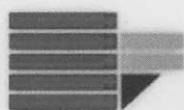


# Università della Calabria

---

Scuola di Dottorato "ARCHIMEDE" in Scienze, Comunicazione e Tecnologie  
XXVI Ciclo - Fisica e Tecnologie quantistiche -



## La teoria delle sfere omocentriche da Eudosso di Cnido a Giovan Battista Amico

*Franco Piperno*  
Tutor

Prof. Franco Piperno

*Piero Pantano*  
Direttore

Prof. Piero Pantano

dotto*rando*

dott. Luciana De Rose

*Luciana De Rose*

---

Anno Accademico 2014 /2015

## PRIMA PARTE

### IL MONDO ANTICO

#### 1. Introduzione

Gli antichi Greci hanno iniziato a scrutare il cielo, indicando quale oggetto degli studi naturalistici e cosmologici il “*periechon*” (περιέχον), voce connotante una gamma di esperienze assai ampia e variegata. È possibile tradurre il lemma con “ciò che sta intorno, il circostante”, e comprende comunemente quanto appartiene all’ordine della “natura”, inclusi i fenomeni celesti e meteorologici: tali significati sono attribuibili alla locuzione solo dalla fine del V secolo a.C. in poi, in quanto prima tutto ciò che era “esterno”, era abitualmente denominato con i termini “*physis*” (φύσις) e “*kosmos*” (κοσμος), le cui diverse valenze semantiche saranno trattate più avanti.

Quale sia stato l’approccio con queste tematiche, al di là delle parole utilizzate, è argomento che sarà vagliato nella prima parte di questo lavoro.

Le conoscenze attuali del moto dei pianeti, dopo la pubblicazione del *De Revolutionibus Orbium Coelestium*<sup>1</sup> di Copernico, hanno reso assiomatica la nostra concezione dei movimenti planetari del sistema solare, che noi sappiamo essere tali a causa della rivoluzione della terra e dei suddetti corpi intorno al sole.

Quanto affermato, però, non era assolutamente dato per scontato nel mondo antico, quando l’osservazione del cielo e dei moti degli astri, avvenivano senza una adeguata e sofisticata strumentazione tecnica. Ciò ha dato vita a vere e proprie speculazioni

---

<sup>1</sup> *Nicolai Copernici Torinensis De Revolutionibus Orbium Coelestium, Libri VI*, 2° edizione, Basel 1566.

astronomico/filosofiche che, a volte, sorprendentemente, si sono di molto avvicinate alla realtà<sup>2</sup>.

Quando l'osservazione del movimento degli astri era praticata empiricamente, il loro moto (nel caso del Sole apparente) offriva la possibilità di formulare differenti ipotesi. Ne fornisce *exemplum* il moto retrogrado dei pianeti: Marte, Giove e Saturno, che hanno un'orbita maggiore della terra, sembrano muoversi ognuno secondo un proprio percorso intorno alla terra. Tale spostamento, però, non è circolare e uniforme. Come ha spiegato Sambursky nella sua ormai celeberrima opera, *Il mondo fisico dei Greci*: “[...] il cammino circolare del pianeta è talvolta interrotto da un movimento a guisa di laccio: il pianeta rallenta il suo movimento e torna indietro, muovendosi per un certo tempo in direzione opposta; poi si arresta e riprende ad avanzare oltre il punto di inversione della sua marcia, e così via”<sup>3</sup>. I moti dei pianeti posti fra la terra e il sole, ossia Venere e Mercurio, simulano analoghi percorsi retrogradi, nella loro orbita apparente attorno alla terra, sebbene, notoriamente per le conoscenze odierne, il centro di codeste oscillazioni sia il sole – del resto anche quest'ultimo gode di un moto apparente intorno a noi; per questo motivo si ammira il pianeta Venere alternativamente come stella vespertina e come stella del mattino<sup>4</sup>.

Come erano risolti tali movimenti incoerenti? Come era spiegato il ciclo annuo solare e quello mensile lunare per essere inseriti ambedue, assieme ai moti planetari, in un unico sistema, che fosse anche intriso di dottrine filosofiche e panteiste? Come illustrare il moto apparente della volta celeste con tutto il suo patrimonio luccicante, in realtà causato dalla rotazione quotidiana della terra intorno al proprio asse?

Le risoluzioni furono espressione del genio geometrico dei Greci. Scrive poeticamente Boll: “Nella scuola pitagorica vengono poste le basi sia di un impetuoso sviluppo dell'astronomia, della ricerca delle immutabili leggi di movimento nel cosmo, sia nella mistica astrologica<sup>5</sup>, del culto delle divinità visibili, come adesso si chiamano

---

<sup>2</sup> Mi riferisco per esempio ad Eratostene (275-195 a.C.), che ha calcolato – individuando una misura che di poco si discosta dalla realtà – la circonferenza longitudinale della terra.

<sup>3</sup> *Il mondo fisico dei Greci*, Feltrinelli, trad. it., Milano 1973, p. 73.

<sup>4</sup> Si consideri che per “pianeti” (πλάνητες, πλανώμενα ἄστρα) non sono solo quelli che noi intendiamo tali nel sistema solare, bensì comprendono il Sole e la Luna.

<sup>5</sup> Per “astrologia” è da intendersi il significato reale della parola: studio degli astri, e non il comune senso di “oroscopo”.

gli astri; della venerazione della loro purezza, bellezza e perfezione ultraterrene; della fede nella residenza eterna dell'anima su di essi e nel suo futuro ritorno a questa origine prima. È uno spettacolo di estremo interesse come i Greci, partendo dallo stesso, profondo anelito religioso, scoprono due vie: da un lato costruiscono con libera audacia un'immagine del cosmo che già nel V secolo a.C. espelle la Terra dal centro dell'universo, mentre nel III anticipa la scoperta copernicana del moto della terra intorno al sole (e nessun vincolo religioso ostacola la marcia trionfale dello spirito ellenico che culmina nell'ipotesi eliocentrica di Aristarco di Samo...)»<sup>6</sup>.

Dalle ispirazioni pitagoriche e platoniche, dunque, secondo le quali il cerchio e la sfera sono le figure rappresentative della perfezione, è sorta l'enunciazione di una teoria riguardante ciascun movimento celeste a base geometrica, sulla scorta della terra intesa come centro dell'Universo. E se è vero che scienziati come Eraclide Pontico e in seguito il citato geniale Aristarco di Samo abbiano ipotizzato soluzioni particolarmente prossime alla realtà, le concezioni di un sistema solare geocentrico furono ispirate dalla solida Accademia Platonica, accettate dall'autorevolezza di Aristotele, divulgate da Tolomeo e quindi passate alla storia come modello accreditato nella temperie culturale medievale, di stampo cristiano, al punto da essere ancora in voga, come vedremo, persino pochi anni prima della pubblicazione del celebre volume copernicano. Ha scritto Franco Piperno: "...Alla luce della teoria relativistica della gravitazione, viene messo in rilievo come, in contrasto con l'opinione volgare ancora prevalente nella scuola italiana d'ogni ordine e grado, la rappresentazione geocentrica dell'universo abbia pari dignità scientifica che quella eliocentrica – fatto salvo l'antico errore fisico nell'ordine dei pianeti»<sup>7</sup>. In accordo con Franco Piperno il quale sottolinea la pari dignità scientifica delle due teorie, si supporta tale passo con la considerazione che la teoria geocentrica è stata ritenuta l'unica plausibile dal V secolo a.C. sino al XVI secolo dell'era volgare, quindi per circa duemila anni. La consapevolezza del sistema solare, tutto sommato, dura da circa (e solo) cinquecento anni.

---

<sup>6</sup> F. Boll, C. Bezold, W. Gundel, *Storia dell'astrologia*, Laterza, Roma-Bari 1977, p. 29.

<sup>7</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici Cosentini, Opusculum de motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica, sine eccentricis et epicyclis, Denuo Aeditum, Venetiis MDXXXVI*, in c. di s.

Il primo a creare una vera e propria tradizione è stato Platone: il suo costrutto ipotetico riguardante l'assetto astronomico è stato messo in pratica dal suo discepolo Eudosso di Cnido, quindi attraverso Eudemo, allievo di Aristotele, passa alla storia nel secondo libro della sua *Storia astrologica*. Il precettore di Alessandro di Afrodisia, Sosigene ha trasmesso ancora le principali nozioni, di seguito tradite da Simplicio, nel *Commento al De Coelo di Aristotele*<sup>8</sup>.

Ma andiamo per ordine. I primi passi sono stati mossi in epoca molto antica. I poemi omerici, le cui storie risalgono all'età del Bronzo, contengono nozioni celesti importanti e utili, ben note in età arcaica. La citazione dell' "*Orsa che non si lava nelle acque dell'Oceano*"<sup>9</sup>, rimanda a conoscenze scientifiche reali: la costellazione, sita nel circolo polare artico, alle nostre latitudini non tramonta mai, per questo era utilizzata anticamente per l'orientamento durante la navigazione notturna.

Il passaggio dal "*Kaos*" al "*Kosmos*" è già presente in Esiodo<sup>10</sup>, autore di VIII/VII secolo a.C. Il significato primario del vocabolo *Kosmos* è "ordine, ordinamento" (mentre il "*Kosmos*" che si traduce come "mondo" ha come suo termine antagonista "*physis*", "natura" esterna, contrapposta altresì al lemma "*polis*"<sup>11</sup>). La nozione di *Kosmos* come ordine che si contrappone al "*Kaos*" inteso, ovviamente, come disordine, possiede però una valenza semantica molto ricca. A parte le già citate traduzioni in "ordine" e "mondo", la voce a volte è intesa come "*ouranos*" (οὐρανός), "cielo", in

---

<sup>8</sup> *Simplicii In Aristotelem De Coelo commentaria*, ed I.L. Heilberg, Berolini 1894 [*Commentaria in Aristotelem graeca*, vol. VII, p. 488, 21-24 e pp. 492, 31-493, 4].

<sup>9</sup> "*Guardava le Pleiadi, e Boote che tardi tramonta, e l'Orsa che chiamano anche col soprannome di Carro: essa gira sempre lì, nello stesso punto, e spia Orione. È la sola stella che non prende parte ai bagni nelle acque dell'Oceano (Od. V, 340-344).*"

<sup>10</sup> Alla formulazione dell'origine dell'universo e alla genealogia degli dèi, il poeta dedica un'intera opera *ΘΕΟΓΟΝΙΑ (Teogonia)*. Nel suo poema Esiodo espone, 114-118: "*Questo cantatemi o Muse, che abitate le olimpie dimore, / sin dal principio, e ditemi quale per primo nacque di loro. / Dunque, per primo fu Caos, e poi / Gaia dall'ampio petto, sede sicura per sempre di tutti / gli immortali che tengono la vetta nevosa d'Olimpo...*"; 123-128: "*Da Caos nacquero Erebo e nera Notte. / Da Notte provennero Etere e Giorno / che lei concepì a Erebo unita in amore. / Gaia per primo generò, simile a sé, / Urano stellato, che l'avvolgesse tutta d'intorno, / che fosse ai beati sede sicura per sempre*". Esiodo inizia la descrizione con l'invocazione alle Muse affinché gli rivelino quale sia il "primo" elemento a nascere. Nel verso immediatamente successivo affiora la definizione del "caos primigenio" da quale sarebbe scaturito l'ordine cosmico, con Terra e Cielo (Gaia e Urano), Notte e Ponto (Mare) e gli astri splendenti e il cielo sopra di tutto. Per quanto concerne la nascita del *caos* non vi è spiegazione, sembrerebbe sorto per palingenesi. Di questo parere è anche A. Pichot, *La nascita della scienza, Mesopotamia, Egitto, Grecia antica*, Dedalo Edizioni, Bari 1993, p. 318.

<sup>11</sup> Per una disamina dei vocaboli antagonisti "*polis*" e "*physis*" si rinvia a F. F. Repellini, *Cosmologie greche*, Loescher Editore, Torino 1980, pp. 9-17.

quanto “tra VI e V secolo gli dèi abbandonano le vicinanze della città, e la loro sede più propria tende ad essere il cielo, dalla cui lontananza inattingibile, e sede di forze smisuratamente più grandi, continuano a esercitare il dominio sugli uomini...”<sup>12</sup>. Lo Stagirita al citato termine οὐρανός darà tre valori semantici dalla differenza sottile, a volte intendendo l’ultima sfera celeste, ossia il cielo delle stelle fisse, o i cieli planetari o l’insieme dell’universo (τὸ ὅλον, τὸ πᾶν) corpo unico chiuso all’interno dell’ultima sfera<sup>13</sup>.

Un breve frammento di Ezio, accettato dalla tradizione classica, attribuisce a Pitagora l’introduzione del termine “*Kosmos*” per indicare il cielo<sup>14</sup>. Questa divisione sapienziale ha creato un dualismo composto da terra e cielo, già ben presente nella tradizione sacra e mitologica della Grecia arcaica, periodo in cui le dualità erano comunque molteplici – si pensi alle contrapposizioni di mortalità/immortalità, umano/divino o basso/alto etc., ove l’immortale e il divino godevano, come è ovvio, di maggiore pregnanza.

Ciò che interessa in questa sede è il principio del “*Kosmos*” come ordinamento celeste, nel quale è inserita la terra, quale pianeta alla stessa stregua degli altri, sebbene sovente con una funzione di “primato” e di “centralità”, rispetto agli altri corpi celesti. Il sistema deve necessariamente seguire un “ordine” che segua determinate regole, e che sia un amalgama (sebbene a volte sarà piuttosto un compromesso) tra religione e filosofia; nesso simbolico e *bíos* – vita intesa come anima che permea il tutto; *techné* e osservazione/percezione dei fenomeni. La finalità della scienza greca sarà, d’ora in poi, proprio quella, notissima, di “salvare i fenomeni”.

La linea cosmologica proviene in parte dalla religione, cui deve tutto il patrimonio di rivelazioni cosmogoniche, e in parte derivante dalle dottrine misteriche, fiorite soprattutto in Sicilia e in Magna Grecia, ove peraltro le istituzioni delle *poleis* erano decisamente più deboli. Non sarà infatti casuale che Platone si affidi a quanto in precedenza hanno prodotto i Pitagorici, operanti in ambiente italiota. Gran parte delle illustrazioni platoniche è un portato delle dottrine di Pitagora: il legame con le metafore

---

<sup>12</sup> F. F. Repellini, *Cosmologie greche*, cit., p. 13.

<sup>13</sup> È lo stesso Aristotele che spiega la differenza, *De Caelo*, 278b 10-21.

<sup>14</sup> “*Pitagora fu il primo a chiamare kosmos la sfera che comprende tutte le cose, per l’ordine che esiste in essa*”, Aët., II, 1, 1 = DK 14 A 21 [*Dox.* 327].

biologiche è di ascendenza pitagorica, “il respiro del cosmo” non è solo simbolo e allegoria, è soprattutto il ritmo vitale che il cosmo possiede, seguendo leggi organiche che gli sono proprie e che, in qualche modo, ha coscienza dell’armonia musicale delle sfere<sup>15</sup>. Anche la filosofia avrà una parte imperante nella determinazione di un “sistema

---

<sup>15</sup> Per quanto concerne il metodo scientifico seguito dai Pitagorici (Pitagora è nativo di Samo, ma fiorì nella seconda metà del VI secolo a.C., proprio quando si trasferì in Italia Meridionale, a Crotona, ove raccolse intorno a sé un nutrito gruppo di proseliti, con i quali aveva creato una scuola la cui caratteristica era la vita comune, una condotta basata sullo studio dei misteri della filosofia e della matematica. Circa un secolo dopo la scomparsa di Pitagora, i discepoli iniziarono a trasgredire l’ordine di segretezza impartito dal Maestro. Solo dopo circa un secolo il sapere pitagorico cominciò a essere scritto, sebbene di tali opere siano rimasti solo frammenti e i commenti dei filosofi successivi, cfr. Herodot. II 123; II 81; IV 95; Diog. Laert. VIII, 8 [Aristosseno fr. 2 F.H.G. II = 15 Wehrli]; Isocr. II, 27-29; Diog. Laert. VIII, 56 [fr. 6 O. A. 156b; Aristot. Rhet. B23. 1398 b 9; Alcimante fr. 5 O.A. II 155 a 30]; IX 38 [fr. 5 F.H.G. III 504; Glauco di Reggio fr. 5 F.H.G. II 24]; Porphy., v. *Pyth.* 3 [Duride di Samo, F.Gr.Hist. 76F 23 II 145]; Procl. In Eucl. 65, 11 [da Eudemo, fr. 84 Spengel]; Aristot., *Metaph.* A 5. 986 a 29 [Apollon., mirab. 6; Aelian. Var. hist. II, 26; IV 17; Iambl. V. *Pyth.* 31; Aristot., fr. 192 Rose]; Clem. Alex., *Strom.* I 62 [II 39, 17; Aristosseno, V. *Pyth.* fr. 11 b Wehrli e Aristarco (o Aristotele secondo il Preller) fr. 190 Rose; Teopompo, F.Gr.Hist. 115 F 72 II 550; Neante, F.Gr.Hist. 84 F 29 II 198; Diog. Laert. VIII 1; Aristosseno, Su Pitagora e i suoi discepoli, fr. 14 Wehrli; Porphyr. v. *Pyth.* 9; Aristosseno fr. 16 Wehrli; *Theol. Arithm.* p. 52, 8 de Falco (da Anatolio); Aristosseno, fr. 12 Wehrli; Ippoboto e Neante F.Gr.Hist. 84 F 33 II 200; Diog. Laert. VIII 4; Eraclide Pontico fr. 37 Voss; Gell. *Noct. Att.* IV 11, 14; Clearco fr. 10 Wehrli; Porphyr. V. *Pyth.* 18 [Dicearco, fr. 33 Wehrli]; Porphyr. V. *Pyth.* 6 [Eudosso, Giro della terra VII fr. 36 Gisinger; Strabone XV 716 (da Onesicrito F.Gr.Hist. 134 F 17 II 728); Diog. Laert. VIII 20; Aristosseno fr. 29 a Wehrli; Gell. *Noct. Att.* IV 11, 1; Callimaco fr. 128 Schneider; Aristosseno fr. 25 Wehrli; Aristotele fr. 194 Rose]; *Plat. Resp.* X 600 A [Diog. Laert. VIII 45; Aristosseno fr. 19 Wehrli]; Hippol. *Ref.* I 2, 12 p. 7, 2 [Dox. 557; Aristosseno fr. 13 Wehrli]), è fondamentalmente corretto, sebbene il campo specifico di indagine di partenza non sia propriamente ortodosso, secondo il punto di vista contemporaneo. Tuttavia il procedimento era consimile: essi partivano da esperimenti empirici compiuti su osservazioni e diversi strumenti, per giungere a esprimerne i risultati secondo termini generali, con la consapevolezza di raggiungere la formulazione matematica di leggi applicabili in modo universale. Il concetto di base fondamentale è il numero (“*Sembra che Pitagora onorasse sopra ogni altra cosa lo studio dei numeri, e che, dopo averlo sottratto all’uso che ne facevano i mercanti, lo facesse progredire, assimilando tutte le cose ai numeri*”, Stobeo, *Eclogae*, I *proem.* 6 = DK 58 B 2; “Tutte le cose che si conoscono hanno numero: senza il numero non sarebbe possibile pensare né conoscere alcunché. Nessuna menzogna accolgono in sé la natura del numero e l’armonia: non appartiene loro la menzogna. La menzogna e l’invidia partecipano della natura dell’illimitato e dell’inintelligibile e dell’irrazionale. Nel numero non penetra menzogna: perché la menzogna è avversa e nemica alla natura, così come la verità è connaturata e propria alla specie dei numeri. Perché è la natura del numero che fa conoscere ed è guida e insegna a ognuno tutto ciò che è dubbio e ignoto. Nulla sarebbe comprensibile, né le cose in sé né le loro relazioni, se non ci fossero il numero e la sua sostanza. Ma questo, armonizzando nell’anima tutte le cose con la percezione, rende conoscibili esse e le loro relazioni”, *Theol. Arithm.*, p. 82, 10 de Falco, la cui essenza è l’espressione dei due fenomeni fondamentali del mondo fisico: estensione e forma, fondamento sia del limitato che dell’illimitato, la cui qualità sostanziale è l’armonia (Stobeo, *Eclog.* I, 21, 7d, p. 188, 14 [integrato da Nicom., *Harm.* 9 p. 252, 17 Jan]). Senza entrare nel merito della filosofia e della matematica pitagorica, la cui aritmo-logia sacra mantiene una densità simbolica, anche quando la progressiva matematizzazione del *corpus* sapienziale, che rivela l’ordine divino e invisibile del mondo, esce dalle prime fasi del pitagorismo quando “*mathema*” indicava ciò che veniva rivelato nel corso dell’iniziazione (sui temi si rinvia a bibliografia appropriata cfr. *supra*). Di seguito si accenna alla configurazione del cosmo. Una prima compagine celeste è fornita da Petrone di Imera, del quale non si hanno notizie biografiche, citato da Plutarco, (*De defectu oraculorum*, 22, p. 422 B = DK 16): “[Diceva lo straniero che i mondi non sono né innumerevoli, né uno, né cinque], ma centottantatré, disposti a

cosmico”, si pensi ad Aristotele che considererà la terra al centro del suo sistema perché in armonia con la sua linea animistica/filosofica.

È importante altresì definire quali siano le grandi rotte del cielo: per fascia dello zodiaco si intende la serie di costellazioni<sup>16</sup> che formano una corona, attraverso cui i pianeti, il Sole e la Luna compiono il loro giro e in cui si dipana la strada celeste comunemente nota come eclittica<sup>17</sup>.

---

*triangolo, sessanta per lato e tre agli angoli; essi sono disposti l'uno di seguito all'altro e girano regolarmente come in danza. [...] Che l'ospite non fosse barbaro, ma greco, e ben fornito di cultura greca] lo rivela il numero dei mondi, che non viene dall'Egitto né dall'India, ma è dorico di Sicilia, di un uomo di Imera, chiamato Petrone; non ho letto il suo libretto, né so se esista tutt'ora; ma Ippis di Reggio, citato da Fania di Ereso, attesta essere di Petrone questa dottrina e la teoria che ci siano centottantatré mondi, disposti accanto l'uno all'altro gradualmente; che cosa poi significhi "esser accanto gradualmente", né lo spiegava, né aggiungeva alcun altro argomento persuasivo". E questo è un esempio lampante della modellazione di un sistema fondato sull'aritmologia, un modello in cui il cielo sia nel contempo armonia e numero. Un altro esempio di sistema pitagorico è quello, ancora più celebre, di Filolao, descritto da Aristotele nel *De Cælo*: "Quanto alla posizione [della Terra] non tutti hanno la stessa opinione. La maggioranza dice che la Terra è situata al centro [sto parlando di quanti affermano che il cielo nella sua totalità è finito], ma i filosofi italiani che vengono chiamati Pitagorici dicono il contrario: affermano infatti che nel centro c'è un fuoco, e che la Terra è uno degli astri, e produce la notte e il giorno spostandosi circolarmente attorno al centro. Inoltre pongono un'altra Terra opposta alla nostra, e le danno il nome di Antiterra. Essi ricercano le teorie e le cause non riferendosi a ciò che si osserva tentando di armonizzarlo a certe loro teorie e opinioni. [...] I Pitagorici sono di questa opinione anche perché ritengono che convenga che sia custodito soprattutto il luogo più importante del tutto, e tale luogo è il centro, che essi chiamano "posto guardia di Zeus", intendendo con questa locuzione il fuoco che occupa la regione centrale. Essi parlano come se la parola "centro" avesse un senso solo, e il centro della grandezza fosse anche il centro della cosa e della natura. Eppure negli animali il centro del vivente non è identico a quello del corpo; a maggior ragione bisogna pensare in questo modo anche a proposito del cielo nella sua totalità" II, 13, 292-293 a17-b8.*

<sup>16</sup> Le dodici costellazioni sono ricordate in un verso medioevale: *Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo Virgo / Libraque, Scorpius, Arcitenes, Caper, Amphora, Pisces.*

<sup>17</sup> Il nome è quello dati dai Greci, in quanto in essa si verificano le eclissi di sole e di luna.

