

## ANTECEDENTS I ORÍGENS DE LA RENOVACIÓ CIENTÍFICA VALENCIANA DE LA DARRERIA DEL SEGLE XVII<sup>1</sup>

**Víctor Navarro Brotons; Victoria Rosselló Botey**

Departament d'Història de la Ciència i Documentació. Universitat de València

Paraules clau: Renovació científica, Segle XVII, València, Astronomia, Matemàtiques

Origins and antecedents of the Valencian scientific renovation at the end of the seventeenth century

*Summary: Valencia was one of the principal scenes of the Spanish scientific renovation at the end of the seventeenth century. In the fields of the mathematics and physics, the origins and antecedents of this renovation have been located in the decade 1660-70 and they have been related with the activity developed in this city by the jesuit Josep de Saragossà (1627-1679). The purpose of this communication is to bring out new data and documents on these process. In particular, some letters and manuscripts from Felix Falcó de Belaochaga, close friend and collaborator of Saragossà; some data on Francesc Serrano, musician and mathematician, friend also of Falcó and Saragossà; and description of a book of astronomy, *Tractatus de septem planetis* (1672), of the sicilian settled down in Valencia Alexandre Tramonte.*

*Key Words: Scientific renovation, València, Astronomy, Seventeenth Century, València, Astronomy, Mathematics.*

La ciutat de València fou un dels principals escenaris del moviment de renovació científica, a l'àmbit de les disciplines físicomatemàtiques, que tingué lloc a Espanya a la darrerria del segle XVII: l'anomenat moviment novator. A altres treballs un de nosaltres s'ha ocupat ja dels antecedents d'aquest moviment, que ha situat cap als anys 1660-70, en relació amb l'estada a aquesta ciutat del destacat matemàtic jesuïta Josep de Saragossà i Vilanova<sup>2</sup>. A aquestos anys, Saragossà ensenyava oficialment teologia al Col·legi de Sant Pau, mentre que es dedicava en privat a l'estudi i l'ensenyament de les disciplines matemàtiques. Ell mateix

<sup>1</sup> Aquest treball ha esta parcialment finançat amb una ajuda de la Conselleria d'Educació i Ciència de la Generalitat Valenciana (GV-2409/94).

<sup>2</sup> Vegeu Navarro (1996) i la bibliografia citada en la nota 7.

ens informa que en arribar a València es va trobar amb algunes persones versades en astronomia i matemàtiques, amb les quals va entrar en amistosa relació i col·laboració científica<sup>3</sup>. El propòsit d'aquest treball és aportar noves dades sobre algunes d'aquestes persones i comentar el contingut d'un tractat d'astronomia publicat a València també a aquesta època, per un sicilià anomenat Alexandri Tramonte, que s'hi havia establert i que cal relacionar amb aquest ambient.

En el seu tractat sobre instruments matemàtics, Saragossà cita, entre els valencians «muy peritos en matemáticas» a Feliu Falcó de Belaochaga i Francesc Serrano, a propòsit dels instruments musicals<sup>4</sup>. Sobre el primer, i el seu paper com a mestre dels novators valencians, Tosca i Corachán, teniem ja diverses referències i dades, especialment entre els manuscrits de Corachán<sup>5</sup>. A l'Acadèmia de la Història hem localitzat, a més, un manuscrit de 4 folis on es llegeix: «Eclipse de luna observado en Valencia por Don Felix Falcó de Belaochaga a 29 de octubre de 1678 que començo al parecer segun relojes de ruedas a las 6h 1/2 de la tarde y acabo a poco más de las 10», on Falcó utilitza la *Trigonometria* de Saragossà per a resoldre els problemes de trigonometria esfèrica, així com dades de Riccioli i les efemèrides d'Argoli. Calcula el temps del principi de l'eclipsi, el principi de l'obscuriment, el principi de la recuperació de la llum i el final de l'eclipsi<sup>6</sup>.

