



Os cometas na astronomia da “Revolução Científica”

Thomás A. S. Haddad

(thaddad@usp.br)

**Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo**

Sumário

1. Introdução
 - a. Considerações históricas genéricas
 - b. A investigação dos cometas até o séc. XVI
2. De Tycho a Halley: o problema da determinação das órbitas a partir dos dados
3. Elementos do debate sobre a matéria dos cometas
4. Polêmicas astrológicas

1. Introdução: questões históricas

- A. “Revolução Científica”: conceitos, caracterização, periodização e críticas
- B. O papel da astronomia em geral: realismo vs. instrumentalismo, teoria vs. observação, matemática vs. experiência
- C. A questão aristotélica

Introdução: a tradição sobre os cometas

- A. Tradição aristotélica: separação entre os mundos sublunar (quatro elementos, mudança) e supralunar (éter, permanência).
- B. Cometas pertencem ao primeiro, e são “emanações” na região do fogo (i.e., fenômenos meteorológicos)
- C. São *avisos* divinos ou *agentes causadores* de eventos naturais, sociais e políticos?

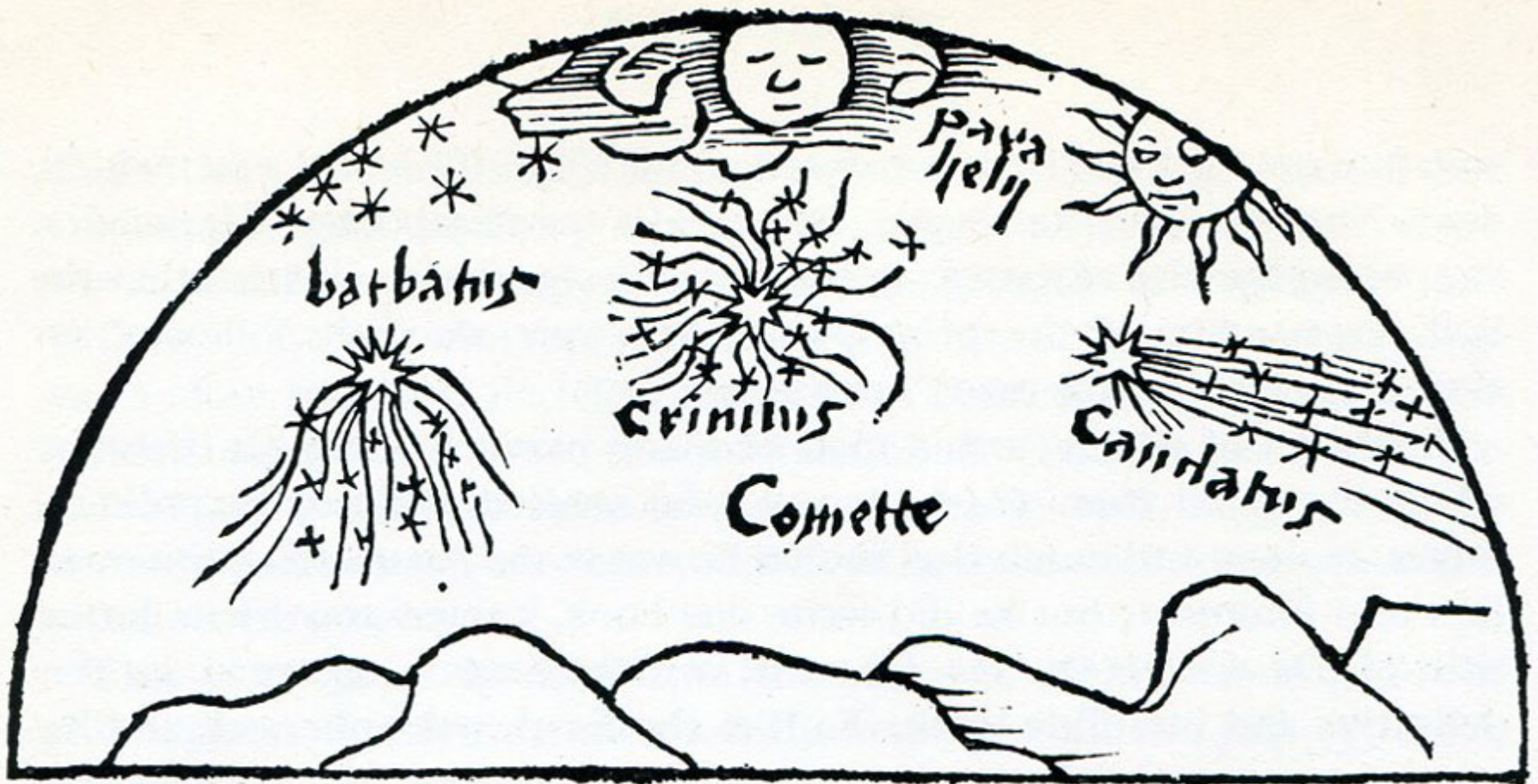
Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum.