## 2. Platone (428-347 a.C.): le domande sul cosmo.

L'importanza di Platone nello sviluppo dell'astronomia antica è sovente sottovalutata. Il motivo è forse dovuto al fatto che egli non è un astronomo osservativo, eppure, grazie a lui e agli stimoli provocati che l'astronomia fa a cavallo dei secoli V e IV a.C. passi da gigante. A partire dalle teorie platoniche l'ordine del cielo sarà immaginato e raffigurato allo stesso modo, per circa duemila anni, sino a Copernico.

Nella suddivisione delle scienze matematiche, l'astronomia completa e costituisce il culmine del quartetto composto da aritmetica, geometria e geometria solida; la posizione finale è dovuta a un semplice ordine logico<sup>18</sup>, mentre nelle *Leggi*, l'astronomia è compresa nelle tre materie di cui bisogna essere a conoscenza. Platone si preoccupa di delineare l'assetto dell'ordine cosmico. Egli, da un lato, accetta alcuni percorsi iniziati dai Pitagorici<sup>19</sup>, secondo lo schema cosmologico che pone la Terra, unanimemente accettata come sferica, al centro (o molto vicina al centro, come vuole Filolao) della sfera delle stelle fisse e quest'ultima compie giornalmente il suo giro intorno alla Terra. Nel disegno cosmico platonico, la Terra, rotonda, è al centro, perché è inserita in equilibrio nell'architettura del cielo, il quale, a sua volta, è uniformemente sferico<sup>20</sup>. Nel *Fedone*, per esempio, egli critica la precedente ricerca dei naturalisti, i quali quando sostengono che la Terra sia sferica o meramente piatta e circolare, non forniscono spiegazioni, il silenzio è mitigato soltanto da un "perché è meglio per essa che sia così", definendo un assunto più allegorico che razionale:

“È questo il motivo per cui qualcuno può rappresentare la terra circondata da un vortice, ritenendo che essa sia mantenuta ferma a causa dell'azione del cielo, mentre qualcun altro raffigura la terra come un grande catino piatto, con l'aria come sostegno. Eppure, quella

---

<sup>18</sup> *Rep.*, VII.

<sup>19</sup> Cfr. F. Boll et alii, *Storia dell'astronomia*, cit. p. 29.

<sup>20</sup> È importante sottolineare che Platone inserisce l'assetto cosmico all'interno della sua elaborazione di sapienza sacra, il che costituisce un discorso enormemente elaborato e complesso, che non è oggetto del presente lavoro. La sfericità della terra è affermata in molte opere e passi celebri: per esempio D. O'Brien, *Theories of Weight in Ancient World*, 3 voll., Paris-Leiden 1984, vol. II, Plato, *Weight and Sensation*, p. 389, sostiene che il Tartaro, immaginato nel *Fedone* 112a, che percorre la terra "da parte a parte", sia una delle prove che Platone reputasse il mondo a forma di sfera.

forza che ha fatto sì che questi elementi si trovino così come sono ora, disposti nel modo migliore, essi non la cercano né pensano che possa trattarsi di una potenza divina”<sup>21</sup>.

Platone, a proposito della sfericità e dell’equilibrio della terra, invece, afferma:

“...Io sono giunto a queste convinzioni. In primo luogo che se la terra è al centro del cielo e se è sferica, essa non ha bisogno, per non cadere, né dell’aria né di nessun altro sostegno del genere. Anzi, a sorreggerla bastano l’intima uniformità della volta celeste in ogni sua direzione e l’equilibrio della terra stessa. Infatti, se un oggetto ben equilibrato è posto al centro di un corpo in sé omogeneo, esso non avrà modo di inclinarsi, più o meno, da nessuna parte e proprio in virtù dell’uniformità in cui è posto resterà fermo, senza alcuna inclinazione”<sup>22</sup>.

La citazione è un concentrato di logica e deduzione. La precedente laconicità è sostituita da una serie di intuizioni, basate da principi geometrici, atte a rafforzare la sostenibilità delle sue tesi.

D’altro canto, abbandona la linea di accentuazione del legame che intercorre fra il numero e il mondo sensoriale, che avrebbe potuto costituire l’origine di una spiegazione matematica del mondo fisico, a favore di una teoria che prediliga la matematica pura (*mathema*), scevra da ogni contatto con il mondo materico, empirico e sensibile.

---

<sup>21</sup> Fedone, 99b-c. Aristotele (*De Caelo* II, 13 295a 16-20) assegna la teoria del vortice che sorregge la terra con la forza centripeta a Empedocle, mentre quella dell’aria sia ad Anassimene, che ad Anassagora che a Democrito (*De Caelo* II, 13 294b 12-14). La metafora del “catino” rammenta la forma della terra ipotizzata da Democrito (“*Per Democrito la terra è discoidale nel senso della larghezza, ma concava nel mezzo*” DK A 94). Cfr. Platone, *Fedone o Sull’anima*, trad. it. di A. Tagliapietra, Feltrinelli, Milano 1999<sup>3</sup>, n. 130 p. 269.

<sup>22</sup> Fedone, 108d-109a. È evidente che Platone, per bocca di Socrate voglia rispondere ai presocratici, le cui teorie sono esposte al passo citato in precedenza. Il tema dell’equilibrio della sfera si riallaccia al frammento di Parmenide relativo alla sfericità dell’essere (DK 8, 43-49).

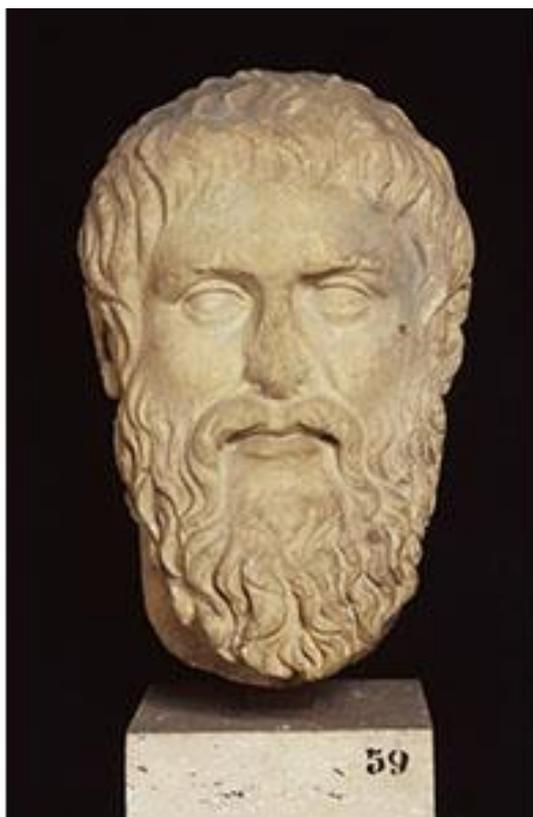


Fig. 1. Platone, Musei Capitolini, I sec. d.C.

Nel *Commento* di Simplicio si rintraccia l'*incipit* delle domande cui Platone vuole dare una risposta:

“Platone ammette in generale che i corpi celesti si muovono di moto circolare, uniforme e costantemente regolare; egli allora pone ai matematici questo problema: quali sono i movimenti circolari, uniformi e perfettamente regolari che conviene prendere come ipotesi per poter salvaguardare le apparenze presentate dai pianeti?”<sup>23</sup>.

Il passo esprime senza alcuna ambiguità la volontà e l'intento platonico di spiegare i fenomeni astronomici, che come già detto, si riduce in sostanza nella geometria del movimento uniforme degli astri, ossia “salvare ciò che appare”<sup>24</sup>.

Con “salvezza dei fenomeni” il filosofo, dunque, interpreta la riduzione del disordine, o per lo meno di quanto gli appare mentre osserva, al fine di incardinare i “fenomeni” in una configurazione intelligibile matematicamente, una conformazione

---

<sup>23</sup> 175d.

<sup>24</sup> Conforta questa tesi P. Duhem, *Salvare i fenomeni*, Borla, Città di Castello 1986, *passim*.

data propriamente dal “*logos*”. Solo il successo di tale riduzione può essere definito “salvezza”. In altre parole, l’osservazione empirica rivela che un fenomeno celeste non ha un ordine costante, ergo la rivalutazione aritmetica leva il suddetto fenomeno dal campo del disordine e lo disciplina in un contesto inteso, appunto, in senso numerico e matematico. Occorre però sottolineare che, per Platone, a essere “salvati” non devono necessariamente essere tutti i fenomeni celesti.

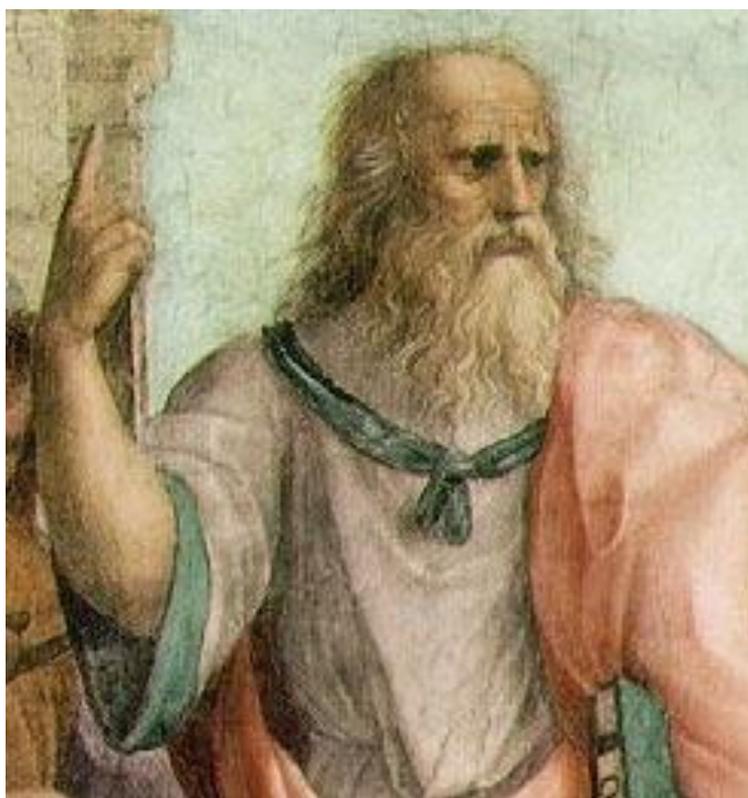


Fig. 2. Platone (Raffaello, *La scuola di Atene*, particolare)

L’interesse platonico si concentra sull’individuazione dei sette astri erranti, ossia il Sole, la Luna e i cinque pianeti conosciuti (Marte, Giove, Mercurio, Venere e Saturno), e il loro relativo moto diverso rispetto a quello, costante e uniforme delle stelle fisse. Il moto dei sette astri erranti è distinto, scomposto, nel moto complessivo di ciascuno di questi astri: da un lato è visibile il moto quotidiano, che ciascuno dei corpi celesti compie, rispettando, seppur approssimativamente, la medesima ubicazione sullo sfondo della sfera delle stelle fisse; dall’altro si osserva il moto ulteriore, che gli stessi compiono su un piano comune, inclinato rispetto ai paralleli della sfera delle stelle fisse,

che poi altri non è che il piano dell'eclittica, moto che avviene in senso rotatorio opposto a quello quotidiano e impiegando per il giro completo un tempo di gran lunga maggiore al precedente, come il Sole, per il quale trascorre un intero anno.

L'osservazione protratta e accorta permette di notare alcune irregolarità nel moto lungo l'eclittica dei sette *planetes* (πλάνητες - astri erranti)<sup>25</sup>. Il Sole e Luna sembrano mutare in continuazione la loro velocità, qualora accelerando, qualora decelerando; quanto ai cinque pianeti paiono addirittura interrompere il loro percorso, fermandosi e invertendo il senso di marcia rispetto a quello solito sul piano dell'eclittica, per poi fermarsi di nuovo e riprendere il corso precedente. Queste sono quelle che tecnicamente sono chiamate "stazioni" e "retrogradazioni" dei pianeti. Ma è possibile notare un sorta di regolarità anche a tali stasi e inversioni di marcia. Come detto, proprio a questi fenomeni si rivolge l'attenzione di Platone.

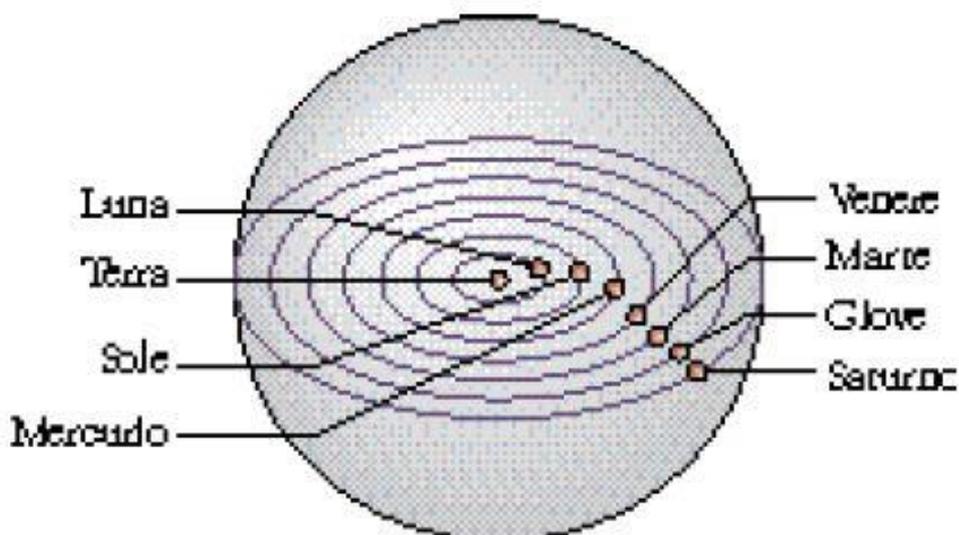


Fig. 3. L'universo geometrico di Platone, da Enciclopedia Treccani

La concezione platonica resta comunque nell'armonia numerica pitagorizzante. Secondo il *Timeo*<sup>26</sup>, il numero perfetto del tempo si produce attraverso otto movimenti singoli: il sole, la luna, i cinque pianeti e la sfera delle stelle fisse; se a questi aggiungiamo il movimento precipuo della terra si raggiunge il numero nove (multiplo di

---

<sup>25</sup> *Planetes* vuol dire proprio "errante", per questo è rimasto il nome poi ai soli cinque pianeti.

<sup>26</sup> 39D.

tre) sino a divenire Decade contemplando l' Idea nella sua interezza, ossia la visione completa del cosmo<sup>27</sup>.

Il problema rientra nella sua concezione filosofica: la posta in gioco è la stessa anima del mondo. Il movimento del corporeo è per sua definizione imperfetto, disordinato e inintelligibile, ma l'intervento dell'anima conferisce al corporeo ordine e intelligibilità. Una inadeguatezza di ordine, pertanto, sarebbe sinonimo di deficienza e limitatezza dell'anima del mondo, il che sarebbe un ossimoro in quanto risulterebbe assurdo che l'anima divina sia imperfetta. Basandosi solo sull'osservazione dei fenomeni celesti bisognerebbe ammettere che l'ordine del cosmo è imperfetto, quindi non dotato di anima intelligente. Questo non è concepibile nella filosofia platonica, la cui risoluzione del problema della riconduzione a un ordine perfetto dei fenomeni celesti non è semplicemente una determinazione scientifica, ma porta in sé la salvezza del carattere divino del cielo e del cosmo. Una carenza di connotazione dell'assetto del cielo assimilerebbe terra e cielo, sconvolgendo l'intero costrutto del suo elaborato filosofico. Infatti occorre interpretare il tutto in modo simbiotico e simbolico. Non è un caso, infatti, che la predilezione di Platone per i miti rientri in codeste concezioni. Il mito gli permette di ottemperare molteplici finalità: in primo luogo recupera la tradizione sapienziale, la quale utilizzava il mito come strumento dialettico e didattico (tutti i dialoghi di Platone terminano con la costruzione di un mito<sup>28</sup>); in seconda istanza entro il mito egli può fondere le concezioni dell'anima divina del cosmo con una strutturazione geometrica e scientifica; infine all'interno del mito è possibile costruire il suo modello di cosmo.

---

<sup>27</sup> K. Gaiser, *La dottrina non scritta non scritta di Platone, studi sulla fondazione sistematica e storica delle scienze nella scuola platonica*, pres. di G. Reale, introd. di H. Krämer, trad. it. di V. Cicero, Vita e pensiero, Milano 1994, p. 195.

<sup>28</sup> Nel *Convito*, Aristofane conclude con la "geniale" invenzione degli uomini primordiali dalla forma di globo, figli del Sole, della Terra e della Luna, di matrice orfica, ovvero nella *Repubblica* il finale in cui tutti gli eventi umani e terreni debbano necessariamente confluire in una forma cosmica e astrale, essendo il percorso umano e terreno in completo legame col moto dei pianeti. Ancora nel *Timeo*, alle anime è preposto un cocchio che altri non è che una stella: tante stelle per quante anime.

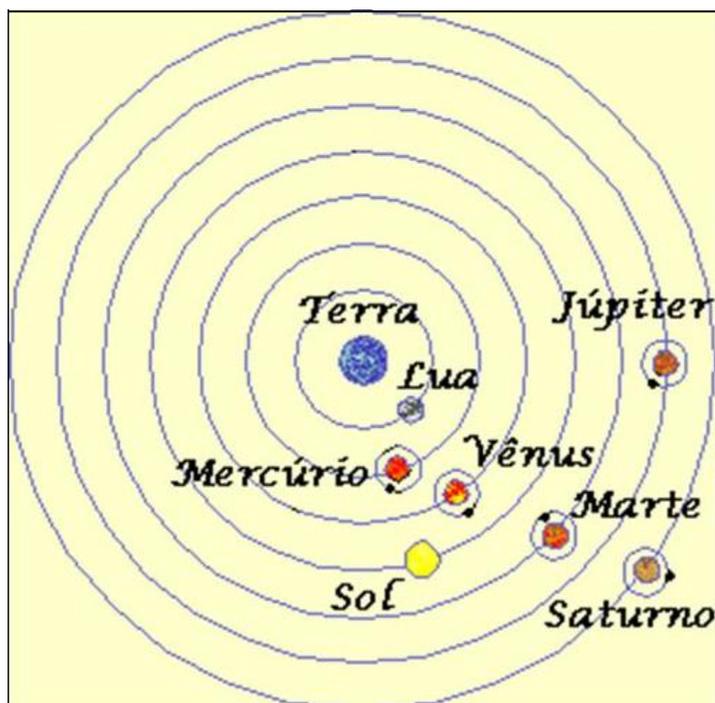


Fig. 4 Cosmo secondo Platone

E poiché Platone si concentra nella estrema importanza di spiegare i fenomeni con immagini facili da capire, intuire e vedere<sup>29</sup>, richiede ai suoi allievi accademici la cosiddetta “salvezza dei fenomeni”.

---

<sup>29</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia cum Sereni fragmento*, ed. et latine vertit Th. H. Martin, Paris 1849, cap. XXVI, p. 245, ris. anast. Bouma's Boekhuis, Gröningen 1971, cap. XVI, p. 203.

3. “Salvare i fenomeni”. La soluzione di Eudosso di Cnido (409-356 a.C. o 391-338 a.C.).

Allievo di Platone, Eudosso di Cnido ha il merito di essere uno dei personaggi chiave nella storia dell’astronomia antica: matematico, astronomo, geografo e filosofo, e nell’ottica dello *scientia* dell’epoca, ove lo scibile non considerava le specializzazioni odierne, ha scritto anche di medicina e di musica. Purtroppo nulla di scritto è rimasto, e le informazioni a lui relative sono tradite da altri e più tardi autori<sup>30</sup>.

La sua datazione, come si evince dal titolo del paragrafo, è incerta. Due sono i periodi ricordati dalle fonti, non troppo distanti tra loro. La datazione più alta è quella

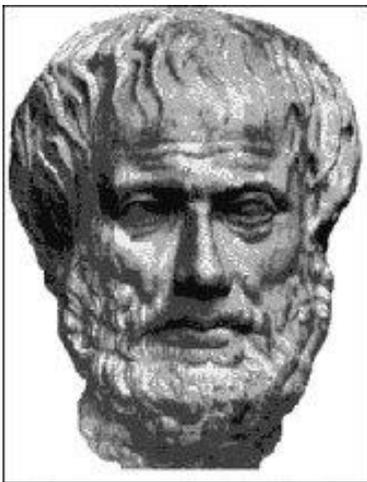


Fig. 5. Eudosso di Cnido

che si riscontra maggiormente, è indicata da Apollodoro, quale epoca di fioritura eudossiana – ossia era nel periodo più intenso delle sue opere, intorno ai quarant’anni di età – quella riferibile alla 103esima Olimpiade (368-365 a.C.), e che morì a cinquantatré anni. D’altro canto Plinio propone quella più tarda, indicando quale acme delle opere eudossiane il lasso che ha come cuore temporale la morte di Platone, nel 348 a.C.<sup>31</sup>.

---

<sup>30</sup> I frammenti geografici sono stati curati da F. Gisinger; *Die Erdbeschreibung des Eudoxos von Knidos*, Stoicheia, Heft 6, 1921. Un’edizione più recente è quella commentata da F. Lasserre, *Die Fragmente des Eudoxos von Knidos*, De Gruyter, Berlin 1966.

<sup>31</sup> *Nat. Hist.*, XXX, 3. Il problema della datazione è molto complesso ed è stato qui sintetizzato. D. R. Dicks, *Early Greek Astronomy to Aristotle*, Cornell University Press, New York 1970, pp. 151 e ss., ove maggiore disamina.

La locuzione tipica greca utilizzata per spiegare il più razionalmente possibile tutti i fenomeni fisici in generale e quelli astronomici in particolare è “*salvare i fenomeni*”. La risposta alla domanda posta da Platone ai suoi accademici è fornita dal suo discepolo Eudosso di Cnido, il quale pensa proprio a elaborare una teoria di un sistema solare oltremodo complesso, ma che in qualche modo possa “salvare i fenomeni”. Nel caso specifico egli ha determinato matematicamente una impalcatura, costituita da cerchi e sfere celesti, mantenenti moti uniformi e circolari, pur avendo egli osservato che i percorsi di alcuni pianeti tendano, a volte, a ripiegare su se stessi verso proiezioni retrograde. È possibile intuire come la teoria di Eudosso sia prossima all’astronomia che immediatamente lo precede, anche senza l’ausilio dei procedimenti matematici con i quali è stata formulata.

Aristotele nella *Metafisica* rammenta:

“Primo dei Greci Eudosso di Cnido (così riferisce Eudemo nel secondo libro della *Storia dell’astronomia*, e Sosigene riporta da Eudemo) ha fama di aver assunto queste ipotesi dopo che Platone (come dice Sosigene) aveva proposto a quelli che si occupavano di queste cose il seguente problema: quali sono i movimenti uniformi e regolari, la cui assunzione salva completamente i fenomeni relativi ai movimenti degli astri erranti?”<sup>32</sup>.

Il metodo di Eudosso consiste nella celebre teoria delle sfere omocentriche. I pianeti, come le stelle fisse non si muovono di movimento proprio, ma sono infissi nelle sfere, è il moto di queste ultime a provocare il movimento. A differenza delle stelle fisse che sono tutte contenute in un’unica sfera, la più alta, i pianeti sono dotati ciascuno di una propria sfera, per essere più precisi di un sistema di sfere concentriche.

Ogni sfera cristallina ha per centro la terra e ruota a velocità costante, e ognuna su differenti assi e differenti posizioni<sup>33</sup>. La velocità è certo costante, ma variabile per ogni sfera. Il sistema prevede che tutte le differenti velocità e direzioni siano raccordate ciascuna per ogni pianeta, in modo da produrre un movimento induttivo del corpo celeste stesso. La struttura si sorregge perché il centro è corrispondente all’equatore della sfera più interna. In sintesi: vi è un centro comune a tutte le sfere che corrisponde al centro della terra, poi tutte le sfere che rappresentano il percorso del tale pianeta

---

<sup>32</sup> Simplicio, *Commento al “De Coelo” di Aristotele*, p. 488 Heiberg = Eudoxus F 121 Lasserre 116.