Així mateix, hem trobat dues cartes de Falcó a Saragossà, amb dates de 1674 i de 1678<sup>7</sup>. A la primera, Falcó li informa de la tramesa d'exemplars de l'*Arithmetica Universal*, escrita per Saragossà i editada a València el 1669, a Cadis, Barcelona i Madrid. Li exposa una regla de construcció de polígons i li diu que no ha pogut observar l'eclipsi per causa dels núvols, tot i demanant-li informació si el jesuïta l'hagués observat. A la segona li parla del «desvengorzado atrevimiento de haver intentado censurar sus obras» i es declara un cop més el seu deixeble.

D'altra banda, entre els manuscrits de Corachán que es conserven a la Biblioteca Maiansiana hi ha un volum l'autor del qual, segons hem pogut identificar, és Falcó<sup>8</sup>. Aquest volum inclou: un compendi de rellotges solars, extractes de lectures de llibres d'arquitectura (Vignola, Paladi, Vitruvi, Alberti, etc.), regles i gràfics per a la construcció d'un astrolabi; explicació de diverses projeccions cartogràfiques tretes del *Teatro del orbe de la Tierra* de Ortelius; diverses notes de matemàtiques: àlgebra, logaritmes, instruments (pantòmetre), i as-

<sup>3</sup> Vegeu Cotarelo (1935), 109 i Navarro (1985), 31.

<sup>4</sup> Zaragoza, *Fábrica y uso de varios instrumentos mathemáticos* (Madrid, 1675), 204.

<sup>5</sup> Vegeu Navarro (1978 i 1985).

<sup>6</sup> Acadèmia de la Història, *Papeles de jesuitas*, tomo 187 (93760), doc.15.

<sup>7</sup> Acadèmia de la Història, Col. Cortes, 9/2782, s/f.

<sup>8</sup> Figura al nostre inventari Navarro (1973), sense identificació d'autor, amb la signatura BAHM-370. La identificació de Falcó com a autor, a més de diversos aspectes del contingut, la hem fet comparant la lletra amb la de les cartes citades a la nota 5 i 8.

trologia; hi ha, per exemple, referències a Riccioli «para mirar las manchas del Sol» o per a calcular l'altura del Pol. També 4 folis dedicats a un eclipsi de Sol del dia 2 de juliol de 1666. Entre uns apunts de trigonometria i a propòsit d'una regla per a calcular àrees de triangles diu: «y oy nos la ha dicho tambien el Padre Zaragoza a 9 de noviembre de 1663».

També hem trobat a l'Academia de la Historia una carta de Falcó a Francesc Serrano, una altra dels perits en matemàtiques i en música esmentats per Saragossà<sup>9</sup>. La carta porta la data de 1658 i Falcó li diu «después que v.m. no esta en Valencia no he hablado palabra a nadie de nuestra facultad». Falcó comenta diverses qüestions d'arquitectura civil i militar, de la reconstrucció de l'«artesa» del Micalet que s'havia cremat, i d'aritmètica i es reconeix deixeble de Serrano en qüestions de música.

Entre els manuscrits de Corachán es troba un tractat incomplet dedicat a l'astrolabi que aquest atribueix a «Franciscus Serrano Hispanus»<sup>10</sup>. Corachán explica que Serrano va florir cap al 1658; el qualifica d'insigne matemàtic i afegeix que va inventar una solució al problema de la determinació de les longituds geogràfiques que volia presentar al premi establert pel rei quan el va sorprendre la mort. Diu que ell no sabia res de Serrano fins que el seu deixeble, Falcó de Belaochaga, que era el seu mestre –de Corachán-li va parlar del treball de Serrano sobre l'astrolabi.

Segons Peñalver y Bachiller, Andrés Puig, a la seua *Aritmética i àlgebra* (1672), en exposar la resolució d'equacions de grau superior a dos diu que el mètode el va aprendre amb Juan Serrano a València, que molt probablement es tracte del mateix personatge<sup>11</sup>.