O mundo sublunar dividido em regiões correspondentes aos quatro elementos

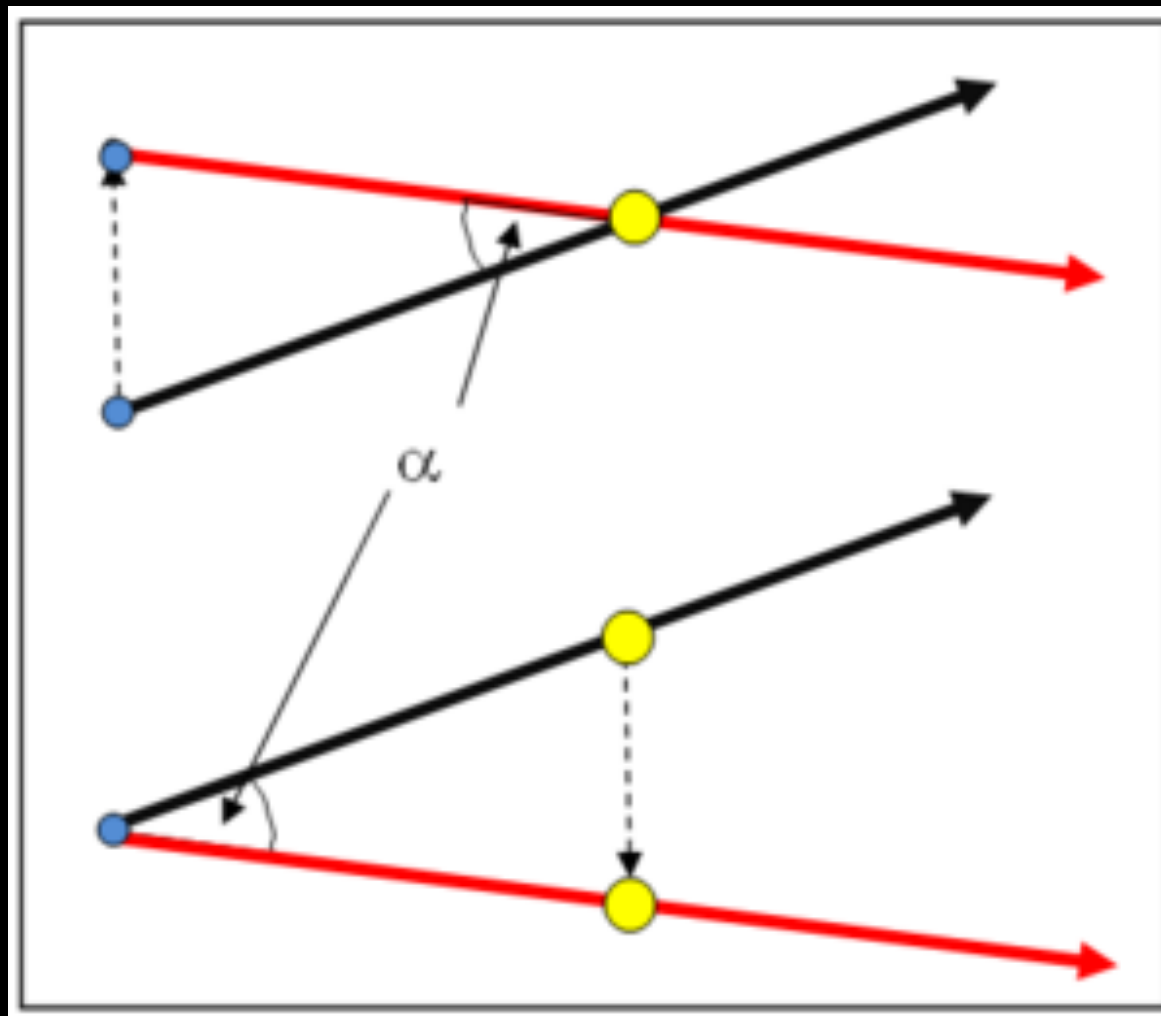
De P. Apianus, *Cosmographicus Liber*, 1533