<sup>33</sup> La sfera cristallina non è una novità, ma già ipotizzata da Empedocle, che parla di una volta celeste composta da “aria solida, cristallizzata”.

possono avere come nucleo un altro punto (deferente?), individuabile per esempio nel circolo equatoriale dalla sfera immediatamente più interna.

È sempre Aristotele, nella *Metafisica*, a fornire allo studioso odierno una particolareggiata descrizione della teoria di Eudosso delle sfere omocentriche:

“È tesi di Eudosso che il movimento di traslazione del sole e quello della luna si svolgano, per ciascuno di essi, in tre sfere: la prima è quella che ha lo stesso movimento della sfera delle stelle fisse, la seconda è quella che si muove secondo il cerchio che passa nel mezzo dello zodiaco, la terza è quella che si muove secondo il cerchio che si inclina obliquamente sul piano dello zodiaco. (Maggiormente inclinato è il cerchio secondo il quale si muove la luna, rispetto a quello secondo cui si muove il sole). I movimenti di ciascuno dei pianeti, invece, si svolgono rispettivamente in quattro sfere: la prima e la seconda di esse sono identiche a quelle della luna e del sole (infatti la sfera delle stelle fisse trasporta con sé tutte le altre, e la sfera che collocata sotto questa e che ha il suo movimento secondo il cerchio che passa nel mezzo dello zodiaco è comune a tutte); la terza sfera di ciascuno dei pianeti ha i poli nel cerchio che passa nel mezzo dello zodiaco, mentre il movimento della quarta avviene secondo il cerchio obliquo rispetto al centro della terza. I poli della terza sfera sono diversi per ciascun pianeta, solo quelli di Venere e di Mercurio sono gli stessi”<sup>34</sup>.

Per salvare i fenomeni dunque occorre 26 sfere. Il movimento parte da quella più esterna, ossia dalla sfera delle stelle fisse che contiene tutte le altre e che produce il moto quotidiano, rammentando che tale sfera celeste è orientata sull'orizzonte di Rodi. Su questa sfera è situato il nastro che contiene le costellazioni dello zodiaco, il cui cerchio mediano è l'eclittica. Entro questa fascia si ha l'oscillazione della Luna e dei cinque pianeti. Ogni sfera conferisce così la rotazione a quella che sta immediatamente sotto e così via. Al di sotto della sfera delle stelle fisse è posizionata la sfera che, con la sua rotazione, genera il moto lungo l'eclittica. La terza sfera è imperniata sull'equatore della seconda, mentre la quarta sfera è incardinata sulla precedente in modo che i due assi di rotazione formino un angolo piccolo. Le ultime due sfere ruotano in senso opposto a velocità uniforme e uguale. La terra si trova sull'equatore della sfera più interna. Il celebre movimento, definito dal citato Sambursky “a guisa di laccio”, ossia il

---

<sup>34</sup> XII, 8 1073b.

movimento retrogrado di alcuni pianeti, è spiegato da Eudosso come “ippopede”, o come curva “lemniscata”, e cioè un moto che disegna all’incirca un otto<sup>35</sup>.

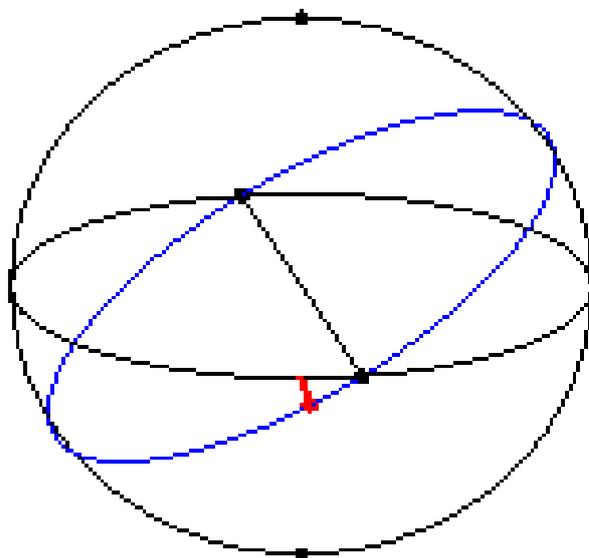


Fig. 6. Ippopede

Eudosso non si limita a teorizzare le sue formulazioni, ma realizza un vero e proprio modello atto a spiegare e a rendere maggiormente percepibili le sue idee. Scrive Repellini che la composizione dei due moti, quotidiano e sull’eclittica, di ciascuno degli astri erranti viene “rappresentata con un modello meccanico simile a due trottole sferiche l’una interna all’altra e aventi il centro in comune, delle quali la seconda ha l’asse inclinato rispetto a quello della prima e imperniato sulla superficie interna della prima. L’astro errante si trova sull’equatore della sfera interna, cioè sul piano dell’eclittica. Se si fanno girare entrambe le trottole, l’esterna trasmette il proprio moto all’interna, che è in essa imperniata, e così si produce il moto quotidiano dell’astro, mentre l’interna produce il moto ulteriore e proprio dell’astro sull’eclittica”<sup>36</sup>.

Per ridurre le irregolarità osservate nel moto sull’eclittica a moti circolari e uniformi, Eudosso escogita la soluzione di aggiungere per ciascun astro un numero determinato di altre, per usare il termine di Repellini, “trottole” sferiche, mantenendo

---

<sup>35</sup> Riguardo il movimento retrogrado cfr. G. Barsanti, P. Del Santo, *I sistemi dell’Universo da Eudosso a Galileo*, Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze 1992, p. 14.

<sup>36</sup> F. F. Repellini, *Cosmologie greche*, cit., p. 35.

l'astro in ciascun caso sulla linea equatoriale della più interna. Il risolto, a mio avviso, più interessante è poi l'assegnazione a ciascuna sfera di una inclinazione e una velocità uniforme che le sono proprie, vale a dire ogni sfera è impernata alla sfera che la precede in grandezza, ma gode di un asse e di un moto costante personale. È evidente che tutta l'ossatura è retta da un numero consistente e da un sistema complesso di rotazioni, che sottende una scomposizione del movimento proprio di ogni corpo celeste, il quale è inserito in una configurazione cosmica di insieme.

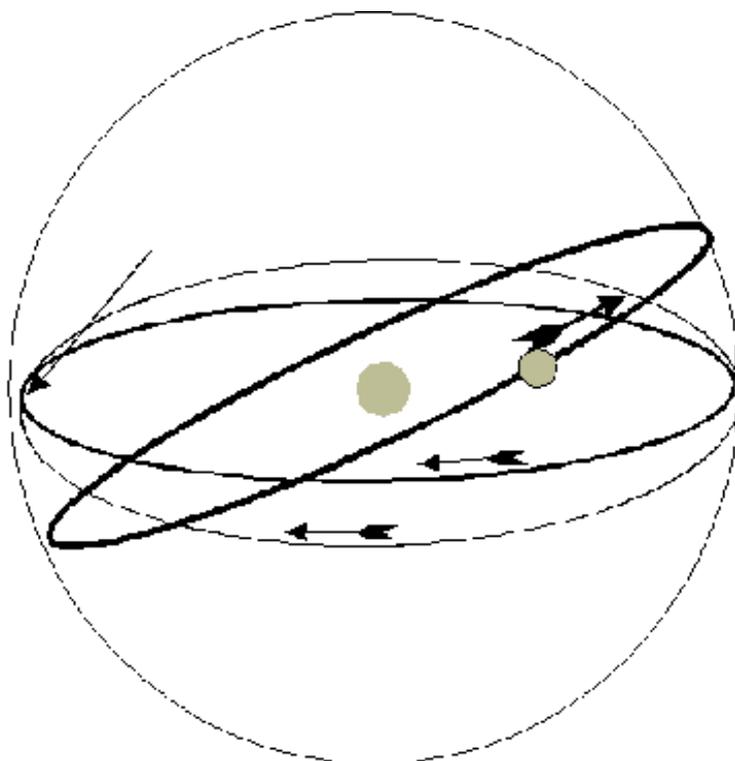


Fig. 7 Sistema eudossiano

Come per Platone, anche le sfere e i cerchi di Eudossio sono privi di consistenza corporea, di materiale c'è solo l'astro. Ma se per Platone il moto regolare al pianeta era dato dall'anima, per Eudossio il complicato, ma ordinato, insieme di movimenti non era altro che l'effetto della insita attitudine interna e naturale di quei corpi.

La questione però è un'altra. Eudossio elaborò la teoria delle sfere concentriche perché era convinto o semplicemente perché gli serviva un modello?

La storiografia moderna, peraltro, è concorde nell'attribuire a Eudossio una interpretazione dei moti cosmici puramente teorica. Per Sambursky "Eudossio ... inventò le sue sfere unicamente come raffigurazioni geometriche che fornivano

un'elegante soluzione al problema posto da Platone. Non pare che egli avesse alcuna intenzione di trasformare questo modello puramente geometrico, concepito come artificio matematico, in una raffigurazione della realtà fisica. Talvolta però il modello è semplicemente una riproduzione della realtà così come la vede la nostra mente<sup>37</sup>. Egli prosegue citando come esempio il planetario, che rappresenta i pianeti come palline che ruotano intorno al Sole, insomma un modello in miniatura di una realtà fisica indubbia, ma non tutti i modelli sono la replica di una oggettività fenomenica. Nati con lo scopo di essere di ausilio a una data concezione, i plastici hanno però la prerogativa di ottenere una vita propria e diventare indipendenti, quando si sono inseriti nella mentalità scientifica, ostruendo pertanto successivi progressi.

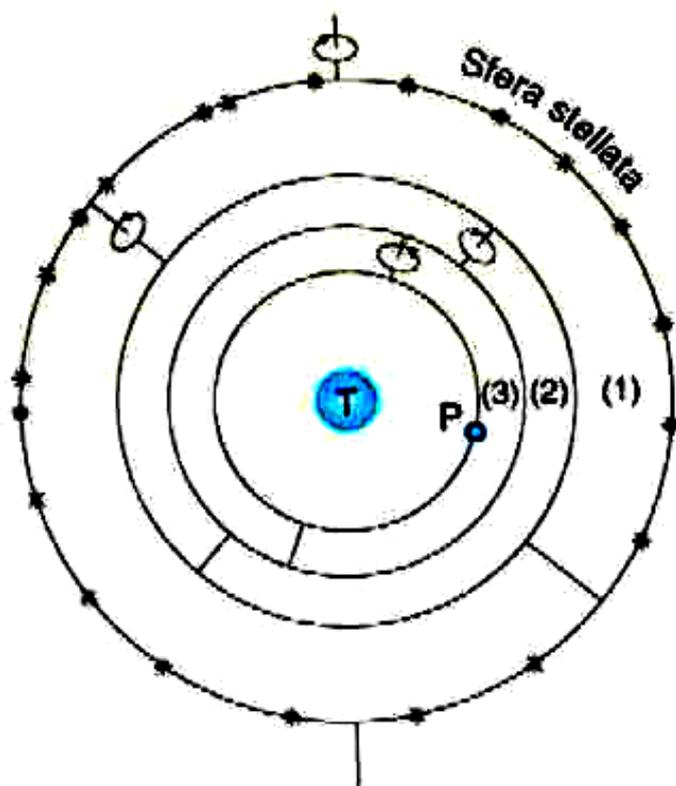


Fig. 8. Sistema Eudossiano.

---

<sup>37</sup> S. Sambursky, *Il mondo fisico...*, cit., p. 75.

#### 4. Callippo di Cizico (370-300 a.C.) e l'aggiunta di sette sfere

Callippo è un astronomo attivo nella seconda metà del IV sec. a.C. Giunge ad Atene dopo Polemarco, suo compagno di studi a Cizico, il quale, nel soggiorno ateniese ha modo di conoscere Eudosso, del quale fu amico e forse discepolo<sup>38</sup>.

“Callippo ammise lo stesso ordinamento delle sfere di Eudosso, e ammise per Giove e per Saturno un numero di sfere identico a quello, ma ritenne che occorresse aggiungere al Sole e alla Luna due altre sfere, se si voleva rendere conto dei fenomeni a essi relativi, e anche una sfera per ciascuno dei restanti pianeti”<sup>39</sup>.

Aristotele non svela nulla riguardo il motivo per cui l'astronomo aggiunge queste sfere, ma si può presumere che lo sforzo di Callippo, contemporaneo di Aristotele<sup>40</sup>, è quello di correggere la combinazione delle sfere di Eudosso omocentriche in alcuni

---

<sup>38</sup> Callippo è anche per il calcolo della durata delle stagioni, che si rivela essere più precisa di quella eseguita da Metone, circa un secolo prima. Callippo pone valori di 94 giorni per la primavera, 92 per l'estate, 89 per l'autunno e 90 per l'inverno. La somma corrisponde a 365 giorni esatti, che, come è noto, non è perfettamente equivalente alla realtà. Ma egli va oltre: adattato il ciclo astronomico di Metone al cosiddetto periodo o ciclo di Callippo. Questo fu sostanzialmente un ciclo di quattro periodi metonici: la maggiore precisione deriva dal fatto che in esso, per la prima volta nell'astronomia greca, si faceva uso della durata dell'anno di 365.25 giorni. Quindi il ciclo di Callippo aveva la durata di  $4 \cdot 235 = 940$  mesi lunari, ma con una diversa distribuzione tra mesi di 29 e mesi di 30 giorni, rispetto al ciclo di Metone. Piuttosto che avere, come vuole il ciclo di Metone 440 mesi di 29 giorni e 500 mesi di 30, che porta a un totale di 27760 giorni, il ciclo di Callippo stabilisce 441 mesi di 29 giorni e 499 di 30, per un totale di 27759 giorni. L'innovazione sta nel fatto che tale ciclo si accorda esattamente con una durata annua di 365.25, perché  $365.25 \cdot 19 \cdot 4 = 27759$ . Il ciclo di Callippo viene adottato da alcuni astronomi greci per servire come calendario. Tolomeo, ad esempio, cita un'eclissi delle Pleiadi osservata da Timocharis nel secolo III a.C. così: “*Timocharis, che osservò ad Alessandria, registra quanto segue. Nel 47esimo anno del Primo Periodo di Callippo di 76 anni, nell'ottavo giorno di Anthesterion, verso la fine della terza ora [della notte], la metà meridionale della Luna fu vista coprire esattamente dalla terza parte alla metà delle Pleiadi*”.

<sup>39</sup> *Metafisica*, XII, 8 1073b.

<sup>40</sup> La cronologia di Callippo in verità è incerta. Ormai accettata tradizionalmente, la nascita si colloca generalmente al 370 ca. e la permanenza ad Atene tra il 335 e il 323. Dal 330 inizia il periodo callippeo: cfr. Rehm s.v., *Kallippos*, in *RE* suppl. IV coll. 1431-38; E. Hoppe, *Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum*, Heidelberg 1911, pp. 175-180.

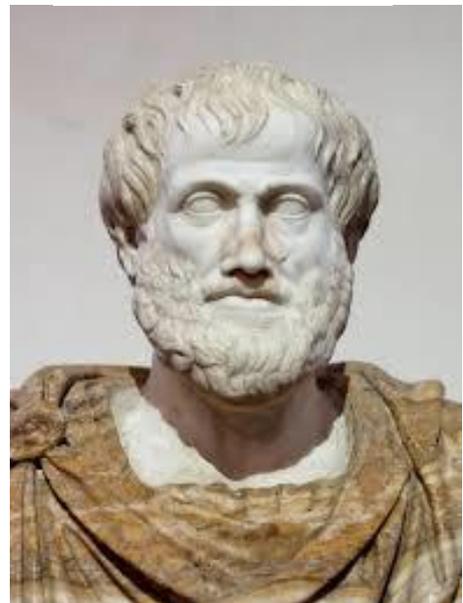
punti, migliorando il congegno e aumentando l'impalcatura delle sfere a 33; egli inserisce le sette sfere in più perché si rende conto che, con l'ipotesi eudossiana non tutti i fenomeni venivano ad essere "salvati", mentre lui lavora affinché "tutti i fenomeni" possano essere salvati. Egli pertanto aggiunge due sfere alle tre che Eudosso ha assegnato al sole e alla luna, e una ai tre pianeti Mercurio Venere e Marte, rispettando il numero di sfere attribuite da Eudosso a Giove e Saturno. Nel sistema di Callippo, tutti i corpi moventi quindi sono dotati di cinque sfere ciascuno, a eccezione di Giove e Saturno. Ovviamente la meticolosità di Callippo rende il tutto più complicato.

Tabella 1	EUDOSSO	CALLIPPO
Saturno	4	4
Giove	4	4
Marte	4	$4 + 1 = 5$
Venere	4	$4 + 1 = 5$
Mercurio	4	$4 + 1 = 5$
Sole	3	$3 + 2 = 5$
Luna	3	$3 + 2 = 5$
	26	33

## 5. Aristotele (384-322 a.C.): l'astronomia, il metodo del fisico e le sfere reagenti.

Se da un lato Platone, assieme alla sua scuola, porta avanti il metodo dell'astronomo, chiaramente definito, Aristotele, dall'altro, ne approva anche un altro, definendolo "metodo del fisico". Scrive un libro dedicato alla fisica, cui deve il titolo, ove pone a parallelo il metodo del matematico e quello del fisico, precisando i principi cui si debbano utilizzare. La notazione determinante è che il medesimo oggetto o figura o movimento è studiato da matematici e fisici da punti di vista differenti, essendo funzione del primo l'esame astratto, del secondo, al contrario, mediante il concetto del limite corporeo<sup>41</sup>. L'assunto è certamente troppo

Fig. 9. Aristotele



indefinito per lo studioso odierno, forse anche per quelli antichi, visto che Callippo, a lui contemporaneo, segue però la metodologia astronomica per come era stata ampiamente definita da Platone e utilizzata da Eudosso. Al contrario Ipparco e Posidonio di Apamea daranno preferenza al metodo del fisico<sup>42</sup>. La memoria tradata prosegue attraverso il commento sinottico di Gemino – ripreso da Simplicio – alle

---

<sup>41</sup> *Fisica*, II, cap. 2.

<sup>42</sup> Posidonio di Apamea, nel libro delle *Meteore* afferma, in accordo con Ipparco (cfr. infra, paragrafo relativo), che la competenza dell'astronomo è quella di "combinare le figure astratte del geometra e di confrontarle con le apparenze descritte dall'osservatore, essa è dunque riservata a colui che ha meditato sulla natura dei corpi celesti, al fisico; soltanto lui è in grado di stabilire i principi mediante i quali l'astronomo discernerà l'ipotesi vera in mezzo a molte supposizioni parimenti adatte a salvare i fenomeni", P. Duhem, *Salvare i fenomeni*, cit. pp. 28-29.

*Meteore* di Posidonio, ove riporta la tradizione aristotelica del confronto tra il matematico e il fisico, provando in qualche modo a dirimere la questione:

“Spetta alla teoria fisica esaminare ciò che riguarda l’essenza del cielo e degli astri, la loro potenza, la loro qualità, la loro generazione e la loro distruzione e, per Giove, essa ha anche il potere di dare dimostrazioni riguardanti la grandezza, la figura e l’ordine di questi corpi. L’astronomia, al contrario, non ha alcuna attitudine a parlare di queste prime cose; ma le sue dimostrazioni hanno per oggetto l’ordine dei corpi celesti, poiché essa ha chiarito che il cielo è veramente ordinato; essa tratta di figure, di grandezze e di distanze della terra, del sole e della luna; essa parla di eclissi, di congiunzioni di astri, di proprietà qualitative e quantitative dei loro movimenti. Ma poiché essa dipende dalla teoria che considera le figure dal punto di vista della qualità, della grandezza e della quantità, è giusto che richieda l’aiuto dell’aritmetica e della geometria; a riguardo di queste cose, che sono le sole di cui essa è autorizzata a parlare, è necessario che si accordi con l’aritmetica e la geometria. Assai spesso, d’altronde, l’astronomo e il fisico prendono lo stesso capitolo della scienza per oggetto delle loro dimostrazioni; essi si propongono, per esempio, di dimostrare che il sole è grande e che la terra è sferica, ma in questo caso essi non procedono per la stessa strada: il fisico deve dimostrare ciascuna delle sue proposizioni deducendole dall’essenza dei corpi, dalla loro potenza, da ciò che conviene meglio alla loro perfezione, dalla loro generazione e dalla loro trasformazione; l’astronomo, al contrario, le stabilisce per mezzo delle circostanze che accompagnano le grandezze e le figure delle peculiarità qualitative del moto e del tempo che corrisponde a questo moto. Spesso, il fisico si fissa sulla causa e porrà la sua attenzione sulla potenza che produce l’effetto studiato, mentre l’astronomo ricaverà le sue prove dalle circostanze esteriori che accompagnano questo stesso effetto; egli non è affatto in grado di contemplare la causa, da poter dire, per esempio, quale causa produce la forma sferica della terra e degli astri. In certe circostanze, per esempio nel caso in cui egli ragioni sulle eclissi, non si propone in alcun modo di cogliere la causa; in altri casi crede di voler porre certe maniere di essere a titolo di ipotesi in modo che queste maniere d’essere, una volta ammesse, siano salvati i fenomeni. Per esempio, egli chiede perché il sole, la luna e altri astri erranti sembrano muoversi irregolarmente; sia che si supponga che i cerchi descritti dagli astri siano eccentrici al mondo o che si supponga che ciascuno degli astri sia trascinato secondo la rivoluzione di un epiciclo, l’irregolarità apparente del loro cammino è egualmente salvata. Bisogna dunque affermare che le apparenze possono essere egualmente prodotte mediante l’una o l’altra di questi modi di essere, in modo che lo studio pratico dei movimenti degli astri erranti sia conforme alla spiegazione che si sarà supposta. È per questo che Eraclide Pontico affermava che è possibile salvare l’irregolarità apparente del movimento del sole ammettendo che il sole resti immobile e la terra si muova in un determinato modo. Non spetta in alcun modo, dunque, all’astronomo conoscere quale corpo è in quiete per natura, di quali qualità sono dotati i corpi mobili; egli stabilisce a titolo di ipotesi che alcuni corpi sono immobili, che altri sono in movimento ed esamina quali sono le supposizioni con le quali si accordano le apparenze celesti. È dal fisico che va a prendere i suoi principi, secondo i quali i movimenti degli astri sono regolari, uniformi e costanti; poi per mezzo di questi principi spiega le rivoluzioni di tutte le stelle, sia di quelle che descrivono cerchi paralleli all’equatore che degli astri che percorrono cerchi obliqui<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> *Simplicii In Aristotelis libros quattuor priores commentaria*, ed H. Diehls, Heilberg, Berolini 1882 [*Commentaria in Aristotelem graeca*, vol. IX, p. 291, 36-292, 29].

Giustifica la lunga digressione del testo la sua unicità. Posidonio, riportato da



Simplicio, è l'unico autore o commentatore che ci dia il senso del metodo aristotelico ed è il più chiaro nella distinzione dei procedimenti.

A questo punto, nell'ottica metodologica della determinazione aristotelica l'universo è sì sferico e le orbite sono solide, quello che per Eudosso era incorporeo, per Aristotele assume una consistenza: ogni traiettoria ha un movimento circolare e uniforme intorno al centro del mondo, e tale centro corrisponde alla terra immobile. Tali teorie non derivano ovviamente dalla necessità di "salvare i fenomeni" dal punto di vista di chi osserva, esigenza tanto cara invece a Eudosso e Callippo, bensì, come abbiamo appreso, dalla ricerca della perfezione dell'essenza di cui i cieli sono formati e dalla natura stessa del movimento circolare. La giustificazione trova senso nella complessità della filosofia dello Stagirita, attenta alla natura intrinseca dei corpi: in breve questo è ciò che emerge dal metodo del fisico<sup>44</sup>.

Fig. 10. Aristotele (Raffaello, La Scuola di Atene, particolare)

Quale sia il vantaggio non è facile da capire, in quanto il suo metodo esige l'esistenza dell'altro, del quale può essere solo un completamento.

---

<sup>44</sup> Cfr. P. Duhem, *Salvare i fenomeni*, cit., p. 26.