*El Tractatus de septem planetis* d'Alexandre Tramonte és un text astronòmic original, imprès a València el 1672. De l'autor no tenim més notícia que la que figura a l'encapçalament de l'obra: que era «doctor en ambos derechos» i sicilià («monteregalensis siculi») d'origen. Degué establir-se a València, com ho suggereix el que l'obra porte l'aprovació de Feliu Falcó de Belaochaga. A més a més, està dedicada a l'arquebisbe de València (la dedicatòria porta la data: «Valentiae, 15 Iulii 1671»). De l'autor diu Falcó de Belaochaga al pròleg, escrit en castellà, que es tracta d'una obra que «con elegante estilo y copiosa erudición escribió Don Alexandro Tramonte». Són lloats igualment «lo claro en la explicación, lo elegante en el estilo, y breve en la locucion» del text. Falcó de Belaochaga destaca especialment l'esforç de síntesi de Tramonte, que en un petit volum concentra l'explicació de les teòriques dels planetes, les taules per als còmputos, i les novetats observacionals que el telescopi havia desvetllat al llarg del segle, a més d'exposar els cinc sistemes celestes que expliquen els moviments dels astres, i parlar del nombre de cels que s'han de considerar.

Entre les apreciacions de Falcó de Belaochaga respecte a l'obra de Tramonte, la que més s'ajusta a la realitat és la que fa referència a les novetats que les observacions amb el telescopi havien aportat sobre els astres del sistema solar. En aquest sentit, Tramonte dedica

<sup>9</sup> Academia de la Historia, Col. Cortes, 9/2782, s/f.

<sup>10</sup> Conservat al Col·legi del Corpus Christi (València), BAHM-371, amb el títol: *Metastrolabium novum, in quo directiones et omnia ad primum mobile pertinentia faciloiter explicantur invenit Franciscus Serrano Hispanus*, València, 8 desembre, 1681.

<sup>11</sup> Peñalver (1930), 33-34.

una especial atenció a les taques solars, als satèl·lits de Júpiter i Saturn i a les aparences relatives a l'anell de Saturn. La valoració que cal fer de la part més relacionada amb els moviments planetaris s'allunya més del benevolent comentari de Falcó de Belaochaga, puix que l'exposició dels models que en donen compte és molt superficial i les referències als paràmetres i taules astronòmiques que Falcó menciona, són mínimes, com correspon a un text bàsicament descriptiu. Tramonte adopta la cosmologia dels cels fluids, tot participant del corrent imperant entre els millors astrònoms contemporanis peninsulars, molt relacionat amb la manera jesuítica d'assumir la ciència<sup>12</sup>. En aquest sentit també destaca el recurs al famós moviment espiral, tan utilitzat pels jesuïtes del segle XVII<sup>13</sup>.

El text de Tramonte consta de deu capítols que tracten successivament diversos aspectes relacionats amb la Lluna, el Sol, Mercuri, Venus, Mart, Júpiter, Saturn, el moviment planetari, els sistemes del món i el nombre de cels. El plantejament de l'obra resulta ben nou, ja que les qüestions relacionades amb les observacions dels planetes o amb el seu moviment, que ocupen bona part de l'obra de Tramonte, així com les discussions al voltant dels sistemes del món o del nombre de cels, es troben a la literatura de l'època inclosos en tractats d'una major amplitud temàtica. El nivell del text de Tramonte seria semblant al que trobem als textos introductoris d'astronomia de l'època, utilitzats bàsicament per a l'ensenyament. En el nostre repertori dels impresos del segle XVII relacionats amb les ciències físicomatemàtiques a la Península, el de Tramonte és l'únic text dedicat exclusivament a l'astronomia planetària de què tenim constància<sup>14</sup>.

En el primer capítol, «de Luna», Tramonte considera que la matèria de la Lluna és probablement la mateixa que la del firmament, és a dir, d'aigua, per bé que la seua forma substancial es «peculiar, diversa de la elemental i més noble»<sup>15</sup>. És a dir, Tramonte conserva diferències qualitatives entre els cossos celestes i el món sublunar. Diu que les taques que s'aprecien són causades per diferències de densitat, acusades en reflectir-se la llum solar a la superfície lunar, i dona constància de les irregularitats existents, a la manera de valls i muntanyes, «com la terra». Adjunta les distàncies màxima, mínima i mitjana del satèl·lit a la Terra segons les *Taules Prutèniques*, així com els diàmetres aparents corresponents. Les irregularitats observades en el moviment lunar es resoldrien en un únic moviment real espiral. L'absència d'operativitat de dit moviment espiral obliga l'autor a recórrer a les construccions tradi-

<sup>12</sup> Vegeu Navarro (1996).

