar a verdade do antecedente, é preciso algo muito mais forte: ter mostrado não somente que, sendo posto o antecedente, segue-se o conseqüente, mas que *o conseqüente reconduz necessariamente ao antecedente*. Ora, a colocação em evidência desta relação tem um nome na filosofia natural tradicional: é a *demonstratio quia*” (*ibid.*, 1986). Dito em outros termos: Galileu teria recorrido à *demonstratio quia* da tradição escolástica que ele conhecera por intermédio dos jesuítas do Collegio Romano (*ibid.*, 1986, p. 40-1). Na demonstração *quia* “começa-se raciocinando *ex suppositione*, ou seja, postulando o princípio ou os princípios capazes de dar conta dos efeitos; será então a colocação em evidência de uma conexão necessária entre os princípios (ou causas) e os efeitos (e aqui

será desempenhado o papel da experiência) que permitirá transformar as suposições iniciais em verdades” (*ibid.*, 1986, p. 41). Pode-se dizer que Galileu utiliza o esquema do modo *ponendo ponens*, de tal modo que, posto o efeito p , então devemos pôr também a conexão necessária entre p e sua causa q , de tal modo que $p \Rightarrow q$ e devemos finalmente pôr a causa q (*ibid.*, 1986, p. 41). É por esta razão que Galileu pode, no primeiro de seus esquemas de apresentação da definição do movimento uniformemente acelerado, passar do efeito à causa sem incorrer na *fallacia consequentis*.

É certo que as observações do professor Clavelin, explorando as descobertas de Crombie e Carugo (1983), são esclarecedoras e permitem compreender o que à primeira vista pareceria uma, um tanto estranha, ruptura de Galileu com a tradicional interpretação convencionalista das “hypotheses” astronômicas. Gostariamos mesmo de relembrar um velho esquema científico-metodológico do século XIII em que as três formas de apresentação usadas por Galileu em relação ao movimento uniformemente acelerado encontram-se associadas. Trata-se do *Tratado sobre a multiplicação das espécies* de Rógerio Bacon, que pode ser caracterizado como um tratado geral sobre as radiações (Nascimento, 1981). A segunda parte deste tratado associa três procedimentos que permitem estabelecer uma conclusão. Talvez Bacon considerasse este triplice procedimento o esquema ideal de demonstração, justamente por combinar a demonstração mais rigorosa da geometria e a experiência mais exata com instrumentos. Apresenta ele sinteticamente tal procedimento em três etapas da seguinte maneira:

Em seguida devemos considerar em segundo lugar que toda reflexão se dá a ângulos iguais, no que concordam Ptolomeu na Ótica, isto é, Tratado das Aparências, Alhazen na Pers-

pectiva e Jacó Alkindi no Tratado das Aparências e todos os autores. Donde, o *experimento, a causa e o efeito* mostrarem isto e ensinarem a construir *instrumentos para experimentá-lo* (Bacon, 1983, 2ª parte, cap. 6, p. 136, lin. 33-37; grifo nosso).

Na seqüência, Bacon apresenta uma prova *per experimentum* ou *per experientiam* em que intervém um instrumento. Através desta prova.

Ver-se-á sensivelmente como a natureza opera de modo admirável, pois o raio incidente retornará sobre a linha contendo um ângulo igual ao ângulo de incidência e não sobre outra, se o experimentador souber se adaptar à observação atenta dos segredos da Natureza; e o raio incidente sobre a perpendicular retornará em si mesmo, como pode ser manifesto aos sentidos (*ibid.* Cap. 6. p. 138, lin. 49 - p. 140, lin. 54).

Seguem-se a esta prova demonstrações geométricas da lei de reflexão que constituem provas *per causam*: *Et ratio ad hoc est...* (*ibid.*, cap. 6, p. 140, lin. 55 - p. 144, lin. 102).

O capítulo 6 da IIª parte do *Tratado sobre a multiplicação das espécies*, que vimos acompanhando, se fecha com duas breves provas *per effectum*. O mecanismo lógico deste tipo de prova pode, no entanto, ser melhor captado através do exemplo que Bacon apresenta a propósito da refração. Se colocarmos diante do Sol um cristal esférico, encontraremos um ponto em que os raios solares se concentram e provocam a combustão de algum material facilmente inflamável aí colocado. Ora, esta combustão seria impossível se os raios do Sol não sofressem uma dupla refração: ao penetrar no cristal e ao sair dele. Temos então um fenômeno (efeito) observado: a combustão. Ora, esta não seria possível se os raios solares não se concentrassem num determinado ponto, o que só é possível (no caso em exame) através da refração dos raios solares ao passarem do ar ao cristal e, de novo, do cristal ao ar (*ibid.*, cap. 4, p. 116, lin. 169 - p. 118, lin. 192).

Bacon teria montado seu esquema demonstrativo de três etapas ou vias, combinando a experiência com aparelhos que ele encontrou na *Ótica* de Ptolomeu e de Alhazen com os dois tipos de demonstração de que Aristóteles fala nos *Segundos Analíticos*: demonstração do porquê (*propter quid*) e de quê (*quia*) (Nascimento, 1986).