Le speculazioni fisico/astronomiche sono diffuse nella produzione aristotelica. Al cielo dedica un intero trattato *Περὶ οὐρανοῦ*<sup>45</sup> (*De Caelo*), ove si concentra agli studi sul cielo e su tutto il complesso di corpi planetari che lo compone, sebbene la sua teoria dei movimenti planetari si trovi nella *Metafisica*, e comunque la questione dei moti degli astri, della natura degli astri e del corpo circolare è diffusa nell'opera aristotelica<sup>46</sup>. Nel *Περὶ οὐρανοῦ* esprime il cielo nella sua totalità degli elementi, e poiché gli elementi sono costituiti da corpi naturali e di conseguenza dotati di movimento, il principale proposito aristotelico è proprio quello di chiarire le teorie che ne spieghino le cause: “e movimento (κίνησις) è da intendere qui non nell’accezione generica di μεταβλή, ma in quella specifica di movimento κατὰ τόπον, o traslazione (φορά)”, ha precisato Oddone Longo nell’introduzione all’opera aristotelica<sup>47</sup>. Il movimento può essere semplice o complesso, rettilineo o circolare; quest’ultimo è non può avere opposto e sono tutti invariabili. Ogni movimento presume la sostanza corporea, non può esserci moto senza corpo. Nel complesso costruito cosmico a movimento circolare corrisponde un corpo circolare (κύκλω σῶμα) o corpo primo (πρῶτον σῶμα, πρῶτον τῶν σῶμάτων), identificato dal filosofo con l’etere, il suo quinto elemento<sup>48</sup>, che compone l’ultima sfera celeste, o cielo delle stelle fisse. Pure le sfere planetarie sono costituite da etere, ma qui il discorso si complica in quanto la prima è caratterizzata da moto semplice, quelle planetarie si muovono invece “non di unico moto semplice, ma di più movimenti, e il loro moto è composto”<sup>49</sup>. Il *periechon* (περιέχον) ultimo del mondo è il corpo circolare, alto per eccellenza, in breve la “regione celeste”. Ne consegue che la figura circolare è la realizzazione dell’apice della

---

<sup>45</sup> Il titolo costituisce una *vexata quaestio*, quasi sicuramente non è aristotelico. Cfr. O. Longo, *Introduzione ad Aristotele, De Caelo*, Firenze, Sansoni 1962, pp. XI, XXXI e ss. Non solo, ma l’opera in sé costituisce un dilemma, in quanto all’interno coesistono stratificazioni. Il *corpus* non è stato certamente vergato di seguito, ma ha subito rimaneggiamenti, aggiunte. Il testo, apparentemente unitario, in realtà contiene incongruenze, ripetizioni, vi sono parti antiche e corpi aggiunti posteriormente, in alcuni casi sono visibili i “punti di sutura”. Il trattato appare inoltre diviso in tre sezioni distinte, coincidenti su per giù con i libri AB, Γ e Δ.

<sup>46</sup> Nel *Περὶ φιλοσοφίας*, opera che precede il *De Caelo*, risalente all’ultimo periodo platonico, il filosofo presentava già l’etere come quinto elemento, dotato di natura divina come gli astri e come questi vivente e provvisto di intelligenza. Anche nel *De Caelo* gli astri sono animati.

<sup>47</sup> O. Longo, *Introduzione ad Aristotele...*, cit. p. XII.

<sup>48</sup> L’etere come quinto elemento è già in Platone, *Timeo*, 55c e 981c. Cfr. altresì F. Boll e alii, *Storia dell’astrologia*, cit., pp. 30-31.

<sup>49</sup> O. Longo, *Introduzione ad Aristotele...*, cit. p. XIV, n. 2.

forma: è la sostanza più pregevole (τίμιον); è un corpo divino (θεῖον σῶμα); più perfetto rispetto agli altri esattamente come più perfetto è il moto circolare è il solo perfetto e il cerchio la sola figura perfetta. Il movimento è eterno, in quanto non ha principio e fine, ma ogni punto è insieme principio e fine. Il corpo circolare è ingenerato e incorruttibile, sottratto alle alterazioni del mondo sublunare. Inalterabile è anche il suo moto, che si compie senza pausa e secondo una velocità uniforme<sup>50</sup>.

Questi dunque gli elementi che costituiscono il cosmo, ma occorre delinearne la struttura: il corpo circolare è il contenente del tutto (περιέχον) nonché il limite estremo (πέρας), e poiché la sua forma è quella di una sfera, anche il mondo che esso circonda ha in sé la medesima forma sferica. All'interno del corpo circolare sono disposte in ordine concentrico le sfere dei pianeti. Queste sono solide e provocano il movimento dei corpi (come in Eudosso, il quale, però, dava inconsistenza alle sfere).

L'universo aristotelico è dunque un susseguirsi di sfere concentriche, una dentro l'altra e contigue. Al centro del tutto è posizionata la terra, corpo immobile. Sembra una contraddizione, in quanto ogni corpo prelude a un movimento, ma è la stessa immobilità a costituire il suo movimento. Ogni centimetro della terra tende per sua natura verso il centro dell'universo, ergo il pianeta è assemblata, compatta attorno al nucleo centrale del cosmo. Da qui la necessità che la sua forma sia sferica, la deduzione è matematica: il centro è un punto geometrico e l'attrazione verso il centro di una materia avviene se da ogni parte c'è la medesima distanza. Il centro del tutto, del *periechon* è quindi il centro della terra, ma la coincidenza è dovuta al moto naturale della terra verso il centro<sup>51</sup>. La centralità e l'unicità della terra rientrano nel discorso aristotelico non solo in quanto punto geometrico all'interno di un sistema di forme e movimenti rettilinei o circolari, ma comprende l'intera gamma di sfaccettature che compongono il *corpus* filosofico/animistico/religioso, che non rientra nel tema puramente astronomico. Rientra in ambito cosmografico invece il limite estremo dell'universo che, per sua stessa definizione, coincide con il limite della sua forma..., ovviamente sferica<sup>52</sup>.

---

<sup>50</sup> O. Longo, *Introduzione ad Aristotele...*, cit. p. XVI.

<sup>51</sup> *De Caelo*, 296b 15-19.

<sup>52</sup> *Phis.*, 212b8 e 209b 1.

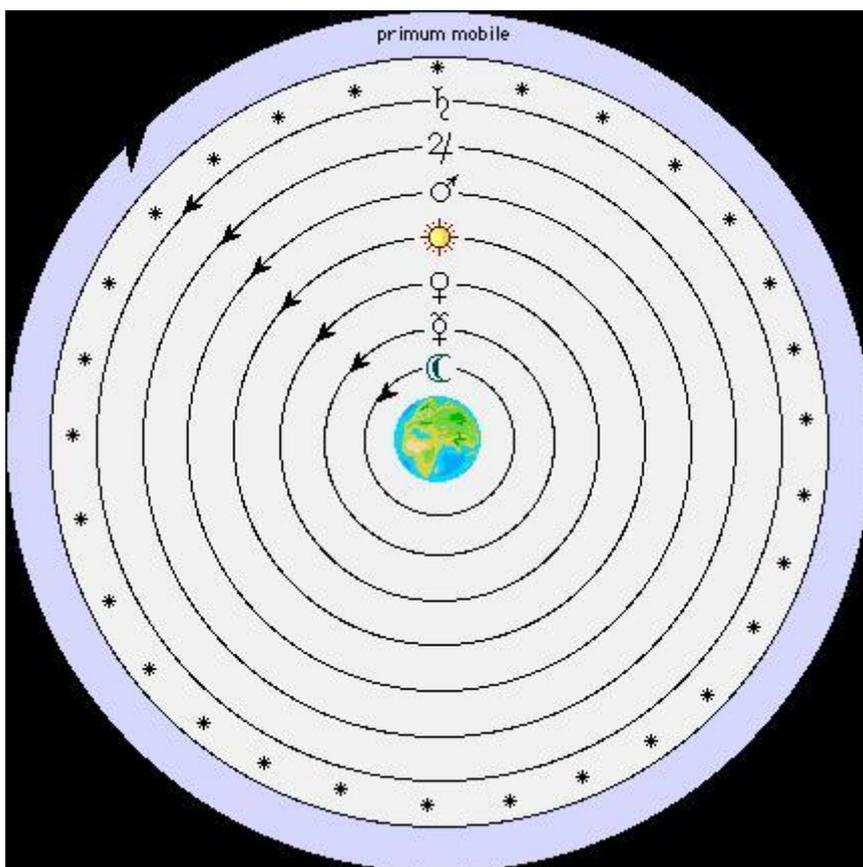


Fig. 11. Universo aristotelico

Il sistema aristotelico si basa sui fondamenti posti da Eudosso e Callippo, e pur dissentendo su parecchi punti con il suo celebre maestro, da Platone riprende il postulato, difeso con estrema convinzione, della natura animata e divina dei pianeti.

Il precettore di Alessandro Magno, con il suo metodo del fisico non poteva non proporre una soluzione per la salvezza dei fenomeni. Egli si occupa del movimento dei pianeti, o meglio, delle sfere che trasportano i pianeti, perfezionando le migliori poste da Callippo alle dottrine eudossiane<sup>53</sup>. Ma non è nel *De Caelo* che egli espone le sue teorie, bensì nel XII libro della *Metafisica*, capo 8, dopo la sintesi delle speculazioni dei suoi predecessori, illustra le rettifiche apportate. Accetta le correzioni callippe, ma non ritiene il suo sistema adeguato a spiegare tutti i fenomeni, perciò aggiunge alle sfere già supplementari già aumentate da Callippo un'altra serie di sfere "reagenti" (ἀνελίττουαι) in numero di  $n-1$  rispetto alle prime. Introdurre sfere reagenti ha come

<sup>53</sup> È lo stesso Aristotele ad ammetterlo nella *Metafisica*, 1073b 17-1074a 14.

come motivazione il rendere possibile dare il movimento di collegamento alle sfere contigue, caratterizzate da identico percorso. Solo due sfere non richiedono, per potersi muovere la presenza di sfere reattive, la più esterna, quella che asseconda il moto delle stelle fisse e la più interna, quella della luna in quanto ultima non deve provocare ulteriori moti, in quanto, come già, detto, la terra ha solo la tensione verso il centro<sup>54</sup>.

Il prospetto che emerge è il seguente:

Tabella 2	EUDOSSO	CALLIPPO	ARISTOTELE
Saturno	4	4	$4 + 3 = 7$
Giove	4	4	$4 + 3 = 7$
Marte	4	$4 + 1 = 5$	$5 + 4 = 9$
Venere	4	$4 + 1 = 5$	$5 + 4 = 9$
Mercurio	4	$4 + 1 = 5$	$5 + 4 = 9$
Sole	3	$3 + 2 = 5$	$5 + 4 = 9$
Luna	3	$3 + 2 = 5$	5
	26	33	55

L'evidenza numerica parla chiaro: ogni "miglioria" implica una successiva complicazione del sistema.

Se la teoria è esplicitata nella *Metafisica*, è nel *De Caelo* che Aristotele pone le questioni più annose.

Infatti, nel *De Caelo* il filosofo si domanda come mai il numero delle sfere planetarie, procedendo dal corpo circolare più grande, e digradando verso la terra, non segua un accrescimento regolare, la logica vorrebbe che i pianeti più lontani dal cielo delle stelle fisse dovrebbero avere il maggior numero di sfere, invece ad averne di più

---

<sup>54</sup> Esistono però supposizioni affinché non siano attribuite sfere al Sole, in qual caso il computo sarebbe ridotto a 51 sfere, ma il totale dato da Aristotele è di 47 sfere, perciò alcuni sostengono che vadano levate anche le sfere attribuite a Mercurio. Cfr. A. B. Krische, *Forschungen auf dem Gebiete der antiken Philosophie*, I, Goettingen, Druck und Verlag der Dieterichschen Buchhandlung, pp. 288 e ss.; H. Bonitz, *Aristotelis Metaphysica*, vol. II (commentarius), Bonn 1849, r. Hildesheim 1960, pp. 507-10; A. Schwegler, *Die Metaphysik des Aristoteles*, vol. III, Frankfurt 1960, pp. 273-80; K. Pranti, *Vier Bücher über das Himmelsgebäude*, p. 306 in fulltext <https://archive.org>.

sono quelli intermedi, e il sole e la luna hanno un numero minore di movimenti rispetto agli altri pianeti:

Ciò che più fa meraviglia è per qual ragione non siano gli astri più lontani dalla prima sfera a muoversi di moti via via più numerosi, ma sono invece quelli intermedi ad avere maggior numero di moti. Potrebbe infatti parer ragionevole che, muovendosi il corpo primo d'un solo moto, il più vicino a esso si muova d'un numero minimo di movimenti, ad esempio due, e quello successivo tre, o secondo qualche altro ordine analogo. Accade invece il contrario: il sole e la luna infatti compiono minor numero di movimenti che non alcuni pianeti. Eppure questi sono più degli altri prossimi al corpo primo; per alcuni astri, questo l'abbiamo potuto constatare anche con la nostra vista: abbiamo visto infatti la luna passare in fase di metà davanti alla stella Marte, e (Marte), nascosto dapprima dalla parte oscura di essa, uscire da quella visibile e luminosa. E cose analoghe ci riferiscono anche per gli astri gli Egizi e i Babilonesi, che fin dai tempi più antichi, e per moltissimi anni, hanno osservato questi fenomeni, e dai quali abbiamo molte notizie su ciascuno degli astri. Questa dunque è la prima aporia che uno potrebbe sollevare; l'altra è, per qual ragione nella prima sfera ci sia un numero di stelle tale che l'insieme della loro schiera pare ascendere a una cifra innumerevole, mentre gli astri son posti ciascuno separatamente (in una propria sfera), e non se ne vedono due o più infissi nella medesima sfera<sup>55</sup>”.

La giustificazione dei movimenti parte dunque dalla *Metafisica*, in quanto non può reggere né la consistenza numerica eudossiana, né quella callippea. Nel *De Caelo* il problema posto è la causa prima del movimento delle sfere, come negli ultimi libri della *Fisica* e nel XII della *Metafisica*, ma la soluzione non è univoca. Come già detto (cfr. n. 28) gli astri sono esseri senzienti, corpi muniti di movimento e di vita<sup>56</sup>. Sarebbe quindi superflua la presenza di un primo motore trascendente, come pare enucleare il primo libro per quanto concerne i corpi circolari<sup>57</sup>, essendo questi in apparenza di per sé un motore, non immobile, ma in questo argomento Aristotele è ambiguo e la soluzione del fisico diventa quella del filosofo e non sempre la vicenda si riesce a dirimere. Il motore immobile è definito negli ultimi libri della *Fisica*, ove parte con la dimostrazione della sua esistenza<sup>58</sup>. E in quest'ottica risolve il problema della mancata progressione delle sfere, come esplica Oddone Longo: “Giacché, mentre il corpo circolare si muove di un solo movimento, i pianeti hanno più movimenti, che diventano più numerosi via via che ci si allontana dal corpo primo. Ma il numero di questi movimenti non segue una

---

<sup>55</sup> *De Caelo*, 291b-292a 1-15, pp. 155-57.

<sup>56</sup> 292a 18 e ss.

<sup>57</sup> Specialmente 279a 18; 284a 5-11; 285a 29; 286a 9 e ss.; 288a 27-b 6; 292a 20; 300b 15.

<sup>58</sup> *Phys.*, H 1; Θ 5.

progressione regolare: al di sotto di un certo limite, il numero non aumenta più, ma diminuisce nuovamente, con il sole e con la luna, finché con la terra il movimento finisce del tutto. Per rendere ragione di questa irregolarità, Aristotele giunge ad attribuire al moto delle sfere una causa finale: esse si muovono al fine di partecipare al bene supremo, e di giungere a possederlo”<sup>59</sup>. Nella sintesi di Longo è evidente come l’essere supremo non coincida con il corpo circolare, ma un altro ente la cui essenza è la perfezione. Ed è proprio per assorbire o essere assorbiti in questa perfezione le sfere celesti si muovono, perciò quelli più lontani, non potendo prendere parte che in modo approssimativo alla perfezione, non hanno l’aire degli altri e conseguentemente diminuiscono i moti, questi sono il sole e la luna, mentre la terra, come detto, è immobile. In questo modo divide nettamente gli spazi, è evidente il binomio che si crea tra regione delle stelle e mondo al di sotto della luna.

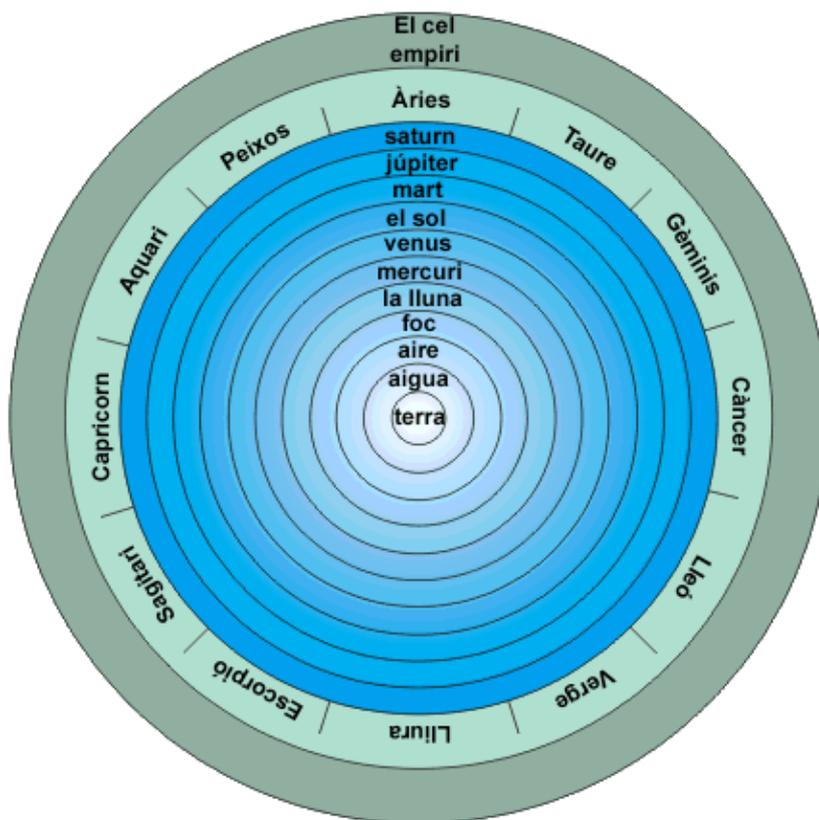


Fig. 12. Universo aristotelico

<sup>59</sup> O. Longo, *Introduzione ad Aristotele...*, cit. p. XXVIII.

6. La teoria dei “deferenti e degli epicicli”: Apollonio di Perga (seconda metà III sec. a.C.).

Fig. 13. Frontespizio *Conicorum* di Apollonio



L’astronomia matematica post aristotelica di epoca ellenistica si dedica alla soluzione del problema che Platone aveva posto e che Eudosso aveva fatto suo. Lo scopo è sempre volto a ricondurre i moti irregolari degli astri erranti a ordine di moti circolari a velocità uniforme. La teoria eudossiana delle sfere omocentriche si è svelata fallace, non abbastanza duttile rispetto alle continue osservazioni del cielo che fornivano informazioni sempre più dettagliate, pertanto il problema è riemerso con prepotenza. L’errore di Eudosso consiste nel considerare ogni corpo celeste sempre alla stessa distanza

dalla terra; ma nel caso del Sole, della Luna e anche di alcuni pianeti si osservano variazioni di tale distanza.

Apollonio di Perga (attivo ad Alessandria nella seconda metà III sec. a.C.), e Ipparco di Nicea sostituiscono al sistema di Eudosso, la teoria “*dei deferenti e degli epicicli*”, che sarà l’assunto della astronomia ellenistica, più ricca di studi e di indicazioni precise, dovute proprio al lavoro e ai “modelli” degli scienziati precedenti. In breve la teoria consiste nello spiegare il moto degli astri sull’eclittica come il prodotto della composizione di due moti circolari uniformi. Il primo movimento rotatorio ha come centro la Terra, il secondo, invece, ha come centro un punto sul cerchio del precedente. Il primo cerchio denominato “deferente”, ruotando, impernia il centro del secondo, ossia l’epiciclo, che contiene il corpo celeste in un punto della propria circonferenza. In questo modo si producono variazioni nella velocità angolare e nelle distanze dal centro, ovviamente costituito dalla Terra. Una volta determinati opportunamente i sensi e le velocità di moti di ciascuno dei due cerchi, nonché le loro dimensioni relative, un numero pressoché infinito di rotazioni individuate dal punto di osservazione sulla Terra può essere ricondotto a moti circolari uniformi. Questa teoria inoltre è suscettibile di aggiustamenti e allargamenti, di cui il più ovvio è l’epiciclo su epiciclo, ovvero l’inserimento di un secondo epiciclo il cui centro è sulla circonferenza del primo e che ha, a sua volta, l’astro sulla propria circonferenza<sup>60</sup>.

Alcuni astri, tra i quali è compreso il Sole, possono addirittura essere ricondotti a moti circolari uniformi in modo ancora diverso, ossia ipotizzando il movimento a velocità uniforme su una corona eccentrica alla Terra. Anche in questo modo si ottengono insieme variazioni nella velocità angolare e nelle distanze.

Se andiamo a studiare nel particolare questa teoria, vediamo che ciascun pianeta è dotato di due moti, dei quali uno è costantemente rivolto a oriente intorno all’eclittica. Si sovrappone a tale movimento costante un altro longitudinale, che procede in avanti e indietro e che varia occasionalmente in retrogradazioni<sup>61</sup>.

---

<sup>60</sup> Riguardo un esempio di produzione modellistica riguardante la teoria dei deferenti e degli epicicli si rinvia a A. Aaboe, *On a Greek qualitative planetary model of the epicyclic variety*, in “Centaurus” 1963-1964 IX, pp. 1-10.

<sup>61</sup> In realtà, secondo Sambursky, l’ideatore della teoria degli epicicli è ignoto, Apollonio di Perga l’avrebbe soltanto sviluppata. Cfr. *Il mondo fisico...*, cit. p. 77.

La proiezione del modello di Apollonio prevede il piano dell'eclittica, osservato dal polo nord dell'eclittica. Il cerchio del deferente è centrato alla terra definita "T", lungo questo cerchio, il punto denominato "K" si muove con velocità costante verso est. Il cerchio "K" costituisce il cerchio motore per il secondo cerchio, detto appunto "epiciclo". Il pianeta viaggia intorno all'epiciclo mantenendo velocità costante.

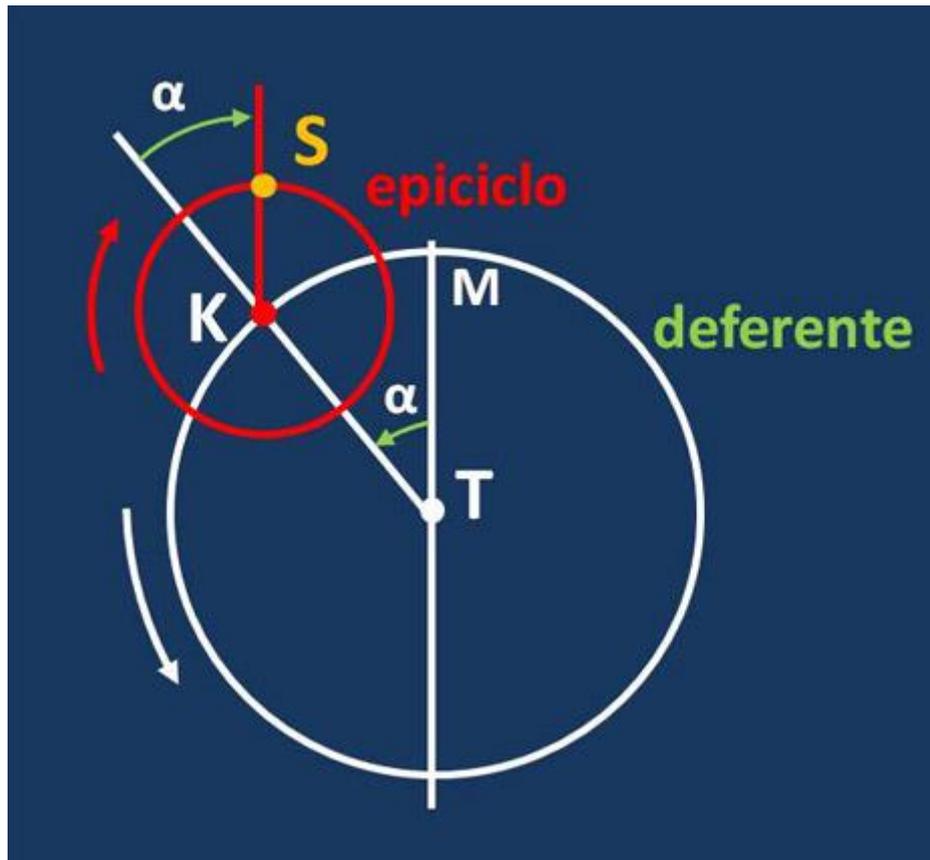


Fig. 14. Teoria dei deferenti ed epicicli di Apollonio.