<sup>13</sup> L'èxit de la hipòtesi espiral rau en la pèrdua d'explicació causal que produeix l'assumpció de la fluïdesa del cel. L'abandó dels orbes sòlid no permetia la possibilitat de moviments contraris, tal com s'observaven al cel, així que l'única possibilitat era l'adopció d'un únic moviment real que fóra resultat de la composició del moviment diürn comú a tots els astres, i del propi de cada un d'ells. La hipòtesi espiral, que havia estat postulada molt abans que tinguera lloc la controvèrsia cosmològica al voltant de la constitució material dels cels, recobrarà així actualitat.

Vegeu Donahue (1981), Grant (1994), 563 i s. i Navarro (1994).

<sup>14</sup> Vegeu Navarro, V.; Rosselló, V.; Salavert, V. (en preparació).

<sup>15</sup> Tramonte, *Tractatus de septem planetis*, 2-3.

cionals de l'astronomia ptolemaica: la Lluna es desplaça al llarg d'un cercle excèntric amb un moviment uniforme de 13 graus 10' 35'' diaris d'W a E. Tramonte utilitza un excèntric fix i només considera la primera anomalia lunar, tot ignorant, doncs, l'evecció de Ptolomeu i la variació de Tycho. També parla del moviment de l'apogeu lunar, així com del dels nodes i del moviment segons la latitud. Tramonte, en referir-se a les causes dels moviments celests recorre a les intel·ligències, les quals serien les encarregades de moure els planetes, i ho fan «no per intel·lecte o voluntat sinó per potència locomotiva»<sup>16</sup>. La negació de la realitat dels orbes planetaris sòlids i l'acceptació de la tesi de la fluïdesa celeste no va causar necessàriament l'abandó de les intel·ligències separades. Molts autors, com ara Arriaga o Riccioli continuaren invocant les intel·ligències com a motors, solament que ara les associaren amb els planetes. Tot i les seues característiques (immobilitat, indivisibilitat, i absència de magnitud), les intel·ligències semblen haver estat considerades més com a forces mecàniques que com a ens espirituals<sup>17</sup>.

L'explicació de la generació dels eclipsis i dels diferents tipus existents, ocupen les pàgines següents del text, que van seguides de consideracions de caire astrològic: efectes que té la Lluna segons la seua situació respecte els signes del Zodíac, parts del cos que li són associades, malalties que provoca, persones i països afectats.

El segon capítol, dedicat al Sol, conté uns primers comentaris al voltant de la seua naturalesa ígnia: el telescopi revela, ens explica Tramonte, que es tracta d'un oceà de foc amb flames. El fenomen de les taques solars mereix una anàlisi exhaustiva per part de l'autor. Les taques que s'observen a la superfície són mòbils, i de forma i mida irregular, com s'aprecia amb el telescopi. També és incert el seu nombre (se n'han vist des d'una, fins a 30). Moltes són negrenques al seu inici, i s'emblanquinen gradualment. Altres és divideixen i acaben desaparereixent. Es troben a la superfície solar, ja que no pateixen paral·laxi, i no s'han vist mai fora del disc solar i es mouen d'acord amb el mateix moviment del Sol al voltat del seu eix. A més, la seua existència prova la naturalesa corruptible del cel. Tramonte explica que el moviment de les taques es pot observar mitjançant instrument òptic de dos vidres convexos, i projectant la imatge del Sol a la cambra fosca sobre paper a on s'assenyalen els meridians. Dona, com a xifra de la rotació del Sol 27 dies. A més, assenyala que l'eix de rotació del Sol està inclinat en relació al pla de l'eclíptica<sup>18</sup>. La distància mitjana del Sol a la Terra es per a Tramonte de 1288 semidiàmetres terrestres, semblant a la de Tycho Brahe i molt inferior a la que donava Riccioli, de 7300, o a la considerada per Saragossa a l'*Esphera*, de 7400 semidiàmetres. La distància del Sol al firmament és per a Tramonte de 13.000 semidiàmetres, i per a Saragossà de més de 90.000<sup>19</sup>. Les dimensions de l'univers de Tramonte són clarament tolemai-

<sup>16</sup> Id., 33.