Diferentes tipos de cometas (de uma edição de 1532 da *Meteorologia* de Aristóteles)

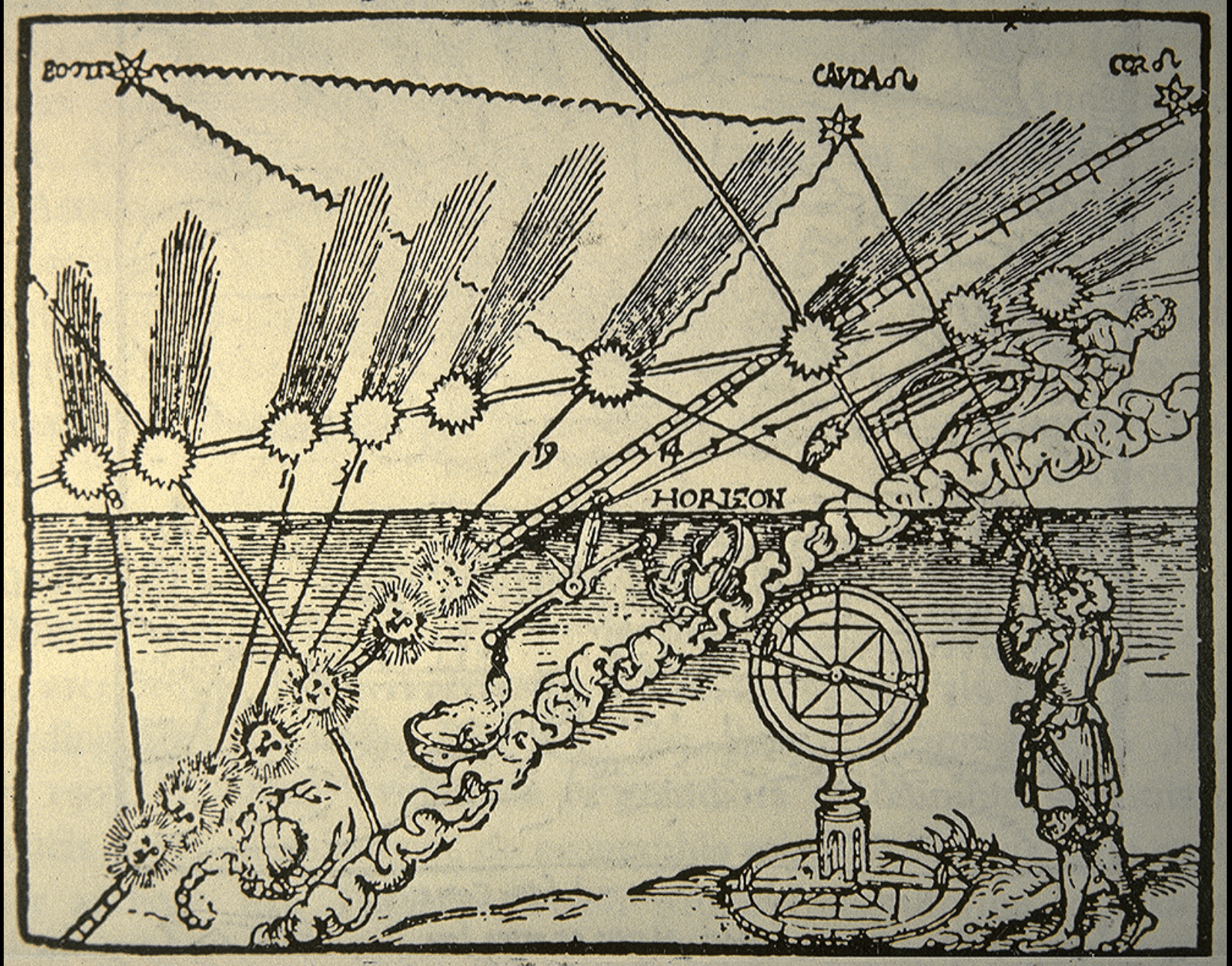


2. O problema das órbitas

- A. Segunda metade do séc. XV: dúvidas sobre a explicação aristotélica (inclusive por razões astrológicas: se os cometas não pertencem à região celeste, como podem influenciar astrologicamente?)
- B. Regiomontanus: aprimoramento de métodos para a determinação da distância de um cometa a partir de duas observações → paralaxe