Il movimento del cerchio "K" intorno al deferente è destinato a riprodurre il circuito del pianeta intorno all'eclittica, pertanto necessita il compimento della rivoluzione completa in un periodo tropicale.

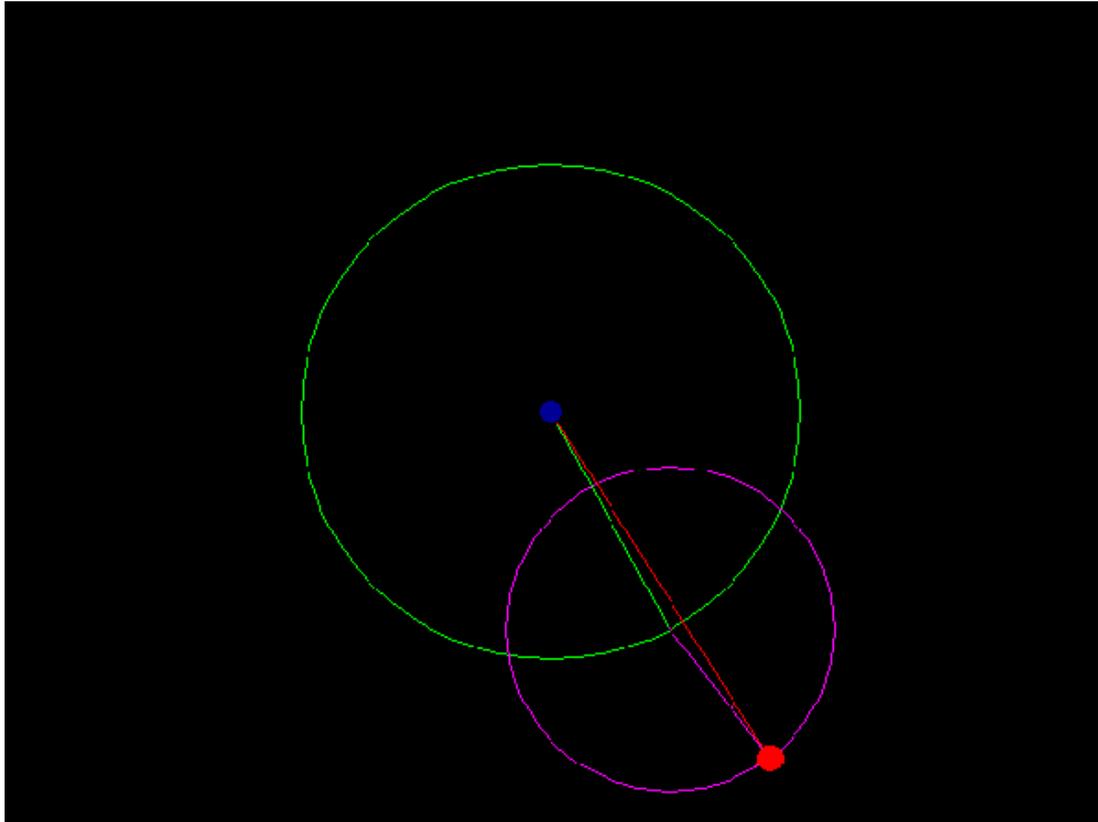


Fig. 15. Simulazione teoria di Apollonio

Quando i due movimenti sono messi insieme, il moto che risulta è una serie di anelli, visibili nella animazione della figura 15.

I pianeti superiori retrocedono quando sono in opposizione al sole. Inoltre esiste una relazione periodo che collega i moti tropicali e sinodici del pianeta al moto del sole. Ogni teoria planetaria deve essere in grado di tener conto di questi fatti, ma il modello appena descritto è molto lontano dal farlo.

Un'anomalia da sottolineare è relativa al Sole. Secondo l'omocentrismo il Sole si muove a velocità angolare costante intorno alla terra, mentre in realtà il Sole non lo fa.

I pianeti inferiori (Mercurio e Venere) hanno il medesimo periodo tropicale del Sole. Essi si muovono alternativamente avanti e dietro il Sole me sempre "come stretti compagni". È possibile spiegare il fenomeno attraverso la teoria di Apollonio inserendo la seguente aggiunta: nel caso di un pianeta inferiore la direzione che va dalla terra al centro dell'epiciclo coincide sempre con la direzione della Terra verso il Sole.

È stato asserito che i pianeti ruotano sull'epiciclo nella stessa direzione come il centro dell'epiciclo ruota sul deferente. Nel caso dei pianeti inferiori è facile provarlo.

Un pianeta inferiore raggiunge il suo massimo giro dalle mediana del Sole quando la linea vista dalla terra diventa tangente all'epiciclo.

Il modello di Apollonio prevede una mera spiegazione dei moti retrogradi che sono le problematiche della fisica aristotelica, in quanto i corpi celesti devono muoversi di movimenti circolari e uniformi. Secondo il modello, Marte è più vicino alla terra durante il moto retrogrado. L'osservazione è dovuta al fatto che durante l'osservazione di Marte il pianeta risulta più brillante che in altri tempi. Il modello di Apollonio, perciò rappresenta un miglioramento rispetto al modello delle sfere omocentriche eudossiano da un punto di vista matematico, sebbene il modello non sia in grado di prevedere i moti retrogradi dei pianeti con reale accuratezza. Infatti il modello di Apollonio ha generato cerchi retrogradi che sono tutti della stessa forma e misura e che sono equidistanti intorno alla fascia dello zodiaco.

La retrogradazione di Marte mostra grande variabilità. Marte torna indietro su un arco la cui lunghezza varia da circa  $10^\circ$  (come nel 109 d.C.) a  $20^\circ$  (come nel 118 d.C.). In ogni caso la distanza che il pianeta attraversa tra una retrogradazione e la successiva è abbastanza variabile.

Ogni allontanamento di un pianeta dal moto uniforme e angolare è chiamata anomalia o ineguaglianza. Marte ha addirittura due disequaglianze. Una di queste è veramente impressionante e produce il cambiamento di direzione noto come moto retrogrado. Nella teoria di Apollonio l'anomalia si produce per via dell'epiciclo. Come abbiamo visto il moto retrogrado è intimamente connesso al Sole: i pianeti superiori retrocedono quando sono in opposizione al Sole. Per questa ragione le disequaglianze di un pianeta associate al moto retrogrado sono definite diseguali rispetto al Sole.

Nella teoria solare, abbiamo un esempio di un differente tipo di disequaglianza: l'anomalia equinoziale. Il sole sembra muoversi più velocemente in alcune parti dello zodiaco e più lentamente in altre parti. Nella teoria solare questa anomalia può essere prodotta mediante un circolo deferente eccentrico. Anche Marte ha una disequaglianza zodiacale. Il centro dell'epiciclo appare viaggiare più lentamente intorno alla retrogradazione della posizione dell'anno 118 e più velocemente intorno alla retrogradazione della posizione dell'anno 109.

7. Ipparco di Nicea (190 a.C. 120 a.C.): l'accettazione di ipotesi combinate "per accidente".

Il più grande astronomo del passato antico riesce a coniugare ipotesi differenti, nella rappresentazione della salvezza dei fenomeni. Quanto concluso nel paragrafo precedente prende forma negli studi di Ipparco.

Il niceno è noto per la scoperta della precessione degli equinozi<sup>62</sup> (fig. 17).

Fig. 16. Ipparco di Nicea

Nella distinzione tra ed epicicli, Ipparco dimostra disegnare il cammino del sole, supposizione di una descrizione del cerchio rispetto alla terra, sia la teoria che segue un cerchio "purché la rivoluzione di epiciclo si compisse esattamente nel tempo in cui il percorreva un cerchio concentrico alla terra"<sup>63</sup>.



eccentrici  
che si può  
sia nella  
eccentrico  
utilizzando  
epiciclico,  
questo  
suo centro

---

<sup>62</sup> Lo spostamento annuale del punto  $\gamma$  verso occidente: tradotto in termini antichi, la lenta rotazione della sfera delle stelle fisse in direzione opposta pari a 45'' o 46'' all'anno. Cfr. M. Di Bono, *Le sfere omocentriche di Giovan Battista Amico nell'astronomia del cinquecento*, C.N.R. — Università di Genova, 1990, p. 23.

<sup>63</sup> Per usare le parole di P. Duhem, *Salvare i fenomeni*, cit. p. 27.

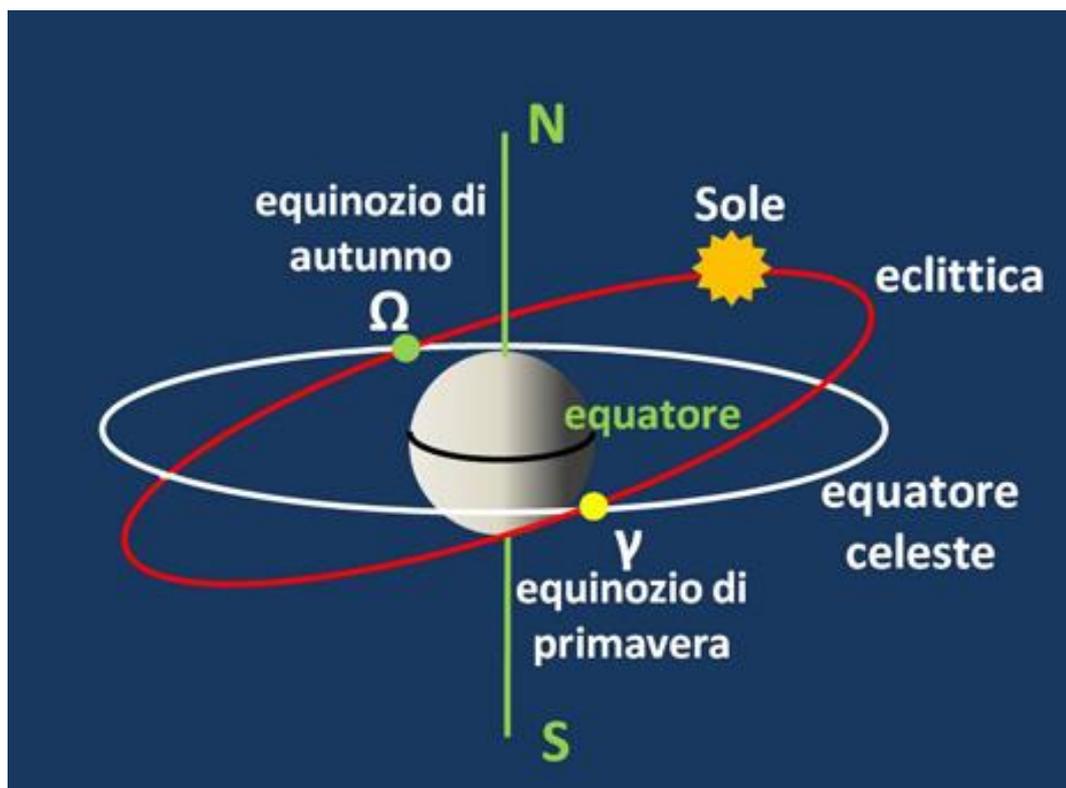


Fig. 17. Precessione degli equinozi.

Ipparco, quasi sorpreso, sottolinea tale concordanza di risultati di due ipotesi sostanzialmente molto diverse, ne siamo a conoscenza in quanto Teone di Smirne, citando Adrasto di Afrodizia, tramanda gli insegnamenti di Ipparco, a proposito di quanto detto:

“Ipparco ha fatto notare che è degna dell’attenzione del matematico la ricerca della spiegazione dei fenomeni con l’ausilio di due ipotesi così differenti come quella dei cerchi eccentrici e quella dei cerchi concentrici percorsi da epicicli”<sup>64</sup>.

Ipparco parte dal presupposto che, sebbene non vi sia che una sola ipotesi che possa ritenersi conforme alla natura delle cose (κατά φύσιν), è possibile affrontare la “salvezza dei fenomeni” attraverso qualunque teoria che concordi con le conseguenze dell’osservazione empirica, in sintesi è quando diverse ipotesi che giungono alla spiegazione dei moti finale e si accordano per accidente.

<sup>64</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia cum Sereni fragmento*, ed. et latine vertit Th. H. Martin, Paris 1849, cap. XXVI, p. 245, ris. anast. Bouma’s Boekhuis, Gröningen 1971.

Commenta infatti così Teone di Smirne:

“È evidentemente conforme a ragione che vi sia accordo tra le due ipotesi dei matematici sui moti degli astri, quella dell’epiciclo e quella dell’eccentrico; ambedue si accordano per accidente con quella che è conforme alla natura delle cose e ciò costituiva la causa della meraviglia di Ipparco”<sup>65</sup>.

Il problema però rimane: quale delle ipotesi è quella esatta, ossia quella conforme alla natura? La competenza dovrebbe riguardare il metodo del fisico. Sebbene, secondo Adrasto, tramandato sempre da Teone, Ipparco, esperto in astronomia e meno in fisica non spieghi tale prevalenza:

“È chiaro, per i motivi spiegati, che tra due ipotesi di cui ciascuna è la conseguenza dell’altra, quella dell’epiciclo sembra la più accettata, la più comunemente ammessa, la più conforme alla natura delle cose. E ciò perché l’epiciclo è un grande cerchio di una sfera solida, quello che il pianeta descrive nel suo moto attorno a questa sfera, mentre l’eccentrico differisce interamente dal cerchio che è conforme alla natura ed è piuttosto descritto per accidente. Ipparco, persuaso che il fenomeno si produca così, vanta come propria l’ipotesi dell’epiciclo e dice che è probabile che tutti i corpi celesti siano uniformemente collocati in rapporto al centro del mondo e che siano verosimilmente uniti ad esso. Ma egli, non conoscendo sufficientemente la fisica, non ha compreso bene quale sia il vero moto degli astri che è in accordo con la natura delle cose, né quello che è per accidente e che è soltanto una apparenza. Egli stabilisce, pertanto, come principio che l’epiciclo di ogni pianeta si muova su un cerchio concentrico e che il pianeta si muova sull’epiciclo”<sup>66</sup>.

Accreditando ambedue le teorie che salvano il moto apparente del sole, in un accordo per accidente, Ipparco non fa che porre un serio limite alle mere teorie astronomiche. In tal modo Adrasto può avvalorare che l’ipotesi dell’eccentrico è una conseguenza dell’ipotesi dell’epiciclo; dal suo canto, Teone può sovvertire l’assunto e considerare l’ipotesi dell’epiciclo un esito dell’ipotesi dell’eccentrico<sup>67</sup>. La riflessione su tali opinioni opposte determina in modo inequivocabile l’atteggiamento di Ipparco che esula dal dirimere la faccenda, ossia il limite del metodo dell’astronomo a fornire l’ipotesi reale, quella conforme alla natura delle cose:

---

<sup>65</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia...*, cit., cap. XXXII, p. 293.

<sup>66</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia...*, cit., cap. XXXIV, p. 299.

<sup>67</sup> Cfr. Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia...*, cit., cap. XXVI, pp. 245-47.

“A qualunque ipotesi ci si fermi le apparenze saranno salvate; è per questo che si può considerare come vane le discussioni dei matematici, alcuni dei quali dicono che i pianeti non sono trasportati su dei cerchi eccentrici, altri pretendono che essi siano trasportati lungo epicicli e altri ancora che si muovano attorno allo stesso centro della sfera delle stelle fisse. Noi dimostreremo che i pianeti descrivono per accidente questi tre tipi di cerchi: un cerchio attorno al centro dell’universo, un cerchio eccentrico e un cerchio epiciclico”<sup>68</sup>.

A quali conclusioni si giunge dunque.

La prima versione è dell’epiciclo minore, quella il cui il detto epiciclo ruota nel senso opposto a quello del deferente. Con l’epiciclo maggiore i cerchi ruotano nel medesimo senso, in tal modo è possibile simulare anche i moti più complessi (come quelli di Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno), nei quali la maggiore velocità si verifica nel corso di un moto retrogrado, che si esplica addirittura a guisa di cappio.

Questo modello risulta essere più agile rispetto a quello eudossiano, dell’ippopede, il quale necessitava per la generazione del movimento di due sfere, ora invece ne è sufficiente uno solo, l’epiciclo.

Per l’osservatore terrestre, dunque, il pianeta si muove nell’identico verso del deferente quando percorre il semicerchio superiore dell’epiciclo – la parte più lontana, e in senso contrario quando percorre la parte inferiore, che corrisponde al punto più vicino. Si osserva quindi “che l’epiciclo, pur rappresentando un moto circolare e uniforme, induce sul pianeta una velocità ora additiva ora sottrattiva a quella del deferente. Sul tratto inferiore dell’epiciclo v’è un punto, facilmente determinabile per via geometrica, in cui le due velocità risulteranno eguali ma di segno opposto e quindi il pianeta, osservato dalla Terra, sembrerà fermarsi sullo sfondo delle stelle fisse (punto stazionario); superato questo punto prevarrà la componente epiciclica della velocità angolare, ed esso sembrerà tornare indietro (moto retrogrado) fino a quando, raggiunto un nuovo punto stazionario, il pianeta riprenderà la sua corsa verso est (moto diretto)”<sup>69</sup>.

La teoria dunque appare semplificata anche sotto il profilo dei calcoli, ai fini compilativi di tavole ed effemeridi. Infatti per calcolare la posizione di un dato pianeta in un momento è sufficiente determinarne la posizione media, ossia quella al centro dell’epiciclo, quindi apportarne la correzione dovuta al moto dell’astro sul medesimo

---

<sup>68</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia*..., cit., cap. XXVI, pp. 221-23.

<sup>69</sup> Cfr. G. Barsanti, P. Del Santo, *I sistemi dell’Universo*..., cit., p. 20.

epiciclo. Poiché ambedue i moti, epiciclo su deferente e pianeta su epiciclo, quest'ultimo detto moto in anomalia, sono circolari e uniformi, l'operazione stessa risulta abbastanza facile. Tale calcolo è noto col nome di prostafèresi, essendo l'anomalia aggiunta (*prosthesis*) o sottratta (*aphaeresis*) al moto medio<sup>70</sup>.

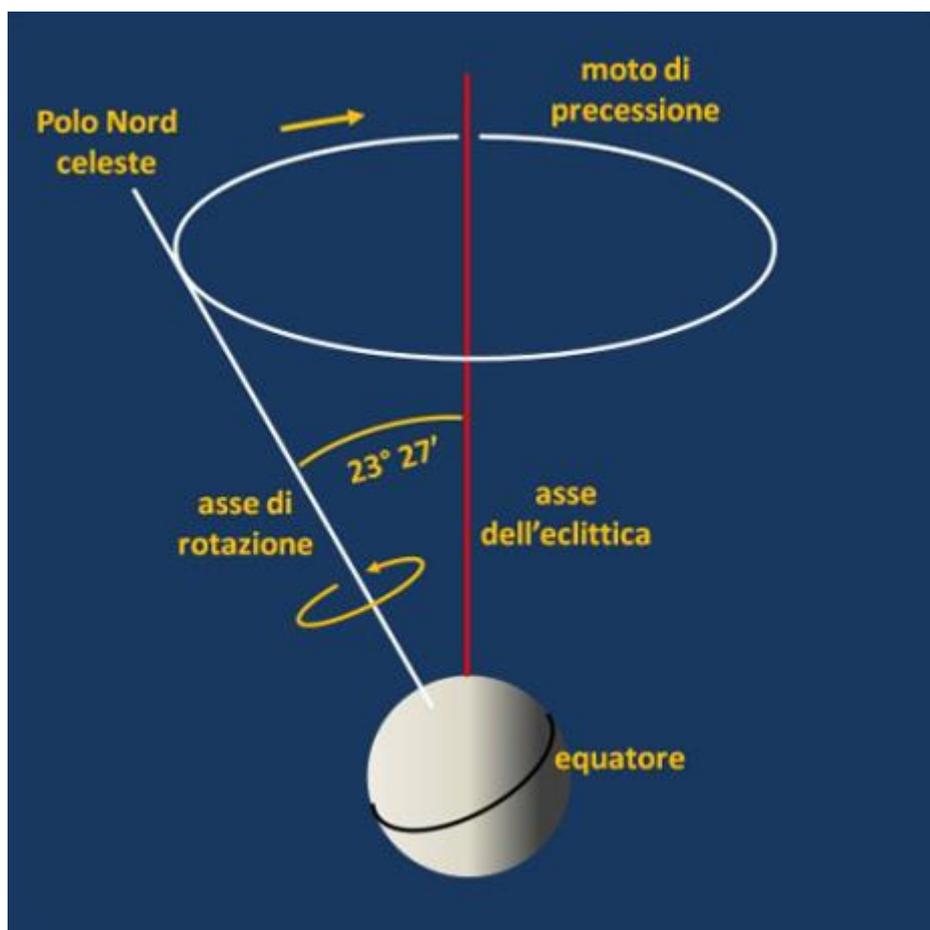


Fig. 18. Cosmo di Ipparco

Apollonio e Ipparco introducono altresì il concetto di “eccentrico”. Questo consiste nell’assunto che il Sole, viene ideato proprio per definire il corso della stella, si trovi su un deferente il cui centro non coincide con quello dell’universo. Da un punto di vista geometrico perciò l’eccentrico corrisponde all’epiciclo minore, ma matematicamente più economico. Simulando pertanto un movimento, l’eccentrico propone lo stesso fenomeno dell’epiciclo maggiore, ossia il moto retrogrado, il cui risultato è sempre un

<sup>70</sup> Ivi, p. 22.

movimento a mo' di cappio, risolto grazie all'utilizzo di un eccentrico mobile (Marte è posto su un deferente il cui centro eccentrico ruota intorno alla Terra). Per far sì che il modello funzioni e i due cerchi seguano un identico percorso occorre solo che i raggi del deferente e dell'eccentrico, dell'epiciclo e del concentrico siano uguali<sup>71</sup>.

---

<sup>71</sup> Si rammenta che in passato era impossibile stabilire le distanze assolute, pertanto gli astronomi antichi si limitavano a studiare "i rapporti" e l'ordine esatto dei pianeti non è stato mai stabilito con la dovuta certezza.

## 8. Posidonio di Apamea (135 a.C. - 50 a.C.) e Dercillide (I sec. d.C.)

Posidonio si inserisce nella *querelle* metodologica aristotelica; prende posizione decisa sull'argomento in accordo con Aristotele, per cui spetta al fisico la ricerca di ciò che è in quiete e di ciò che è in movimento.

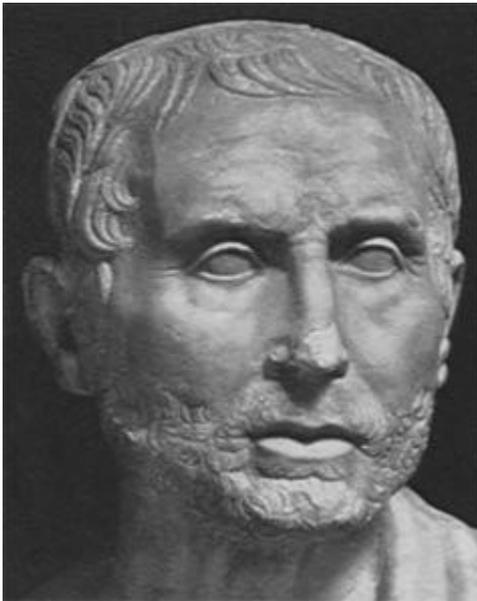


Fig. 19. Posidonio di Apamea

Il platonico Dercillide si trova in accordo con Posidonio e prima di lui con Aristotele, nella *vexata quaestio* relativa ai problemi metodologici:

“Come è impossibile in geometria e in musica dedurre le conseguenze dai principi senza fare ipotesi, così pure in astronomia bisogna esporre in primo luogo le ipotesi a partire dalle quali procede la teoria del movimento degli astri erranti. Ma, forse, prima di tutto, conviene stabilire i principi sui quali si basa lo studio delle matematiche, in modo che tutti ne convengano”<sup>72</sup>.