<sup>17</sup> Vegeu Grant (1994), 526 i s. També Lerner (1996).

<sup>18</sup> Tramonte es basa en el magnífic estudi de les taques solars publicat per Christoph Scheiner a la seua obra *Rosa Ursina sive Sol*, Bracciani, 1626, directa o indirectament. Scheiner donava aprox. 27 dies per a la rotació sinòdica i 25 aprox. per la sidèria. Sobre Scheiner, vegeu Schrieber (1898), Baldini (1992) i Dollo (1995).

<sup>19</sup> Saragossà, *Esphera en común celeste y terráquea* (Madrid, 1675), 175. Sobre Saragossà, vegeu el tre-

ques, molt desfasades ja del que consideren els seus contemporanis: Riccioli parla d'una distància de la Terra al firmament de 200.000 semidiàmetres terrestres, Lansberg accepta 10 milions de semidiàmetres, i Kepler 60 milions.<sup>20</sup> Quant al diàmetre aparent del Sol, en el perigeu és per a Tramonte de 31 minuts (i per a Saragossà de 32)<sup>21</sup>.

En parlar del moviment de l'astre, Tramonte torna a fer referència a un únic moviment real espiral que explica tots els moviments aparents. Les desigualtats observades en el moviment solar s'expliquen mitjançant dos mecanismes equivalents: el deferent concèntric amb un epicicle o l'excèntric. També menciona el moviment de l'apogeu solar, segons les dades de Tycho Brahe. Les dimensions de l'excèntric solar es basen en les distàncies de la Terra al Sol de Brahe. Les circumstàncies que intervenen en els eclipsis solars són relatades a continuació, amb una menció especial a l'eclipsi que tingué lloc a la mort de Crist, i amb la demostració de la seua naturalesa miraculosa. Tramonte fa referència a una observació efectuada el 1660 segon la qual s'haurien vist tres sols. L'autor creu que aquest fenomen seria producte de la refracció produïda en un ambient tempestuós i humit, i que no hi havia raons per a admetre els infausts vaticinis que provocà. Afegeix una observació pròpia, efectuada a finals de novembre a Montreale (Sicília): el Sol apareixia nebulós, sense raigs, i cap dany podia ser auspiciat amb tal aparença, ja que fou causada per l'elevada humitat de l'aire, que indicava pluges copioses i inundacions, com succeí un any més tard. Els aspectes astrològics relacionats amb el Sol ocupen les últimes pàgines del capítol, i donen pas als dedicats a Mercuri, Venus i Mart.

De Mercuri i Venus destaca les fases, que proven que aquestos planetes giren al voltant del Sol; quant a les distàncies de cada planeta a la terra, les que dona Tramonte són, també en aquest cas, prou inferiors a les assumides a l'època<sup>22</sup>. Les consideracions astrològiques de cada planeta tanquen els respectius capítols.

El capítol cinquè, dedicat a Mart, és tan curt com els dos precedents. Tramonte afirma que Mart volta el Sol, no la terra, com explicarà al capítol corresponent als sistemes del món. Com els altres planetes, té unes propietats de densitat i opacitat relacionades amb la llum que el planeta rep del Sol. En el cas de Mart l'opacitat és, com la dels planetes inferiors, semblant no a la de la Terra ans a la dels metalls o gemmes molt denses i impregnades amb algun color, que absorbeixen la llum solar i la reflecteixen amb més vivacitat. Diu que el diàmetre aparent de Mart és de 4 minuts i la seua distància mitjana a la Terra de 1745 semidià-

---

balls citats a la nota 1. Un de nosaltres (Victoria Rosselló) està ultimant un ampli estudi sobre l'obra astronòmica de Saragossà. Per a les dimensions còsmiques i les distàncies planetàries, vegeu Helden (1985). Sobre Riccioli, en particular, vegeu 114-117.