Podemos agora voltar a Galileu e verificar que há um paralelismo entre suas tentativas de justificar a definição proposta de movimento uniformemente acelerado e os três procedimentos de Rogério Bacon. A primeira justificativa de Galileu, se aceitarmos a interpretação apresentada pelo professor Clavelin, corresponde à prova *per effectum* de Bacon e remete à demonstração *quia* de Aristóteles. A segunda retoma a típica prova do porquê (*propter quid*) de tipo geométrico, comum a Aristóteles, Bacon e Galileu. Aqui, a definição do movimento uniformemente acelerado ou, mais precisamente, a proposição que a atribui a este, não pode nem precisa ser provada, pois ela é auto-evidente. Só pode e deve ser explanada. A terceira justificativa de Galileu, ao introduzir a experiência com o plano inclinado, parece ser um pouco mais problemática. De fato, Galileu pretende aí confirmar o seu “primeiro e máximo fundamento, sobre o qual se apoia a imensa máquina de infinitas conclusões” (Mariconda, L. & P.R., 1988, p. 175). Isto é, Galileu pretende fundamentar sua definição do movimento uniformemente acelerado. Neste sentido, a experiência do plano inclinado exemplifica de maneira típica o que foi dito no primeiro enquadramento justificatório desta definição. De fato, a lei dos quadrados dos tempos, deduzida no Teorema II desta parte dos *Discorsi*, concorda com o que o experimento nos mostrará aos sentidos. Ora, como esta lei foi deduzida a partir da definição proposta de movimento uniformemente acelerado, a concordância entre a lei deduzida e o observado apoia retrodutivamente a definição em questão. No entanto, se isto é verdade, fica um tanto deslocado o apelo às ciências

intermediárias. De fato, as experiências que estas (sobretudo a ótica) aduzem para confirmar seus princípios seriam do tipo do argumento *per experientiam* ou *per experimentum* de Bacon, fazendo ver diretamente o modo de operar da natureza. Galileu, aliás, recorre a um experimento deste tipo para fundamentar o postulado de que “os graus de velocidade alcançados por um mesmo móvel em planos diferentemente inclinados são iguais quando as alturas desses planos também são iguais” (*ibid.*, 1988, pp. 167-169), necessário para a construção da ciência do movimento uniformemente acelerado. É claro que a experiência do plano inclinado, verificando diretamente a lei do quadrado dos tempos, fundamenta a definição do movimento uniformemente acelerado proposta. Mas, o faz indiretamente, por retrodução.

Se for permitida alguma conclusão, enfatizaríamos a importância de ler Galileu confrontando-o com as concepções de seu tempo e dos anteriores, pois é neste contexto que ele elaborou seu pensamento, ao passo que não podia ter a mínima idéia do que seria o conhecimento da Natureza nos séculos subseqüentes.

Restaria ainda estudar em detalhe como as concepções evidenciadas na tradição medieval (no presente caso a tríplice forma de justificar uma proposição apresentada) chegaram até Galileu.

Referências Bibliográficas

1. BACON. R. “De multiplicatione specierum”. In LINDBERG, D. C. *Roger Bacon's Philosophy of Nature*. Oxford: Clarendon Press, 1983.
2. CARUGO, A.; CROMBIE, A.C. “The Jesuits and Galileo's ideas of science and of nature.” *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*. Florença, v. 8, pp. 3-68, 1983.

3. CLAVELIN, M. "A revolução galileana: revolução metodológica ou teórica?" *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Campinas, v. 9, pp. 35-44, 1986.
4. GALILEI, G. "Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze". In FAVARO, A. (org.) *Le opere di Galileo Galilei*. Edizione Nazionale. 2ª ed. Florença: G. Barbera, 1929-1939. 20 v.
5. MARICONDA, L.; MARICONDA, P.R. (trans.) *Dois novas ciências, Galileu Galilei*. 2ª ed. São Paulo: Nova Stella, 1988.
6. NASCIMENTO, C.A.R. do "Quatro textos de Galileu." *Trans/Form/Ação*, Marília, v. 3, pp. 143-7, 1980.
7. _____ "Três tradições explicativas na lei da queda dos corpos." *Trans/Form/Ação*, Marília, v. 6, pp. 5-12, 1983.
8. _____ "A metodologia do *De multiplicatione specierum*." *Anais da ANPOF*, Campinas, v. 1, pp. 13-18, 1986.
9. _____ "Une théorie des opérations naturelles fondée sur l'optique: Le *De multiplicatione specierum* de Roger Bacon." *Manuscrito*, Campinas, v. 5, pp. 32-35, 1981.
10. _____ "Conhecer para dominar: Rogério Bacon." In: *Uma história da filosofia - verdade, conhecimento e poder*. Rio de Janeiro, Universta: UFRJ, 1988. v. 2, pp. 115-147. Tradução da referência 9.