---

<sup>72</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia...*, cit., cap. XLI, p. 327.

Egli, dunque, riprendendo Posidonio, ricerca la natura dei movimenti degli astri erranti, spettante comunque al fisico:

“poiché non è conforme a ragione che tutti i corpi siano in movimento o che essi siano in quiete, ma poiché alcuni sono in movimento e altri sono immobili, bisogna ricercare ciò che è necessariamente in quiete nell’universo e ciò che è in movimento. Egli aggiunge che bisogna credere che la terra, focolare della casa degli dèi, secondo Platone, resti in quiete e che i pianeti si muovano assieme a tutta la volta celeste che li avvolge”<sup>73</sup>.

Per Dercillide, il matematico non può fare a meno di tenere in considerazione le formulazioni del fisico, in quanto il matematico è come se non avesse diritto a enunciare ipotesi relative alla salvezza dei fenomeni, ove queste fossero in contraddizione con i principi. Non a caso il platonico rifiuta ipotesi come quelle di Eraclide Pontico, accettate invece da Posidonio e Gemino, il quale mette in movimento ciò che immoto per propria natura e per il posto che occupa, al contrario, pone in stasi ciò che invece si sposta. Dercillide si allontana da Eudosso e Callippo per quanto concerne l’ippopede, arrogando una descrizione “per accidente”, in quanto solo rotazioni uniformi in orbite solide possiedono il moto naturale.

Egli, non volendo necessariamente spiegare tutti i cammini celesti, segue pedissequamente la teoria dell’epiciclo, astronomicamente adatta a risolvere lo spostamento di un pianeta sull’epiciclo di una circonferenza concentrica all’universo. Il suo pensiero è riportato da Teone di Smirne:

“Egli non crede che i cerchi eccentrici siano la causa del movimento che fa variare la distanza di un pianeta rispetto alla terra. Egli pensa che tutto ciò che si muove nel cielo sia spinto attorno a un centro unico del movimento e del mondo: [egli pensa dunque che il movimento secondo gli eccentrici] che presentano i pianeti, non è un movimento principale, ma un movimento per accidente; esso risulta, come abbiamo dimostrato precedentemente, dal movimento attraverso epiciclo e cerchio concentrico, epiciclo e cerchio che sono descritti nello spessore di un’orbita omocentrica al mondo. Poiché ogni orbita ha due superfici, una superficie interna è concava e una superficie esterna che è convessa, è all’interno di queste due superfici che l’astro si muove seguendo un epiciclo e un cerchio concentrico; per effetto di questo movimento descrive per accidente un cerchio eccentrico”<sup>74</sup>.

---

<sup>73</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia*..., cit., cap. XLI, p. 331.

<sup>74</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia*..., cit., cap. XLI, p. 331.

Anche in questo caso, quale sia la causa perché Dercillide consideri il movimento planetario che segua un cerchio eccentrico al mondo contrario ai principi della fisica non è dato sapere, così come insolita appare l'accettazione da parte di quella medesima fisica che nulla osta al moto epiciclico il cui centro percorre un centro concentrico. Il resto del trattato di Teone non ci viene in aiuto. L'unica spiegazione plausibile è che Dercillide sia in aderenza ai dettami in seguito posti da Adrasto di Afrodizia, o che perlomeno non differissero molto, in quanto è presumibile che quest'ultimo, seguito anche da Teone di Smirne, li abbia ripresi proprio dal platonico attivo circa un secolo prima.

## 9. Teone di Smirne (70 ca. 135 ca.)

L'autore del *Liber de astronomia cum Sereni fragmento*, compendia suoi predecessori, accettando o rifiutando le varie teorie. In sintesi ripete le dottrine del platonico Dercillide e dell'epigono Adrasto, anche nel confutare, assieme a loro, la supposizione Pontico di una sistema. Nella Platone con sfere astronomica nella ed epiciclici possibilità di prevedendo affermazione

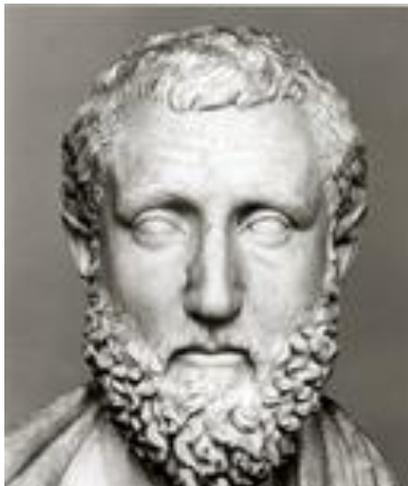


Fig. 22 Busto di Teone di Smirne, Musei Capitolini

di Posidonio, Gemino ed Eraclide posizione centrale del sole nella sua interpretazione esegetica di ammette di aver costruito un modello solide capace di esplicitare la teoria di Platone. Ma va ancora più avanti: disquisizione dei movimenti eccentrici fa respingere allo stesso filosofo la un moto che segua i primi, solo i secondi<sup>75</sup>. Ma è noto come tale teoniana sia una mera *fictio*, in quanto

nella produzione di Platone nulla emerge in tal senso<sup>76</sup>. Egli non menziona mai né le teorie degli epicicli, né quelle degli eccentrici, a lui ignote. Sono definiti solo i cerchi concentrici, per cui ogni pianeta subiva un moto di rotazione attorno al proprio centro. Da un punto di vista dialettico, però, ciò non esclude il fatto che la teoria degli epicicli non contrasti con la dottrina platonica: infatti una sfera epiciclica che ruoti attorno al proprio centro può rientrare ipoteticamente nel discorso complessivo delle rivoluzioni

---

<sup>75</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia...*, cit., cap. XVI, p. 203.

<sup>76</sup> Proclii Diadochi, *In Platonis Timaeum commentaria*, ed. E. Dihels, Lipsiae 1903-1906, t. II, p. 864; t. III, p. 96; t. III, p. 146.

celesti. Al contrario non può prevedere una ipotesi epiciclica la composizione aristotelica, in quanto risulta incompatibile alla naturalità e divinità dei movimenti spiegati dal metodo “fisico”, che vuole come rotazione naturale solo quella uniforme intorno al centro dell’universo.

#### 10. Adrasto di Afrodizia (attivo nella seconda metà del II sec. d.C.)

Legato profondamente alle dottrine di Dercillide, cui si ispira, Adrasto attribuisce a tutti gli astri erranti un'orbita comprendente due superfici sferiche concentriche all'universo. Una sfera piena, solida che occupa tutto lo spazio è inserita all'interno dell'orbita, ove, come una pietra preziosa nel castone, si incastra il pianeta. Il movimento rotatorio perciò è ottenuto mediante il trascinamento della sfera dalla suddetta orbita, intorno al centro del cosmo, coincidente con il centro della terra, finché la sfera solida compie il moto di rivoluzione. Questo, in sintesi, è il meccanismo secondo il quale il pianeta descrive l'epiciclo, il cui centro percorre un cerchio concentrico al mondo<sup>77</sup>.

Il processo meccanico è giustificato mediante metodo del fisico. Assodato il presupposto delle sfere, ritenute di volta in volta, solide, piene o vuote, occorre stabilire quali siano i principi che le faccia ruotare ognuna intorno al proprio centro:

“Ciò che è secondo natura, in effetti, è che certe linee circolari o elicoidali, non sono descritte dagli astri stessi e per mezzo di essi, in senso opposto al movimento dell'universo; il fatto è che non esistono cerchi che girano attorno ai loro centri particolari trascinandovi gli astri che sono loro invariabilmente legati [...] Come potrebbe accadere, in effetti, che simili corpi fossero legati a dei cerchi immateriali?”<sup>78</sup>.

Per quanto concerne le orbite Adrasto, che riprende Dercillide e sarà seguito da Teone di Smirne, accoglie non solo il movimento lemniscata eudossiano, ma applica in più sia l'epiciclico che l'eccentrico. Sarebbe un limite inaccettabile prevedere astro che compia un moto esclusivamente geometrico. Perciò, nella danza del cielo, il pianeta

---

<sup>77</sup> Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia*..., cit., cap. XXXI, p. 275; cap. XXXII, pp. 281-85.

<sup>78</sup> *Ibidem*.

compie “un epiciclo il cui centro percorre un cerchio concentrico al mondo, poiché essi hanno scoperto un procedimento che permette di imporre all’astro tale traiettoria facendo girare su se stesse sfere solide opportunamente coneguate. Una ipotesi compatibile con la natura delle cose allorché un abile tornitore può realizzarla con il metallo o con il legno”<sup>79</sup>. La spiegazione di Duhem è adatta a comprendere quella che era la logica ai tempi di un empirismo osservativo: la comprensione è dovuta a quanto possa essere ricondotto e applicato alla vita quotidiana. Per questo motivo si verifica il discorso all’opposto: una teoria assume connotazione maggiormente reale in quanto suffragata da meccanismi riproducibili i moti celesti.

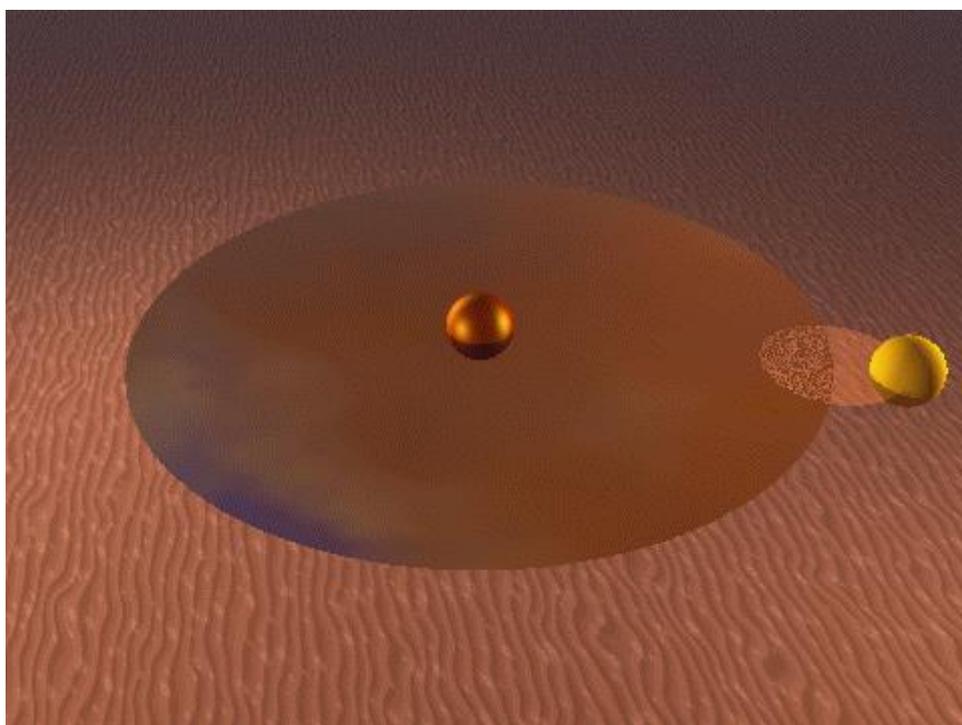


Fig. 20 Sistema epiciclico

---

<sup>79</sup> P. Duhem, *Salvare i fenomeni*, cit., p. 33.

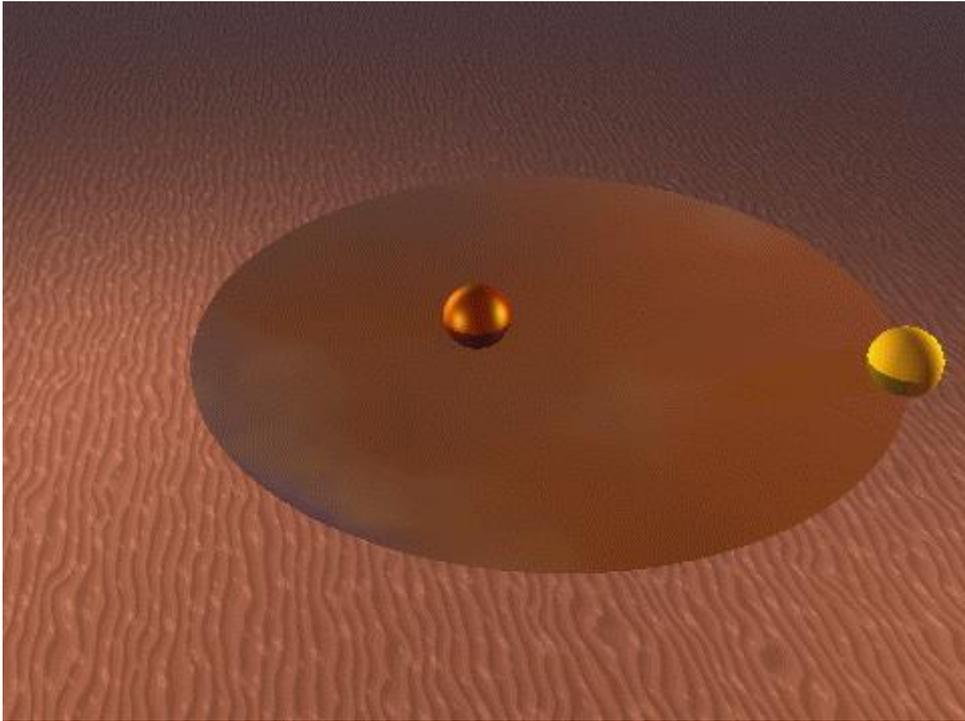


Fig. 21. Sistema eccentrico

## 11. Tolomeo (90-168 A.D.): la regola della “semplicità” e l’“equante”.

Con Claudio Tolomeo la terra è ormai il centro sacro e immoto dell’universo.

È proprio Tolomeo che fa progredire l’astronomia e rende pertanto insostenibili le teorie di Adrasto e Teone. Egli nell’intento di riprodurre le irregolarità dei moti planetari, dà a ogni pianeta, o meglio a ogni cerchio percorso da un pianeta un epiciclo, il cui centro non resta invariato al punto centrale cosmico, ma descrive un cerchio eccentrico alla terra. A questo punto, il congegno ideato da Adrasto di Afrodizia e Teone di Smirne diviene inadatto a disegnare un simile sistema alquanto più complesso. L’inadeguatezza aumenta di volta in volta che Tolomeo complica ulteriormente il suo impianto, apportando modifiche a quello originario di Ipparco, sempre nel tentativo della salvezza dei fenomeni.



Fig. 23. C. Tolomeo

È altresì evidente che il metodo aristotelico “fisico” non può bastare all’astronomia tolemaica: un criterio meramente fisico e geometrico non suscettibile di essere

riprodotto in scala né da legno o metallo, non può certo spiegare matematicamente le ipotesi espresse nella *Sintassi*<sup>80</sup>, e pertanto i seguaci di Tolomeo devono affrancare le loro teorie dalla gabbia costituita dai parametri cui i fisici si assoggettano.

Tolomeo illustra il movimento affidando a ciascuno degli astri erranti un'orbita dotata di spessore, limitrofa alle orbite dell'astro che precede e che segue. In questo modo, il pianeta si muove nell'interstizio tra le due superfici sferiche, concentriche alla terra, delimitanti la sua orbita. Questo movimento è il frutto ultimo delle numerose e complesse ipotesi mostrate nella *Syntaxis mathematica*.



Fig. 24. C. Tolomeo, frontespizio *Geografia*, Ulm 1485

Ma come fa Tolomeo, sia geometra che astronomo, a giustificare “fisicamente” tutte queste supposizioni? Nelle sue opere non compare certo uno struggimento per trovare un compromesso da parte sua, anzi vi è soltanto un accenno in un passo, ove esplica che per salvare i movimenti apparenti, l'astronomo deve “il più possibile adattare le ipotesi più semplici ai movimenti celesti, ma se essi non bastano bisogna prenderne altre che

---

<sup>80</sup> Claudii Ptolomaei, *Syntaxis mathematica*, ed. J.L. Heiberg, Lipsiae 1898-1903.

siano più convenienti”<sup>81</sup>. In parole povere egli segue la cosiddetta regola della “semplicità”<sup>82</sup>.



Fig. 25 Raffaello, La Scuola di Atene (particolare)

La regola, paradossalmente, salvaguarda quindi anche le complicanze che si verificano. A parere di Tolomeo è possibile complicare le ipotesi affinché si possa rappresentare esattamente i movimenti cosmici, e la complicazione non deve costituire un motivo per rifiutare una tal teoria. Queste le sue parole:

“Infatti se ciascuno dei movimenti apparenti resta salvato, in quanto conseguenza delle ipotesi, chi potrebbe trovare strano che da questi movimenti complicati risultino i movimenti dei corpi celesti? [...] Non si devono prendere in considerazione le costruzioni che noi abbiamo congegnato allo scopo di giudicare attraverso esse anche le difficoltà delle ipotesi. Non conviene, infatti, paragonare le cose umane alle cose divine; non bisogna fondare la nostra fiducia su oggetti collocati così in alto facendo riferimento ad esempi ottenuti da ciò che ne differisce maggiormente. Infatti, vi è forse qualcosa che differisca di più dagli esseri che cambiano continuamente? Dagli esseri che sono sottoposti alla

---

<sup>81</sup> Claudii Ptolomaei, *Syntaxis matematica*, 1. IX, cap. 1.

<sup>82</sup> Di questa opinione anche P. Duhem, *Salvare i fenomeni*, cit. p. 36.

costrizione dell'intero universo? Dagli esseri che sono svincolati anche dalla stessa forza che essi esercitano?"<sup>83</sup>.

Il passo denota l'inidoneità dei modelli a raffigurare i moti celesti, ma è ancora più esplicito:

“Finché ci atteniamo alla considerazione di queste rappresentazioni costruite da noi, troviamo difficile la composizione e la successione dei diversi movimenti: agganciarli in maniera che ciascuno di essi possa attuarsi liberamente ci risulta essere un compito impossibile. Ma se noi esaminiamo ciò che accade il cielo non siamo più ostacolati da una simile mescolanza di movimenti”.

In questo modo Tolomeo minimizza la sua proiezione dei movimenti multipli, al fine di determinare il tragitto dei corpi celesti nella *Sintesi*, rispetto alla realtà: l'unica traiettoria è quella che si verifica in cielo. L'unica certezza è che egli non può assegnare agli astri movimenti contrari alla loro natura, ciò sarebbe impossibile:

“Non vi è nella regione ove si producono questi movimenti alcuna essenza che sia per sua natura dotata del potere di opporsi a questi movimenti: ciò che vi si trova si sottopone senza difficoltà ai movimenti naturali di ciascuno degli astri e consente loro di passare, anche se questi movimenti si producono in senso opposto; in tal modo tutti gli astri possono passare e tutti possono essere scorti attraverso tutti i fluidi che sono diffusi in maniera omogenea”.

Sebbene succinto, il pensiero tolemaico è ben interpretabile per quanto concerne le ipotesi astronomiche: le diverse rotazioni su cerchi concentrici o eccentrici, su epicicli, che occorre combinare per determinare la traiettoria di un astro errante, sono meri espedienti congegnati al fine di salvare i fenomeni, in virtù delle ipotesi più semplici che si possono supporre. Si comprende bene dunque che, qualunque riproduzione meccanica poco o nulla abbia a che fare con la realtà cosmica.

---

<sup>83</sup> Claudii Ptolomaei, *Syntaxis matematica*, 1. IX, cap. 1.

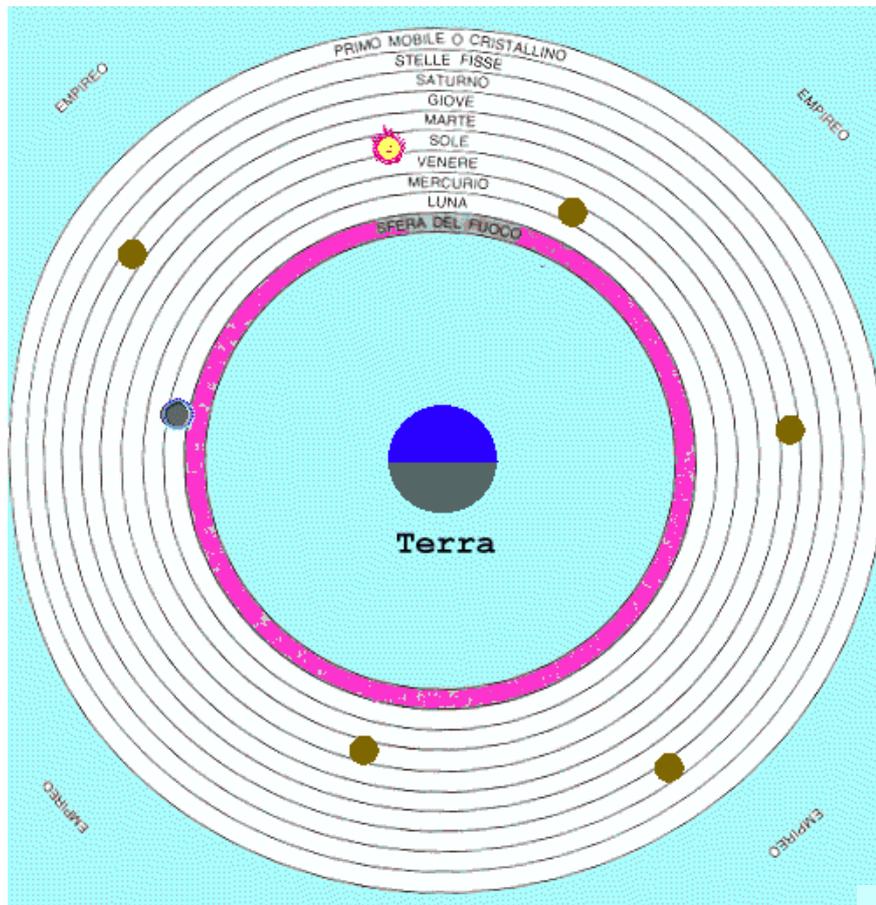


Fig. 26. Sistema tolemaico

Il sistema tolemaico salva le apparenze del sole, sia che gli si faccia descrivere un cerchio eccentrico al mondo o che lo si faccia girare su un epiciclo equidistante al centro del mondo. Per Adrasto e Teone deve essere accolta esclusivamente la teoria epiciclica, perché suffragata da un meccanismo di sfere solide, incastrate le une nelle altre per definire il percorso solare. Tolomeo, invece, ritiene molto più “ragionevole attenersi all’ipotesi dell’eccentrico, perché essa è più semplice e perché essa suppone un solo movimento e non due”<sup>84</sup>.

Per spiegare efficacemente le variazioni di velocità dei pianeti Tolomeo utilizza il cosiddetto “equante”: egli dunque suppone che il deferente ruoti con moto costante non rispetto al proprio centro geometrico, bensì a un punto decentrato detto appunto

---

<sup>84</sup> Claudii Ptolomaei, *Syntaxis matematica*, 1. IX, cap. 1, come tutte i precedenti passi citati.

“equante”. Il pianeta, in tal modo, può percorrere volte di lunghezze differenti nel medesimo lasso di tempo, ma a diversa velocità<sup>85</sup>.

L’innovazione tolemaica più rilevante all’introduzione dell’equante è quindi l’eccentricità del deferente, poiché, in qualche modo, sopperisce alla realtà dell’anomalia “ellittica”. L’individuazione del “punto equante” sorge dalla necessità di spiegare le anomalie dei moti, poiché nemmeno il decentramento è in grado di decifrarle tutte. Fatta eccezione per Mercurio, la cui ellitticità è talmente grande da costringere Tolomeo ad aggiungere un ulteriore movimento del centro del deferente, per tutti i pianeti la Terra, il centro del deferente e il punto equante, sono situati tutti sulla stessa retta e a uguale distanza<sup>86</sup>.