<sup>20</sup> Vegeu Saragossà, *Esphera*, 53 i Van Helden (1985).

<sup>21</sup> El mallorquí Vicenç Mut va avaluar el semidiàmetre del Sol en 31' 18'' en l'apogeu i 32' 48'' al perigeu. Ricciolo, a l'*Astronomia Reformata* aportà com a mesures 31' 0'' i 32' 4'' calculades juntament amb Grimaldi. Sobre Mut, vegeu Navarro (1979). Sobre Riccioli, Wilson (1970), 105.

<sup>22</sup> Vegeu les dades que dona Saragossà a l'*Esphera*, 175 i Helden (1982).

metres terrestres<sup>23</sup>. Dista del Sol 457 semidiàmetres, quan està situat en la distància mitjana Terra-Mart. Aquesta és la distància assumida per Tycho Brahe. Una vegada més, les dimensions de l'univers de Tramonte són molt més reduïdes que les ja acceptades a la segona meitat del segle pels astrònoms.

De Júpiter, cal destacar la descripció del moviment dels satèl·lits al seu voltant. Segons Tramonte, tenen un moviment irregular respecte del planeta i entre ells, encara que les seues trajectòries són sempre paral·leles a l'Eclíptica. Galileu entre altres autors han mesurat el diàmetre aparent de cada un dels satèl·lits. Tramonte dona també els períodes de cada satèl·lit, i els moviments diürns respectius. Les propietats que se'n deriven de la natura càlida i humida de Júpiter, completen la caracterització astrològica del sistema jovia.

Si a Júpiter han estat detectats quatre satèl·lits mitjançant el telescopi, a Saturn se n'han vist dos, molt propers al planeta, de manera que, en ocasions s'han vist tan junts, que Saturn semblava oval. Tramonte assumeix, com era freqüent a l'època, que els anells de Saturn eren prolongacions o satèl·lits del planeta. Cal recordar que l'estrany aspecte de Saturn constituï un dels més celebrats trencaclosques de l'astronomia del segle XVII, fins que Huygens el 1659 presentà una solució satisfactòria. També diu que recentment s'havia observat un altre estel, que fou anomenat lluna saturnina. Ací Tramonte es refereix a un vertader satèl·lit de Saturn. Recordem que Huygens fou el primer en observar un satèl·lit de Saturn el 1655, mentre Cassini n'observava altres dos el 1672, i dos més el 1684<sup>24</sup>.

Finalitzat el repàs als planetes coneguts del sistema solar, Tramonte dedica ara unes planes a comentar el seu moviment. El Sol i la Lluna, explica l'autor, es mouen amb un únic moviment espiral en l'espai de 24 hores, la qual cosa equival a un triple moviment imaginari: segons longitud (el Sol i la Lluna no tornen al mateix punt del Zodíac en 24 hores, sinó que són un poc més lents, i sembla que es desplacen un poc cap a l'est cada dia), segons latitud (no tornen al mateix punt del Zodíac en 24 hores, sinó que ho fan a un punt que s'ha encorbat lleugerament seguint l'espira corresponent), i segons altitud (s'apropen o s'allunyen de la Terra). De manera similar, segons Tramonte, es mouen els planetes, el moviment dels quals es pot explicar de la mateixa forma que el del Sol i la Lluna, ço es, mitjançant l'artifici del cercle excèntric. S'han de fer però, dues precisions: El moviment dels planetes s'ha de considerar respecte al Sol, no a la Terra, en relació al qual s'ha de determinar l'excentricitat; i el centre de l'òrbita dels planetes no s'ha de considerar immòbil com a les òrbites del Sol i la Lluna, sinó dotat d'un moviment anual al llarg de l'Eclíptica equivalent al del Sol. Com es veu, el model planetari de Tramonte per tal de salvar les irregularitats o anomalies planetàries es basa en el de Tycho Brahe i consisteix en un excèntric simple, el centre del qual, que està prop del Sol, es desplaça al llarg de l'Eclíptica<sup>25</sup>.