- C. Diversas tentativas de aplicação ao longo do século XVI



Equivalência entre o ângulo de paralaxe do ponto de vista heliocêntrico (superior) e geocêntrico (inferior)



P. Apianus medindo a paralaxe de um cometa (de seu *Cosmographicus Liber*, 1533)

O problema das órbitas: o grande cometa de 1577

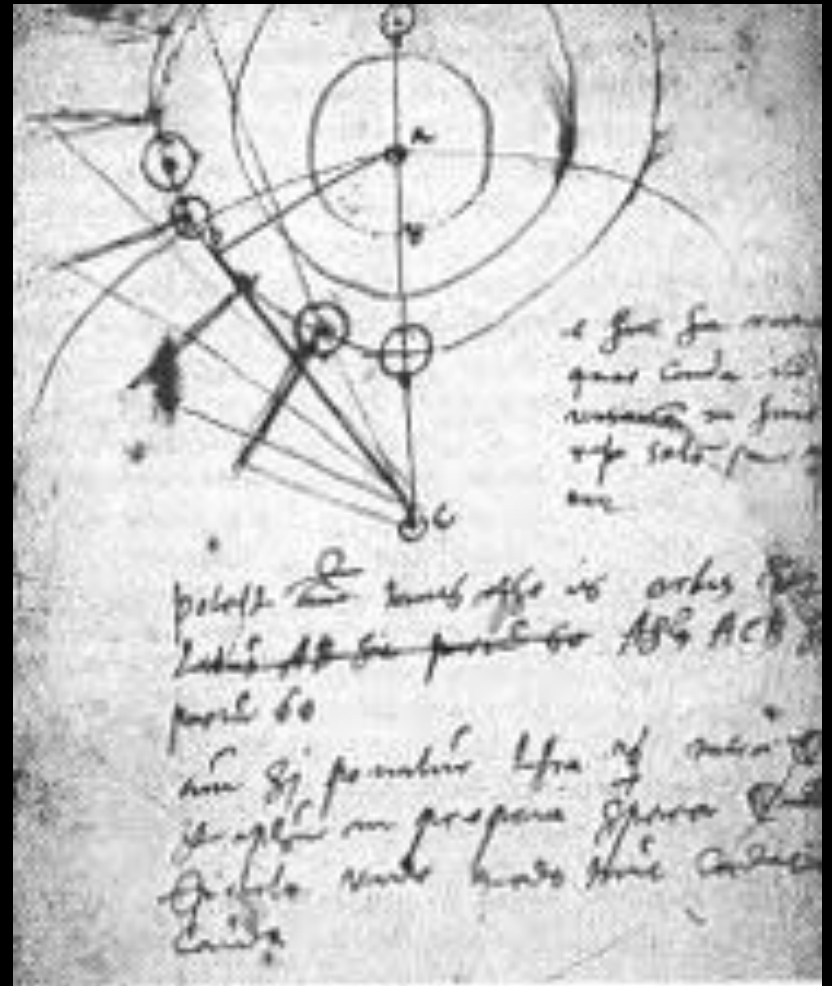


“Sobre um terrível e maravilhoso cometa assim avistado no céu na terça-feira após o dia de S. Martin no ano de 1577”, xilogravura de Jiri Daschitzsky, Praga, da mesma época.