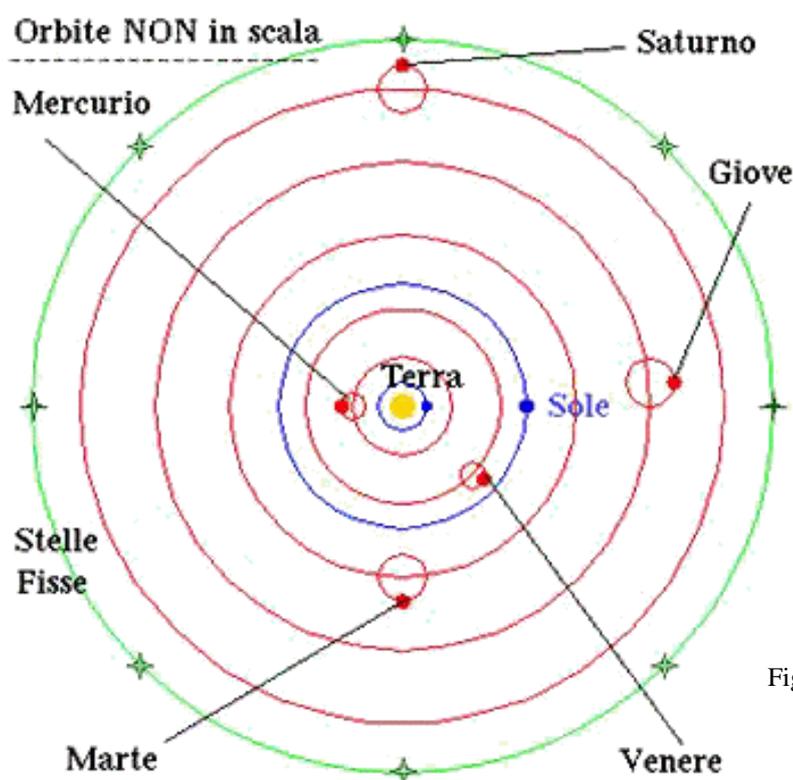


Fig. 27. Sistema tolemaico

<sup>85</sup> Eliminare l’equante sarà la massima conquista della teoria eliocentrica da parte di Copernico.

<sup>86</sup> È evidente che, se da un lato l’equante preserva l’assioma del moto uniforme, dall’altro lo viola, ponendo gravi difficoltà di “fisica”. Ciò nonostante è comprensibile che gli scienziati dell’epoca si propongono più come *mathemates*, lasciando ai filosofi, *physices*, le speculazioni sulla costituzione dei corpi celesti e sulla natura dei loro moti. Se si sottende una proiezione cinematica, l’equante “salva i fenomeni” in modo abbastanza soddisfacente, “come ora possiamo capire facilmente, considerando che esso era molto vicino alla seconda legge di Keplero”. G. Barsanti, P. Del Santo, *I sistemi dell’Universo...*, cit., p. 26.

E sempre con Tolomeo la consistenza delle sfere si liquefa: “L’orbita di ciascuno degli astri erranti è riempita da una sostanza fluida che non oppone resistenza al movimento dei corpi che essa bagna. Nel mezzo di questa sostanza, l’astro descrive la sua traiettoria più o meno complicata senza alcuna sfera solida lo guidi nel movimento”<sup>87</sup>.

Ma in ogni caso, sfere solide o fluide, l’impegno dell’astronomo è relativo alla dimostrazione che tutti i moti ipotetici, sia eccentrici che epicicli, riproducessi i percorsi degli astri erranti, sono mere astrazioni, pure speculazioni frutto delle idee umane, non sussistono nel cosmo, ove è reale soltanto il movimento composto e non scomponibile di ogni pianeta.

Dalla terra salgono in ordine crescente sette sfere planetarie, i cerchi concentrici meramente ideali che talvolta assumono consistenza reale sulla cui superficie girano i pianeti, tra sotto il sole e tre sopra.

“Più in basso di tutti gira la luna, che riceve e rimanda i vapori della terra; sopra i due compagni di viaggio del sole, il piccolo, insignificante Mercurio e il possente e quasi bianco Venere, simile al sole. Nella quarta sfera, quindi in mezzo, giace lo stesso sole, il cui potere dominante era apparso sempre più chiaro agli antichi. Seguono i tre pianeti superiori: l’ “igneo” e minacciosamente rosso Marte, il giallo-chiaro Giove dalla luce mite e il giallo-torbido Saturno, che con la lentezza da vegliardo descrive la sua orbita in remote regioni del cielo. La distanza media dei pianeti dalla Terra, su cui poggia questo edificio di sfere celesti, collima col loro tempo tropico di passaggio attraverso lo zodiaco, che è il più breve nel caso della luna, il periodo tropico, cioè l’intervallo fra due ritorni successivi al punto equinoziale, ammonta (approssimativamente) a 27 giorni e  $\frac{1}{3}$ , e il periodo sinodico, cioè l’intervallo fra due noviluni, a 29 giorni e  $\frac{1}{2}$ ; per Mercurio, Venere, sole e Marte, il periodo tropico è

---

<sup>87</sup> P. Duhem, *Salvare i fenomeni*, cit. p. 37.

rispettivamente di 88, 225, 365, 687 giorni; per Giove quasi 12 anni, per Saturno di quasi 29 anni e  $\frac{1}{2}$ , insomma di 30 anni circa”<sup>88</sup>.

Al disopra delle sette sfere planetarie si staglia l’ottava sfera, secondo l’opinione comune – condivisa anche da Aristotele, la quale sorregge tutte le stelle fisse<sup>89</sup>, le quali compiono in blocco un unico movimento.

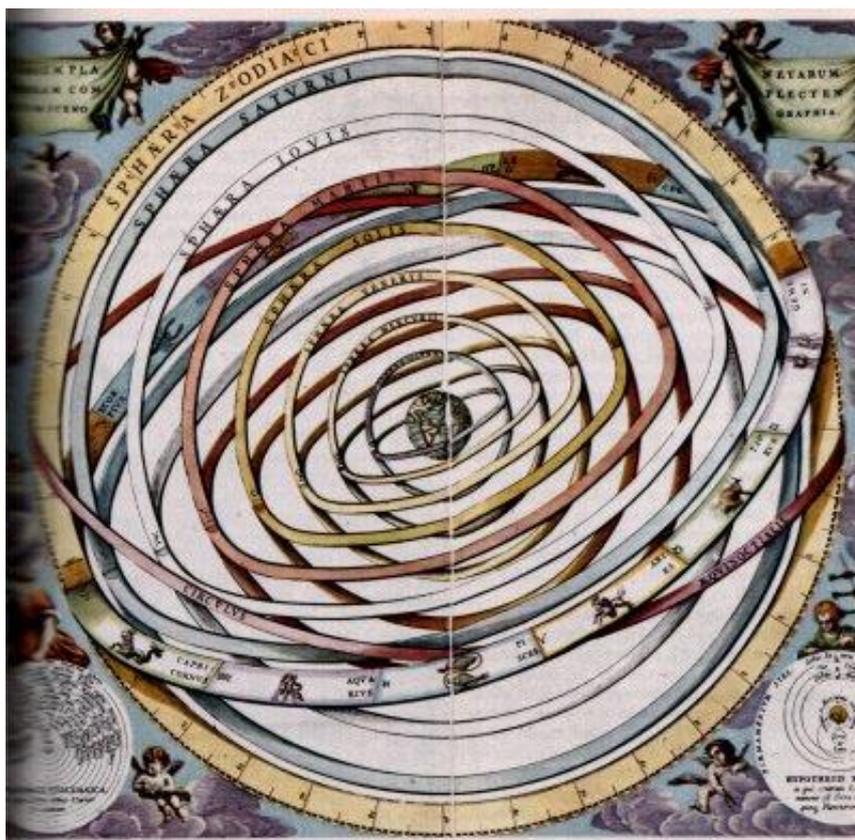


Fig. 28. Sistema tolemaico

Una teoria scientifica ha come obiettivo precipuo quello di fare “previsioni” su eventi della realtà che ancora devono accadere. Questa è la caratteristica che distingue il

---

<sup>88</sup> F. Boll et alii, *Storia dell’astrologia*, cit. pp. 61-62.

<sup>89</sup> È evidente che, anche nell’antichità, il dubbio che le stelle visibili non si trovassero tutte alla medesima distanza sia stato sollevato, ma si consideri la volontà di rendere chiari concetti piuttosto complessi, è diventata norma nelle ricostruzioni, globi pieni e sfere armillari, nonché nelle carte del cielo, collocare nella sfera più ampia le stelle fisse.

sapere cosiddetto scientifico dagli altri tipi di sapere<sup>90</sup>. Per poter “prevedere” lo scienziato elabora un “modello” (per esempio il modello planetario eudossiano – in seguito quello tolemaico, o i modelli di Terra “Terra piatta” e “Terra sferica”). Il presupposto inevitabile del modello è costituito dall’ipotesi (o dalle ipotesi, perché possono essere più d’una). Dalle ipotesi si possono trarre alcune conclusioni: se tali conclusioni sono controllabili, ossia verificabili mediante esperimento, si parla di previsioni. La conferma di previsione è data dagli esperimenti, perciò è possibile definire valido il modello. Il modello funziona dunque entro certi “limiti di validità”, per questo le mappe stellari di Tolomeo possono essere usate ancora oggi per orientarsi di notte, anche se le stelle non sono “realmente” infisse su una sfera, così come le cartine geografiche piatte sono utili per viaggi brevi. Fuori da questi limiti, invece, il modello può non funzionare, cioè le previsioni che produce vengono falsificate dagli. Una teoria scientifica non è dunque una necessariamente descrizione della realtà ma è un “modello che fa previsioni entro un certi limiti di validità”<sup>91</sup>.

---

<sup>90</sup> Fare previsioni vuol dire anche semplicemente dire cosa avviene se facciamo un certo esperimento: quando affermiamo che un liquido è acqua, facciamo la previsione che bollerà a 100°C (in condizioni “normali”).

<sup>91</sup> B. Marano, *Le origini del metodo scientifico*, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, [www.parodos.it](http://www.parodos.it).

12. Proclo (8 febbraio 412 d.C.-17 aprile 485 d.C.) e la pluralità delle teorie.

La dottrina della semplicità proposta da Tolomeo sembra essere pienamente ammessa e adottata da Proclo, che la ripropone in parecchi suoi scritti, in particolar modo se ne occupa nelle *Ipotiposi*, ove illustra lo scenario delle ipotesi astronomiche tolemaiche<sup>92</sup>.



Fig. 29. Proclo

Riguardo i movimenti indecomponibili ipotizzati da Tolomeo, Proclo comprende bene che l'assunto sorge come dicotomia nei confronti dei corpi che per loro natura sono suscettibili solo di moti circolari e uniformi, perciò afferma:

“Gli astronomi che hanno l'uniformità dei movimenti dei corpi celesti ignoravano che la natura vera di questi movimenti è al contrario costituita dall'irregolarità”.

---

<sup>92</sup> Cfr. Proclus Diadochus, *Hypotyposis astronomicarum positionum*, ed. et interpret. C. Manitius, Lipsiae 1909.

La risoluzione dei fenomeni è un problema già ampiamente eviscerato, ai tempi di Proclo, pur tuttavia non esiste una dottrina univoca, l'osservazione empirica pone alcune problematiche variamente sciolte nel corso dei secoli precedenti: come base si attribuiscono ai corpi celesti mobili moti semplici, uniformi e circolari, l'escamotage degli epicicli e degli eccentrici consente una spiegazione plausibile a quanto si osserva salvaguardando la natura dei pianeti sferici.

L'astronomo quindi ripropone la polemica degli eccentrici ed epicicli se reali o meno:

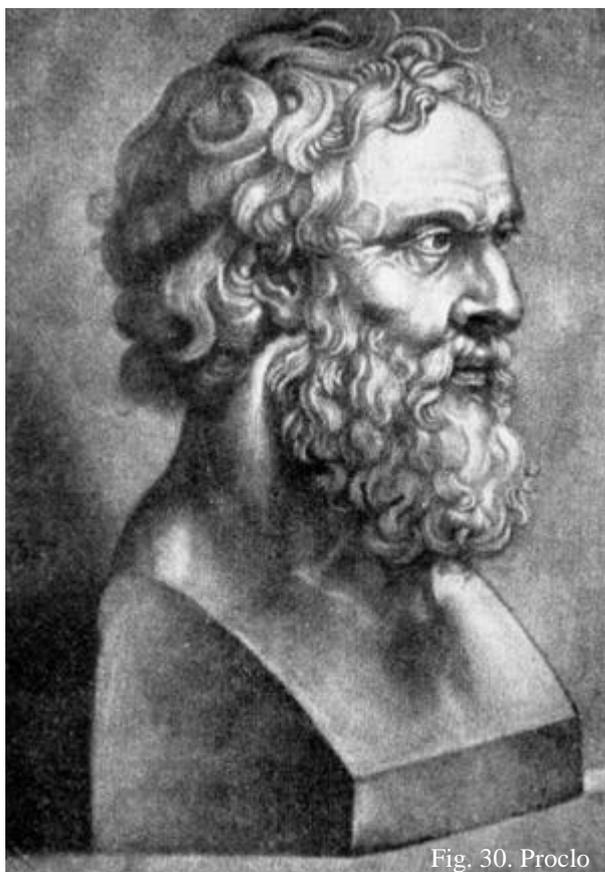


Fig. 30. Proclo

“o questi cerchi sono puramente fittizi e ideali oppure essi hanno una esistenza reale in seno alle sfere degli astri, sfere al cui interno essi sono posti [... Coloro che] dimenticano che questi cerchi sono solamente nel pensiero e sostituiscono i corpi naturali con delle concezioni matematiche, stabiliscono le cause dei movimenti naturali per mezzo di cose che non affatto esistenza in natura”<sup>93</sup>.

L'annoso problema perdura nel tempo e non è di facile interpretazione: epicicli ed eccentrici esistono o meno? Quali siano i movimenti reali nel cosmo non è dato sapere, in quanto, ad ascoltare Proclo, considerare i cerchi effettivi è mera fantasia e chi lo afferma incorre in errore, in quanto non

è possibile evidenziare la vera essenza nel cielo:

“Ammettendo, infatti, che i movimenti irregolari degli astri siano prodotti in verità da cerchi, che questi abbiano una esistenza reale nei cieli, tali astronomi distruggono la continuità delle sfere nelle quali si trovano questi cerchi che essi fanno muovere gli uni in un senso e gli altri in senso contrario e a questi ultimi fanno seguire una legge diversa da quelli”<sup>94</sup>.

---

<sup>93</sup> *Ibidem.*

<sup>94</sup> *Ibidem.*

In questa epoca, dunque, la “ragione” degli astronomi e il metodo a essi relativo diventa il fulcro della ricerca empirica, trascurando le motivazioni pseudo-scientifiche del metodo fisico tanto caro ad Aristotele. Per cui tutte le congiunture e intersezioni, tutte le composizioni e scomposizioni proposte dei moti planetari non hanno bisogno di essere suffragate dai principi prodotti dalla fisica, bensì occorre procedere con un programma inverso: partire dal dato finale, in questo caso da ciò che si osserva, e da lì marciare a ritroso e dedurre, dagli esiti, i meccanismi, in quanto gli astronomi:

“non arrivano alle conclusioni consequenzialmente partendo dalle ipotesi, come avviene nelle altre scienze, ma assumendo le conclusioni come punto di partenza si sforzano di costruire delle ipotesi dalle quali risultino necessariamente gli effetti conformi a queste conclusioni... Queste ipotesi sono concepite al fine di scoprire la forma dei movimenti degli astri, che in realtà si muovono in conformità a ciò che appare; grazie ad essi si può giungere a misurare le situazioni particolari che si presentano in questi astri”<sup>95</sup>.

Come detto l’argomento è spinoso, di non facile soluzione, in quanto da un lato abbiamo i moti celesti, dall’altro le osservazioni empiriche da parte degli astronomi, i quali possono solo apprezzare i percorsi apparenti. E il compito di questi ultimi è tentare di rendere i fenomeni traducibili in termini matematici e semplici, senza peccare di *hybris* (), e incorrere nella tentazione di mettere sullo stesso piano le cose divine e quelle umane<sup>96</sup>.

Nei *Commenti al Timeo*, Proclo professa con determinazione tale modestia:

“Come conseguenza della nostra debolezza si introduce qualche inesattezza nella sequela delle immagini con le quali rappresentiamo ciò che esiste. In effetti, per conoscere bisogna che noi facciamo uso dell’immaginazione, del sentimento e di una quantità di altri strumenti, poiché gli dei hanno riservato tutte queste cose a uno di essi, alla Intelligenza Divina. Quando si tratta di cose sublunari, a causa della instabilità della materia da cui sono costituite, ci accontentiamo di assumere ciò che si verifica nella maggior parte dei casi. D’altra parte, quando vogliamo conoscere le cose celesti, noi facciamo uso del sentimento e facciamo appello a una gran quantità di artifici, molto lontani da ogni verosimiglianza. Di conseguenza, a riguardo di ciascuna di queste cose bisogna accontentarsi di un pressappoco proprio perché siamo collocati, come si dice, al livello più basso dell’universo. Che le cose stiano così è manifestato dalle scoperte che si fanno a riguardo delle cose celesti poiché da ipotesi differenti si tirano conclusioni relative agli stessi oggetti. Tra queste ipotesi ve ne

---

<sup>95</sup> *Ibidem*.

<sup>96</sup> Qui il platonico Proclo è in pieno accordo con Tolomeo.

sono che salvano i fenomeni per mezzo di epicicli, altre che li salvano per mezzo di eccentrici, altre ancora per mezzo di sfere prive di astri e che girano in senso contrario”<sup>97</sup>.

L’ossimoro in cui cade Proclo è evidente. Accettare o confutare ipotesi è imprescindibile dalle ipotesi medesime. Il platonico afferma l’impossibilità di comprendere il reale disegno delle danze planetarie, in quanto l’umana comprensione, trovandosi al di sotto della sfera lunare, ossia la più lontana dalla sfera delle stelle fisse, quella capace di far rotare l’intero universo, non ha per sua natura la capacità cognitiva di arrivare a capire le cose divine. Ma in questo modo egli non ha fatto altro che accettare la teoria delle sfere omocentriche proposta dagli studiosi che lo hanno preceduto. In ogni caso, per Proclo, lo scibile relativo al cosmo non è raggiungibile dalla mente umana. Ogni teoria ha la caratteristica dell’approssimazione, dettata da un intelletto che fa appello al sentimento. Ogni tentativo di rendere geometrica una traiettoria di un corpo celeste è solo un artificio, atto a salvare un dato osservato, fornendo una conclusione che possa essere conforme a quanto l’occhio umano ha visto. Ma si tratta di una pallida visione della verità, una immagine inesatta, più assurda che verosimile, ove regna l’incertezza. L’uomo può studiare la materia, ma si lascia al *logos* divino la conoscenza della delle sostanze celesti. Siamo molto lontani dal progetto ambizioso aristotelico postulato nel *De Caelo* e nella *Metafisica*, ove i principi della fisica possono ancorare rappresentazioni, fotografie diremmo oggi, del vero assetto cosmografico, esulando da parvenze o illusioni.

---

<sup>97</sup> Procli Diadochi, *In Platonis Timaeum Commentaria*, ed. E.Diehls.

### 13. I *Commenti* di Simplicio (490 circa – 560 circa)

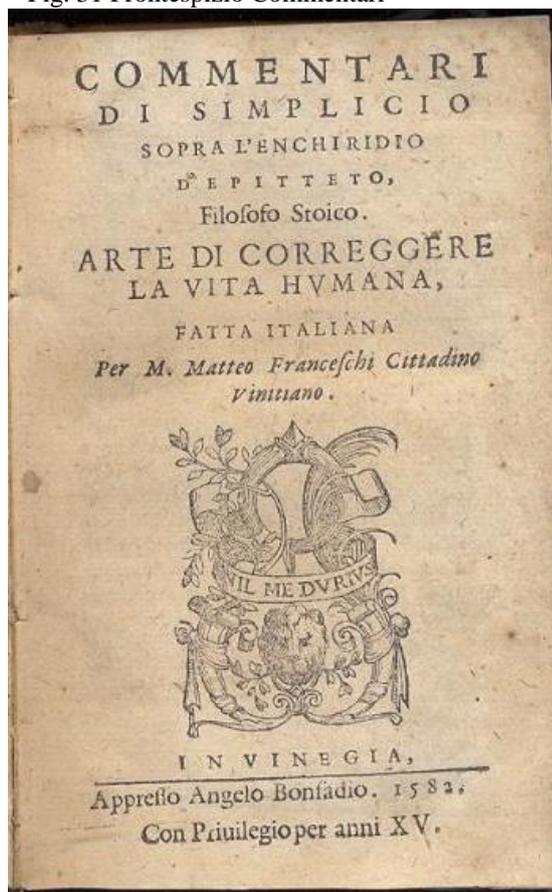
L'elettico Simplicio, commentatore dell'opera aristotelica, si inserisce nella vicenda assumendo una posizione intermedia tra i pensieri di Proclo e Aristotele. Si adegua al moto circolare e uniforme aristotelico, riconoscendogli l'essenza diretta nei corpi celesti, pur non

essenza

rivolta in ogni parte mondo nella sua contrario di Proclo, ammette irregolarità, dovute, secondo lui, dei movimenti

che si intrecciano schema reale. Si scomposizione dei erranti sino preliminare. Perciò riconosce la presenza omocentriche con e eccentrici ed epicicli, consueto moto la cui

Fig. 31 Frontespizio *Commentari*



esclusivamente figure circolari e regolari. Tutti questi cammini servono a salvare i fenomeni dal punto di vista di chi osserva, di certo non sussistono i mezzi per portare a compimento un vero e proprio *excursus*, che costituisca la realtà di un cielo troppo al di

ritenendo la quinta necessariamente

verso il centro del rotazione. Al

invece, non in apparenza

dalle complicate circolari e uniformi

dando vita allo ritorna pertanto alla

percorsi degli astri all'ossatura

l'astronomo di sfere

senza astri, di tutti provvisti del

natura prevede

sopra di noi. Tutte le ipotesi proposte sono finzioni, ombre vane e fallaci, o perlomeno questo è quanto sembra l'interpretazione dei suoi passi:

“È evidente che il fatto di essere di parere diverso a riguardo di queste ipotesi non dovrebbe dar luogo ad alcun rimprovero. Lo scopo che ci si propone, infatti, è quello di sapere se, ammettendo certe supposizioni, si giungerà a salvare le apparenze. Non ci si deve dunque meravigliare se numerosi astronomi si sono sforzati di salvare i fenomeni partendo da ipotesi diverse...<sup>98</sup> Ecco il meraviglioso problema degli astronomi. Essi prima di tutto pongono certe ipotesi; gli antichi, contemporanei di Eudosso e di Callippo, assumevano le ipotesi delle sfere cosiddette giranti contro senso. Tra di essi si deve annoverare Aristotele che nella sua *Metafisica* insegna il sistema delle sfere. Gli astronomi che sono venuti dopo di loro hanno posto le ipotesi degli eccentrici e degli epicicli. A partire da queste ipotesi, gli astronomi si sforzano di mostrare che tutti i corpi celesti hanno un movimento circolare e uniforme, che tutte le irregolarità che si manifestano nell'osservazione di ciascuno di questi corpi, il movimento ora più rapido, ora più lento, ora diretto, ora retrogrado, la latitudine, ora boreale, ora australe, le soste in uno stesso luogo del cielo, il diametro apparente, ora più grande e ora più piccolo, tutte queste cose e tutte le cose analoghe non sono che apparenze e niente affatto realtà<sup>99</sup>... Per salvare queste irregolarità, gli astronomi immaginarono che ogni astro si muova contemporaneamente con più movimenti. Alcuni suppongono dei movimenti che seguono gli eccentrici e gli epicicli, altri invocano le sfere omocentriche al mondo, che vengono chiamate sfere e che girano contro senso. Ma anche se non si considerano reali le soste e i movimenti retrogradi dei pianeti, almeno non più reali delle addizioni e delle sottrazioni dei numeri che si incontrano nello studio dei movimenti e ciò anche quando gli astri sembrano muoversi allo stesso modo, anche in tal caso una esposizione conforme a verità non ammette affatto ipotesi come se fossero tali in realtà. Ragionando sulla essenza dei movimenti celesti gli astronomi dimostrano che questi movimenti sono esenti da ogni irregolarità, sono uniformi, circolari, tutti nello stesso senso. Ma essi non hanno potuto stabilire con esattezza come le conseguenze implicate da queste disposizioni siano solamente fittizie e niente affatto reali. Allora essi si accontentano di giudicare che è possibile salvare i movimenti apparenti degli astri erranti per mezzo di movimenti circolari, uniformi, sempre nello stesso senso”<sup>100</sup>.