<sup>23</sup> El valor del diàmetre de Mart està equivocat: a la p. 121 diu que el diàmetre de Venus es de 3 minuts i que és el doble que el de Mart, més o menys d'acord amb les dades de Brahe (3 1/4' per a Venus, 1 2/3' per a Mart i 2 1/6' per a Mercuri; Van Helden (1985), 50).

<sup>24</sup> Vegeu Bell (1950), 192-199 i Taton; Wilson (1989), 88-90, sobre l'anell de Saturn i 104-105 sobre els satèl·lits de Saturn i Júpiter.

<sup>25</sup> Així, doncs, la segona desigualtat l'explica com Tycho Brahe. Quant a la primera, Tramonte diu que els

El capítol desè s'ocupa de la descripció dels diferents sistemes del món, que Tramonte considera: el ptolemaic, el copernicà, l'egipci, el d'Andrea Argoli, i el ticònic. El ptolemaic explica algunes de les característiques del moviment planetari, però segons Tramonte les esferes només es poden acceptar com a ficcions vàlides per tal d'explicar els moviments observats, però no com a cossos vertaders i reals puix que el cel és fluid. Si no fóra així no es podria explicar el moviment dels cometes, que es situen més enllà de la Lluna, ni el moviment de Mart, Venus i Mercuri, ni el de les taques solars, ni el dels quatre satèl·lits de Júpiter, ni el dels tres que envolten Saturn. En paraules de Tramonte «tanta orbium farrago, omnino superflua est»<sup>26</sup>.

Quant al sistema copernicà, la valoració de Tramonte es la habitual entre els astrònoms de l'Europa catòlica, especialment els jesuïtes. D'una banda, el qualifica d'enginyós, ja que salva les aparences de manera molt simple. D'altra banda, el moviment de la Terra no es pot admetre ja que es poden salvar igualment els fenòmens amb la hipòtesi ticònica, que no implica cap moviment de la Terra, l'afirmació del qual repugna l'Escriptura. El Sol i els estels es mouen, diu Tramonte, com qualsevol pot apreciar, i com ho expresa el text bíblic. La teoria de Copèrnic, a més, ens recorda oportunament, que fou condemnada el 1616 per la Inquisició. Altres objeccions que presenta Tramonte a la teoria heliocèntrica afecten la magnitud dels estels fíxos, i el moviment de l'eix terrestre introduït per Copèrnic.

El sistema dit dels egipcis i el d'Argoli consideren tots dos que Mercuri i Venus es mouen al voltant del Sol, com en el de Tycho Brahe, però els planetes superiors es mouen al voltant de la Terra. Segons Tramonte, aquest sistema no pot explicar per què Mart, en oposició al Sol, està més a prop de la Terra que en altres configuracions.

El sistema de Tycho Brahe és l'últim dels descrits per Tramonte, qui ressalta la condició de «restaurador» de l'astronomia de l'autor danès. Amb tot i ésser el preferible, aquest sistema presentaria dues imperfeccions: la primera fa referència al problema dinàmic que sorgeix en prescindir dels orbes sòlids, ja que no és possible entendre els moviments contraris que experimenten els planetes (ara Tramonte no menciona el recurs de les intel·ligències motores que havia esmentat abans); la segona rau en el recurs a epicicles per part de Tycho Brahe per a explicar la primera desigualtat, o els equants equivalents, innecessaris, segons Tramonte, com hem apuntat abans.

L'obra acaba amb un brevíssim capítol final que fa referència al nombre de cels. Tramonte hi reitera la seua adopció de la hipòtesi de la fluïdesa dels cels, i afirma que cal considerar-ne tres: l'aeri, el sideri, i l'empiri.

A manera de conclusió cal dir que el text de Tramonte mostra familiaritat amb aspectes destacats dels progressos de l'astronomia. El sicilià, a més, accepta algunes de les seues conseqüències cosmològiques, com ara la relativa a la fluïdesa del cel planetari i la seua corruptibilitat. D'altra banda, però, no accepta totalment l'homogeneïtat dels cosmos i manté una certa diferència substancial entre el cel i el mon sublunar. Quant a les dimensions del

---

epicicles-o equants-de Brahe son superflus si el centre dels orbes planetaris es situa no al Sol sino a prop del Sol, amb l'adecuada excentricitat. Però no entra en detalls quantitativs. Vegeu Tractatus, 182 i s. i 218.