Tycho Brahe (1546-1601)



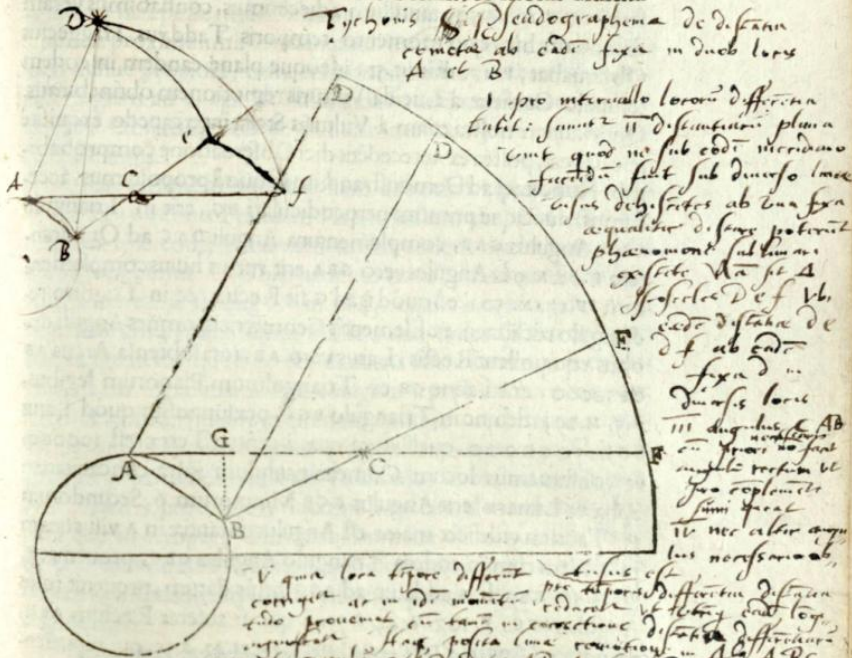
De T. Brahe, *Epistolarum Astronomicarum libri*, 1610



Observações de Tycho Brahe, 1577 (Biblioteca Real da Dinamarca)

eiufmodi fuit, qualis annotata est. Cūmq; Praga nobis quasi quadrante vnus horæ remoueatur versus Ortum, & motus diurnus

Tychohis Pseudographema de distantia cometae ab eadē fixa in duob; locis A et B



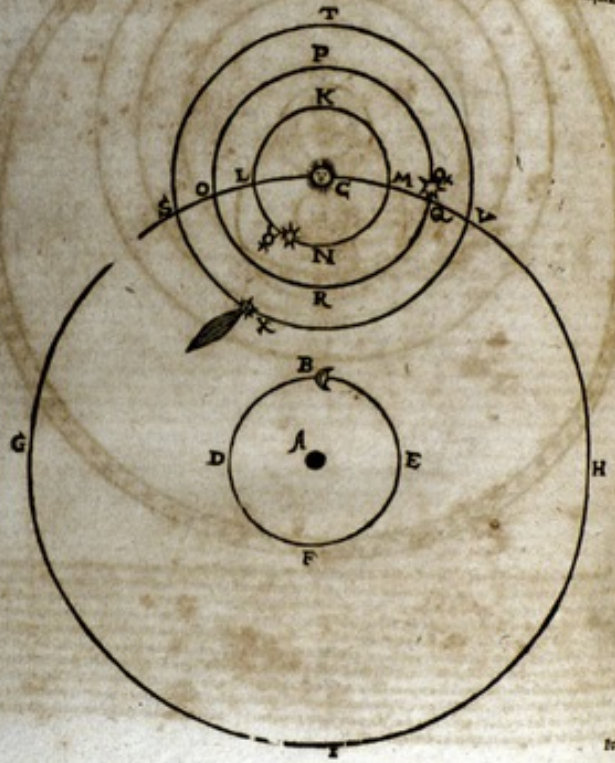
I. pro intervallo locorum differentia
 Etili: sumit II. distantiam plura
 tunc quod in sub eodē meridiano
 fuerit in sub diverso loco
 eius dehis factis ab una fixa
 aequaliter distantibus poterit
 phænomēnū sublimari
 existere. Vn̄ sit A
 fixa, D et F vbi
 eadē distantia de
 D et F ab eadē
 fixa d in
 duob; locis
 III. angulus A B
 in quibus sit
 angulus rectus ut
 fixa copiamet
 sumi potest
 ut nec aliter angu-
 lus notari possit