<sup>26</sup> Tractatus, 207.



món, no se'n fa cap ressò dels canvis en aquesta matèria i manté bàsicament els diàmetres aparents i les distàncies de Tycho Brahe, que per a la magnitud de l'esfera de les estrelles fixes era encara menor que la que havia donat Ptolomeu.

## Bibliografia

- BALDINI, U. (1992), *Legem impone subactis. Studi su filosofia e scienza dei gesuiti in Italia, 1540-1632*, Roma, Bulzoni.
- BELL, A.E. (1950), *Christian Huygens and the Development of Science in the Seventeenth Century*, 2ªed., London, Edward Arnold and Co.
- COTARELO VALLEDOR, A. (1935), «El P. Zaragoza y la astronomía de su tiempo». En : *Estudios sobre la ciencia española del siglo XVII*, Madrid, Asociación Nacional de Historiadores de la Ciencia Española.
- DOLLO, C. (1995), «Tanquam nodi in tabula-tanquam pisces in aqua. Le innovazioni della cosmologia nella Rosa Ursina di Christoph Scheiner». En : BALDINI, U. (ed.): *Christoph Clavius e l'attività scientifica dei gesuiti nell'età di Galileo*, Roma, Bulzoni, 133-159.
- DONAHUE, W.H. (1981), *The Dissolution of Celestial Spheres :1595-1650*, New York, Arno.
- GRANT, E. (1994), *Planets, Stars and Orbs*, Cambridge, Cambridge University Press.
- LERNER, M.P. (1996-7), *Le Monde des Spheres*, 2 Vols., Paris, Les Belles Lettres.
- NAVARRO, V. (1973), «Inventario de los manuscritos científicos que figuran en la Biblioteca Mayansiana», *Primer Congreso de Historia del País Valenciano*, Vol. I, Valencia, Universidad de Valencia, 1973, 591-606.
- NAVARRO, V. (1978), *La revolución científica en España. Tradición y renovación en las ciencias físico-matemáticas*, Valencia, tesis doctoral.
- NAVARRO, V. (1979), « Física y astronomía modernas en la obra de Vicente Mut », *Llull*, 2, 23-43.
- NAVARRO, V. (1985), *Tradició i canvi científic al País Valencià modern (1660-1720): Les ciències Físico-Matemàtiques*, Valencia, 1985.
- NAVARRO, V. (1994), «Astronomia i cosmologia en l'obra de Jeroni Muñoz». En : CAMARASA, J.M. ; MIELGO, H.; ROCA, A. (eds.): *I Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica.
- NAVARRO, V. (1996), «La ciencia en la España del siglo XVII : el cultivo de las disciplinas físico-matemáticas», *Arbor*, 153 (604-605), 197-252.
- NAVARRO, V; et al. (1998), *Bibliographia Physica, Astronomica et Mathematica Hispanica, 1482-1950, Vol.II*, Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, Universidad de Valencia.-C.S.I.C. (en preparació).
- PEÑALVER, P. (1930), *Bosquejo de la matemática española en el siglo de la decadencia*, Sevilla, 1930.
- SCHREIBER, J. (1898), «Christoph Scheiner S.J. und seine Sonnenbeobachtungen», *Natur und Offenbarung*, 48, 1-20, 78-93, 145-158 i 209-228.
- TATON, R. ; WILSON, C. (1989), *Planetary Astronomy from the Renaissance to the rise of Astrophysics. Part A : Tycho Brahe to Newton* (The General History of Astronomy, vol.2), Cambridge, Cambridge University Press.

VAN HELDEN, A. (1985), *Measuring the Universe. Cosmic dimensions from Aristarchus to Halley*, Chicago, The University of Chicago Press.

WILSON, C. (1970), «From Kepler's Laws, So-called, to Universal Gravitation: Empirical Factors», *Archive for History of Exact Sciences*, 6, 89-170.