V quia loca fixarū differunt...
 corrigat ut in idē mōdo...
 tunc proveniat in tantū correctione...
 in quibus sit... C A B distans A B A C locis...
 quibus sit... A B C

Cometa versus Vulturem, circa id tempus, fuerit partium proximē 2; ut ex antecedentibus & sequentibus ad Vulturem habitis distantijs patet. competunt quadranti horæ, qua per Meridianos differimus, minutum cum semisse, addendum ad nostram Observationem, eo quod nos simus hic Praga Occidentiores. Nam cum illic esset Hora 6, deficiebant hic 15 scrupula Horæ, ideoque nostra Observatio post facta est quàm T A D D E I, & ob id si quadrante horæ antē extitisset, quo tempore respectu vtriusque Meri-

Q. Unde angulus ad basi diani...
 A B A B C sic corrigi potest

Nunc autem ex hac ipsa Neoterica & thierarum revolutionum conformatione, saltem eam partem monstrabimus qua ad præsentia negotia in deputando loco huius Cometae, & Hypothesi qua eius Apparentia succurritur ordinanda, forentem. Et si a his revolutionibus Cælestium fundamentis, dico innotui apparere huius Cometae omnia aptissima coniectura. A cuius circuitus invenisse, & circa hunc portionē quodam Orbis proprio designasse, quo sub solium Mercurii, sed et Venere, transit ex excederet, ea in à Sole digredi ad Cæli sextantes poterit, cū Venus non multū ultra orbitā Mercurii, sed et Venere, transit. In hoc vero Orbis Cometae situs debet, ut si quando Solis medio motu comparatus fuerit, in ipsa Orbis sita partē à Tycho proxima constituta assumatur, atq; hinc per consequentiā Signorum, aliter quàm in Venere & Mercurio solent, motus ejusdem Orbis à perigæo peraxide, centro huius revolutionis Solis simpliciter motu perpetuo concurretor, adnotatur. Quæ omnia ut certius percipiatur, suoc orbium hac aliquid facientium oportetiam & dispositioem oculis subiiciamus.



Tycho Brahe, De Mundi Aetherei Recentioribus Phaenomenis Liber Secundus, 1588

O problema das órbitas

- A. Brahe estabelece que a paralaxe do cometa de 1577 é pequena demais para que ele se encontre na região sublunar
- B. Adicionalmente, a órbita não é compatível com a existência de *esferas celestes sólidas*
- C. Ao longo do século XVII: aumento na precisão da determinação das órbitas a partir de parâmetros observáveis
- D. Hooke, Halley e Newton: cálculo da órbita sob uma força central

3. A composição material dos cometas

- A. Os cometas são feitos de combinações dos quatro elementos ou de éter? A resposta depende de sua localização (sublunar ou celeste)
- B. Na tradição aristotélica, o movimento depende da composição material
- C. A partir de Tycho: os cometas estão na região celeste, mas não se movem como deveriam os corpos feitos de éter → talvez a matéria (e a mecânica) seja a mesma na Terra e nos céus

4. O debate astrológico

- A. Se estão nos céus, os cometas podem ter influência astrológica como os outros corpos celestes, e não serem apenas avisos ou ameaças divinas
- B. Como pode haver uma influência à distância? Galileu e os cartesianos rejeitam a possibilidade; Newton e os alquimistas apontam uma maneira
- C. Polêmicas ao longo de todo o século XVII, na Europa e nas Américas, incluindo padres jesuítas em Salvador