L'enunciazione di Simplicio è debitrice a quella di Posidonio, tradita da Gemino. Egli la inserisce nei suoi *Commenti*, in quanto non si limita a una mera *expositionem* dell'opera aristotelica, ma ritiene evidentemente essenziale riferirsi a coloro i quali si sono dedicati all'astronomia e alle cose celesti, pre e post il grande Stagirita. Del resto un commento prevede anche la propria opinione.

Queste teorie, credibili o meno, reali o fantasiose hanno avuto il merito di restare inalterate nei tempi. Attraverso i registi arabi, i cui astronomi conoscevano soprattutto

---

<sup>98</sup> *Simplicii In Aristotelem De Coelo commentaria*, cit. [*Commentaria in Aristotelem graeca*, vol. VII, p. 32, 29-32].

<sup>99</sup> *Ivi*, p. 422, 13-23.

<sup>100</sup> *Ivi*, p. 844, 2-24.

l'*Almagesto* tolemaico, hanno percorso i tempi e pochi anni prima della pubblicazione del capolavoro di Copernico, ancora la teoria delle sfere omocentriche imperversava nelle pubblicazioni scientifiche del XVI secolo.

## II PARTE

### II XVI SECOLO: L'EUDOSSIANO GIOVAN BATTISTA AMICO

#### 1. Introduzione

Se oggi la teoria delle sfere omocentriche fa sorridere, non è stato così per molti secoli. Attraverso l'*Almagesto* tolemaico, gli astronomi arabi, poco inclini alla formulazione di teorie proprie, sposano quelle degli eroi-ci Greci, tramandando il sistema eudossiano/aristotelico prima tolemaico poi attraverso i secoli e reintegrandolo nel mondo occidentale. Il filtro del tempo, delle trasmissioni per lo più commentate ha reso l'impianto, ideato dai Greci ma non per questo ritenuto da essi come la vera realtà in cielo, concreto: perde insomma la veste di verisimiglianza, di ipotesi atta a spiegare e risolvere i fenomeni celesti, per indossare una sua sostanza di verità. Nella ricerca scientifica sino al Cinquecento la teoria geocentrica gode di supremazia rispetto a quella eliocentrica, il cui precursore Aristarco di Samo, viene poco, o per nulla, menzionato rispetto ai più autorevoli Eudosso, Aristotele, Ipparco, Tolomeo, per citare i più celebri. Tolomeo è l'ultimo, grande astronomo del mondo antico. La sua teoria, che usa eccentrici ed epicicli ai fini del calcolo, diverrà nettamente dominante tra gli astrologi, "tanto quelli chini a disegnare minuziosi oroscopi per i potenti quanto quelli intenti a redigere approssimative tavole per i naviganti. Il suo grande trattato sarà integralmente tradotto in latino, aramaico, siriano e, sei secoli dopo, in arabo; per non parlare dei compendi manoscritti dell'*Almagesto* talmente diffusi e frequenti da risultare di difficile numerazione. E questo per ben oltre un millennio"<sup>101</sup>.

---

<sup>101</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit.

Il post tolemaico costituisce uno iato profondo nella cultura occidentale, concentrata, nell'Europa dei "secoli bui", su se stessa, aggrappata alla sopravvivenza dovuta a un'economia ridotta alla mera sussistenza.

Il baricentro si sposta in Oriente, ma si tratta dell'ondata islamica, ove la cultura incontra vecchie civiltà dalla tradizione millenaria: l'Est da un lato, con le conseguenti storie culturali dell'India e dell'Oriente greco-bizantino, l'Occidente e il suo portato di diritto e patrimonio intellettuale romano, che peraltro tanto deve a pensiero greco.

Ma il grande merito arabo sta nella mera trasmissione dei dati, nell'attento e meticoloso lavoro di recupero e traduzione delle antiche opere greche, bandite, se così si può dire, dalla cristianità occidentale, dedita a coniugare e amalgamare le tradizioni classiche con gli ideali e i dogmi cristiani, in un concreto perseguimento di un controllo di potere sempre più temporale.

I secoli dell'Umanesimo e della Rinascita, per vocazione e tradizione definiti periodi della "ripresa e del rifiorire" in tutti i campi del sapere, per quanto concerne l'astronomia troveranno pronti i testi, sovente si tratta però di sunti (si pensi che l'*Almagesto* tolemaico sarà tradotto nella sua interezza solo nel 1538, come dire, a giochi fatti!), da tradurre, non dall'originale greco, bensì dal più ostico arabo e la situazione sarà immutata: l'universo tolemaico, geocentrico e nell'adozione cristiana mantiene il suo primato. Le osservazioni empiriche non si discostano di molto da quelle antiche: l'Universo, insomma, ruota ancora attorno alla terra. C'è da sottolineare che, le suddette traduzioni, sebbene siano approssimative, a volte di seconda mano, forniscono, finalmente, uno strumento decisivo ai fini dei futuri progressi scientifici e astronomici.

Il Mediterraneo perde la sua preminenza, diventa il lago descritto da Braudel<sup>102</sup>. La nuova direttrice storica, nonostante la consistenza eurocentrica, spinge le sue navi verso

---

<sup>102</sup> Cfr. F. Braudel, *Civiltà e imperi del Mediterraneo nell'età di Filippo II*, trad. it. di Carlo Pischetta, 2 voll., Einaudi, Torino 1986, *passim*; C. Barbagallo, *Economia antica e moderna*, "Nuova Rivista Storica", XII, 1928, pp. 465-485; XIII, 1929, pp. 27-44; J. P. Callu, *I commerci oltre i confini dell'Impero*, trad. it. di R. Lizzi, in *Storia di Roma, L'età tardoantica*, III/1, *Crisi e trasformazioni*, Einaudi, Torino 1993, pp. 487-524; M. P. Charlesworth, *Le vie commerciali dell'Impero Romano*, trad. it., Bompiani, Milano 1940; E. Ciccotti, *Commercio e civiltà nel mondo antico*, Arnoldo Forni Editore, Bologna 1977; M. I. Finley, *The ancient economy*, Univ. of California Press, Berkeley 1985; S.

lidi lontani, le Indie Occidentali e i metalli preziosi, oro e argento; le Indie Orientali e i suoi beni di lusso, spezie e tessuti preziosi<sup>103</sup>. L'Italia delle Signorie deve competere con le grandi capitali europee e le Università, ove si moltiplicano gli studi delle scienze in generale e dell'astronomia.

Tutto quello che viene edito, però, “rientra” per così dire nell'ambito del sistema omocentrico, e le controversie che si generano restano all'interno di esso, ripescando Ipparco, Apollonio, commentando Aristotele e i suoi commentatori, rivalutando epicicli ed eccentrici, ma, nonostante i rinnovati contatti con la cultura indiana dovuti agli impulsi commerciali, nulla di nuovo appare all'orizzonte, sino quando, a Praga, Copernico rende note le sue scoperte.

---

Guarracino, *Le età della storia. I concetti di Antico, Medievale, Moderno e Contemporaneo*, Mondadori, Milano 2001.

<sup>103</sup> Sul commercio della seta cfr. L. De Rose, *Il mistero della seta. Luoghi e popoli dell'Oriente nelle fonti classiche*, in “Tra Oriente e Occidente: fenomeni di immigrazione, interazioni politiche, economiche, culturali in Calabria dall'età antica a quella contemporanea”, Dall'antico al moderno I incontro di studio organizzato dal laboratorio multimediale per le fonti storiche - 27-28 novembre 2006 dip.<sup>lo</sup> di Storia Unical – Atti del convegno, «Miscellanea di Studi Storici» Dipartimento di Storia – Università degli Studi della Calabria, n. XIV/2007, Rubbettino, Soveria Mannelli 2008, pp. 105-172; Ead., *Produzione e commercio della seta nelle fonti romane*, in *La seta. E oltre...*, a cura di I. Fusco, «Atti del Convegno, Arcavacata 25-26 ottobre 2001», collana Economia e storia delle società Mediterranee 5, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli 2004, pp. 69-108; Ead., *La seta tra Oriente e Occidente. Produzione e Commercio nel mondo antico*, tesi di dottorato in Storia economica, demografia, istituzioni e società dei Paesi mediterranei, dissertata il 4.4.2003.

## 2. L'astronomia araba: tradizioni e traduzioni.

L'Europa va avanti, prosegue il suo percorso storico dei “secoli bui, attraversa il suo periodo formativo dell'Alto Medioevo, nel corso del quale la crisi delle città provoca una caduta vertiginosa della cultura in generale, delle scienze antiche, delle lettere classiche e dell'astronomia in particolare. La trasmissione delle opere dei classici greci e latini si concentra in alcuni centri monastici ove ci si dedica all'arte amanuense, sovente, però, dietro una purga censoria.

L'ideologia cristiana, nella sua lotta per l'egemonia, aveva sviluppato una cieca ostilità per la civiltà pagana; e la scienza dei Cieli, che di quella civiltà costituiva il paradigma<sup>104</sup>, ne risentirà gravemente. In Europa, l'attività astronomica sopravvive in forma contratta, concentrata soprattutto nei monasteri e solo per motivazioni pragmaticamente “religiose”, connesse alle celebrazioni, in primo luogo della Pasqua<sup>105</sup>.

---

<sup>104</sup> Le conoscenze del Cielo nel mondo antico sono un portato fondamentale nella mitologia, nella storia e nella letteratura classiche. La stragrande maggioranza dei miti greci sottende padronanza profonda del Cielo notturno. Si consideri che in ambiente scevro da inquinamento luminoso, nelle lunghe notti il panorama visibile a tutti era esclusivamente quello della volta celeste. Proprio per ricordare le forme cui venivano associate le stelle (costellazioni) sono nati i racconti simbolici e allegorici strettamente connessi al sapere astronomico. L'*epos* classico ha il compito arduo di raccontare sì storie, ma di farlo con più piani di lettura sovrapposti. Dal mito al “mistero” il passo è breve e la conoscenza, in apparenza alla portata di tutti, diventa uno strumento di potere e controllo. Grazie alla mappatura celeste era consentita la navigazione di alto corso, si pensi per esempio alla Stella polare, sempre visibile alle latitudini mediterranee, porta celeste che congiunge i mondi della terra e del cielo, meravigliosa guida della navigazioni notturna, che evitando il piccolo cabotaggio, velocizzava i tempi, con tutti i suoi conseguenti indotti economici. Sull'argomento cfr. L. De Rose, *Il volo della tartaruga. Storia di un catasterismo*, in X Congresso Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia, promosso dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali Trinitapoli 22-23 ottobre 2010, in c. di s.

<sup>105</sup> “La Pasqua determina il ciclo liturgico annuale, stabilisce la data di tutte le feste mobili o temporali della Cristianità; essa celebra la Resurrezione del Cristo – secondo i Vangeli, era stato crocifisso il giorno prima del sabato della Pasqua ebraica ed era riapparso il giorno dopo, la domenica, il giorno del Signore appunto, nel gergo cristiano. La Pasqua ebraica o ‘Passaggio’, d'altro canto, si riferiva al passaggio del Mar Rosso da parte del popolo ebraico nel suo esodo dall'Egitto; era avvenuto al momento della raccolta dei grani nuovi che si svolgeva nel periodo dell'equinozio di Primavera, nel primo mese dell'anno,

Tutt'altra svolta sarà per gli studi in ambiente arabo. L'ideologia islamica porta gli arabi, nei loro movimenti espansionistici sia a Oriente che Occidente, incontrando le culture scientifiche, incomparabilmente più raffinate e avanzate, dell'India, di Bisanzio e poi di Roma. Nel settimo secolo, la conquista della Persia permette loro di entrare in contatto con i medici e gli astrologi indiani, che accorrono numerosi a Bagdad alla corte del Califfo Al Masur. Qui nell'anno 156 dell'Egira, il 773 per il calendario giuliano, giunge dall'India un libro, intitolato *Sindhind* o *Siddhanta* "dove viene esposto un metodo trigonometrico basato sulla proporzione tra seni, anziché tra corde, come era in uso nella matematica greca; inoltre, i valori dei seni vengono computati, nella numerazione decimale, per ogni mezzo grado d'angolo, fino alla terza cifra dopo la virgola. Al Masur ordina che il libro venga tradotto in arabo e che il metodo indiano sia adoperato per calcolare con precisione i moti planetari. Qualche anno dopo, sotto Al Mamun, successore nel Califfato di Bagdad, compariranno le tavole astronomiche calcolate trigonometricamente, che si diffonderanno rapidamente in tutto l'Islam"<sup>106</sup>.

---

chiamato Nisan. Mosè stesso ne aveva fissato la data, il quattordicesimo giorno di Nisan, al primo plenilunio di Primavera. Non c'è chi non veda che la Pasqua ebraica è l'erede del culto archetipico e gioioso della Primavera, quando il Sole è nel Toro, la natura risorge e gli animali si accoppiano. Le chiese cristiane si trovarono fin da subito nel dilemma: seguire l'indicazione di Mosè e festeggiare la Pasqua in qualunque giorno della settimana cadesse oppure privilegiare il giorno della Risurrezione, cioè la domenica. Sarà la seconda alternativa che prevarrà, per marcare la distinzione dalla tradizione ebraica, nel Concilio di Nicea, nel 325, quando la Pasqua verrà fissata alla prima domenica successiva al plenilunio di Primavera. In conseguenza, per la Pasqua cristiana, che può cadere tra il 22 di marzo e il 25 d'aprile, vi sono ben 35 date possibili. In queste condizioni il calcolo risulta difficile, richiedendo una conoscenza approfondita del moto lunare. Diversi algoritmi sono stati tentati, in particolare quello, diffuso nei conventi medievali, del "numero d'oro" basato sul "Saros", il ciclo lunare di 19 anni, già noto ai Babilonesi. Qualche decennio dopo la morte di G. B. Amico, verrà introdotto un metodo più preciso, chiamato "epatta", per determinare la data della Pasqua. A formularlo erano stati due astrologi calabresi, i fratelli Luigi e Antonio Lilio, nati a Cirò, nelle terre che, senza troppa fatica, vendemmiavano una uva sanguigna e esilarante, lungo la costa del mare greco, laddove il Sole brucia e annuvola l'aria le zanzare. Val la pena, a fini consolatori della miseria presente, ricordare che i due calabresi furono tra gli esperti astronomi incaricati, da Papa Gregorio XIII, di riformare il calendario giuliano". F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit. Riguardo i fratelli Lilio, si veda E. De Rose, *L'incerta biografia di Luigi Giglio*, in *Raccontiamoci la città (parte sesta). Cosenza tra storie, miti, leggende. Divulgare la scienza moderna attraverso l'antichità*, le nuvole, Cosenza 2011, pp. 102-130.

<sup>106</sup> J. L. E. Dreyer, *A History of astronomy from Thales to Kepler*, Dover, New York, 1953, pp. 244-47.

Sebbene la spinta principale dell'astronomia araba provenga dall'India, il suo ulteriore sviluppo sarà tutto merito della scienza occidentale, dove gli arabi si imbattono con la tradizione astronomica alessandrina.

“A differenza dei cristiani”, scrive Piperno – “essi tengono in gran conto l'antica civiltà pagana, vero retroterra tanto del mondo bizantino come di quello latino; non solo non ne ostacolano in alcun modo la trasmissione, ma in buona parte la fanno propria, l'assimilano. Così non è esagerato affermare che dopo la conquista delle città mediterranee, per gli arabi colti, al profeta Maometto si accompagnerà il filosofo Aristotele. Inoltre, per quel che attiene all'astronomia, val la pena ricordare che il Corano ne incoraggia la conoscenza tra le moltitudini dei fedeli perché le celebrazioni religiose sono cadenzate dalle fasi della Luna; d'altro canto, le preghiere quotidiane vanno recitate, dovunque esse avvengano, rivolgendo la fronte verso la Mecca, pratica che richiede di sapersi orientare decifrando i segni del cielo; ed infine, persiste tra i semiti come tra gli orientali in generale una sorta di venerazione arcaica verso i pronostici ed i referti del l'astrologia giudiziaria e di quella medicale”<sup>107</sup>.

È dunque in questo sostrato comune alla scienza greco/bizantina ed ellenistico/romana, infarcito di nozioni scientifiche indiane che gli arabi innesteranno la propria cultura scientifica. Ma, privi del genio intuitivo e nel contempo logico greco, della raffinatezza matematico-geometrica indiana e del pragmatismo razionale romano, gli apporti arabi alle precedenti dottrine saranno, a mio avviso, solo mere riproduzioni e ripetizioni, prive di guizzi perspicaci e innovativi.

Gli arabi tradurranno nella loro lingua tutti i testi antichi di cui entreranno in possesso. Essi così acquisteranno consuetudine con Aristotele, Archimede, Euclide, Apollonio, Ipparco, Tolomeo e altri matematici e astronomi dell'epoca classica. In modo specifico, la *Grande Sintassi*, che gli arabi chiamano *Almagesto*, conoscerà diverse traduzioni, una per ognuno dei numerosi regni nei quali s'era presto diviso l'impero del Califfo, e, attraverso la conoscenza di Tolomeo, l'astronomia si diffonde nel vasto mondo islamico che va dall'Indo all'Ebro, attraversando la Sicilia.

---

<sup>107</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit.

Per quel che riguarda il nostro argomento – il filone culturale nel quale si inserisce l’opera dell’astronomo cosentino Amico – lo sviluppo dell’astronomia tra gli Arabi di Spagna, in primo luogo quelli del Califfato di Cordoba, assume grande importanza. In Iberia, durante la dinastia autoritaria ma illuminata degli Almohades, rivive, nel XII secolo, quello straordinario pluralismo della cultura islamica che già aveva dato prova di sé a Bagdad, nei secoli VIII e IX, sotto gli Abbasidi. “A Cordoba nascono e operano i due più grandi filosofi astronomi di quel secolo: Ibn Rosd Abu Welid – meglio noto nel mondo latino come Averroè, che scrive un celeberrimo *Commento* al *corpus* aristotelico – e Rabbi Moses ben Maimum – detto Maimonide, l’intellettuale ebreo autore di un libro *La Guida degli Smarriti* che è un vero e proprio breviario di astronomia fisica.

I due studiosi, come era costume nella Cordoba del Califfato, esaminano le opere scientifiche di Aristotele e non solo i suoi trattati di retorica, dialettica ed etica, come accadrà nell’Europa cristiana. Per loro, la restaurazione dell’autorità scientifica dello Stagirita comporta la necessità di un recupero del sistema omocentrico ed il rigetto di eccentrici ed epicicli. L’obiettivo dei filosofi spagnoli è quello di spiegare la struttura dell’Universo così come è nella realtà; e non meramente di rappresentare i moti dei pianeti in termini geometrici, al fine di prevedere, di volta in volta, le loro posizioni sulla volta celeste”<sup>108</sup>.

Questo *mélange* di filosofia naturale antica e giudaico-araba<sup>109</sup>, si diffonderà in pochi decenni, grazie anche alla rete cabalistica che collega la diaspora ebraica, dalla Spagna moresca a quella cristiana; e da qui alla vicina Francia e alla Sicilia aragonese e poi all’Italia continentale, dove l’impatto avrà i maggiori effetti, segnerà l’inizio di quello che viene chiamato il primo Rinascimento.

Ma il contributo islamico allo sviluppo della filosofia naturale e degli studi astronomici sarà solo quello di aver preservato, tradotto e trasmesso ai posteri le opere degli antichi. Quando, nelle cento città italiane si tradurranno i libri di Averroè e Maimonide e si ricomincerà a studiare l’astronomia, questa scienza si ritroverà nello stesso stato nel quale l’aveva lasciata Tolomeo. Scrive Piperno: “Gli Arabi, infatti, buoni osservatori, avevano sì effettuato una messe di nuove e più precise misure di

---

<sup>108</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit.

<sup>109</sup> Cfr. B. Russell, *Storia della filosofia occidentale*, TEA, Milano 2010, pp. 436-445.

posizioni e periodi dei moti planetari, dando inoltre i loro nomi dal suono gutturale a molte stelle; ma non avevano apportato nessuna innovazione di rilievo alla teoria dei cieli. Il loro contributo potremmo, tutto sommato, ritenerlo modesto se non fosse che, per loro tramite, gli italiani e poi gli europei, si appropriarono di due preziosi risultati del sapere scientifico indiano: la numerazione decimale, le cifre arabe come volgarmente ed erroneamente si suole ancor oggi chiamarle; e soprattutto il *Siddhanta*, il potente strumento di calcolo che sostituisce, come già ricordato, le corde di Tolomeo con i seni della trigonometria. E il *Siddhanta*, in mani europee, influenzerà l'avanzamento della astronomia in maniera decisiva”<sup>110</sup>.

---

<sup>110</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit.

### 3. Il ritorno della scienza in Occidente nell'Alto Medioevo

Le traduzioni arabe delle opere aristoteliche compite nella Spagna moresca penetrano in Francia ed in Sicilia, attorno alla metà del XII secolo, ossia nell'Alto Medioevo. Con esse arriva il commentario di Simplicio e gli scritti di molti altri filosofi greci e alessandrini. La diffusione di questa letteratura nel mondo cristiano richiedeva la traduzione in latino, e nonostante la mancata accuratezza delle versioni, spesso si tratta di meta-traduzioni dall'originale greco attraverso il siriano all'arabo e solo in ultimo giungono al latino, esse tuttavia aprivano un orizzonte inaspettatamente fertile alla riflessione scientifica. È sottintesa una iniziale diffidenza, se non una decisa opposizione da parte della comunità cattolica, ormai Stato della Chiesa vero e proprio, all'apertura agli antichi saperi pagani, dove si mescola la mistica platonica con il realismo aristotelico. Non a caso, nel 1215, nel nuovo statuto della Sorbona parigina, un apposito decreto inibisce la lettura pubblica e privata all'interno delle mura universitarie sia per i libri aristotelici di filosofia naturale che per compendi e commentari, pena di sanzioni corporali.

I tempi ormai sono mutati e la voglia di sapere è destinata a superare qualsiasi inibizione. Soltanto pochi decenni dopo, la censura cattolica diviene obsoleta e nel 1254 l'autorità accademica dell'Università parigina muta atteggiamento, emanando delle disposizioni didattiche che prescrivono obbligatoriamente le ore d'insegnamento da dedicare ai trattati fisici di Aristotele. Da questo momento in poi, per ben quattro secoli, la filosofia naturale peripatetica la farà da padrona nella formazione degli studenti della Sorbona. Così la fisica d'Aristotele diventa la migliore alleata della dottrina teologica cristiana.

Anche nel resto dell'Italia le acque si stanno smuovendo: Gherardo da Cremona traduce l'*Almagesto* dall'arabo in latino, dopo aver soggiornato lungamente a Cordoba.

Nella prima metà del XIII secolo, l'imperatore Federico II, lo *Stupor Mundi*, aveva ordinato ai dotti palermitani nuove e più fresche traduzioni, sempre dall'arabo in latino, dei testi alessandrini. È questo il secolo di massima fortuna della Scolastica, la cui figura più rappresentativa è Tommaso d'Aquino, il dotto, divenuto poi Santo, che si è formato scientificamente prima a Napoli, poi a Colonia e Parigi. Tra le sue opere si rammenta, ai fini "astronomici" il suo celebre commento al *De Coelo* di Aristotele, ove l'Aquinate mostra con evidenza quanta strada l'astronomia abbia percorso dai tempi bui del Medioevo.

Dal *Commento* di Tommaso traspare l'ottima conoscenza del sistema omocentrico di Eudosso, delle teorie dei deferenti e degli epicicli Tolomaici. Si innesta nel discorso opponendo anche la sua opinione, aderendo alla tesi che vuole le stelle fisse essere circondate da una sfera più esterna che renda conto della precessione degli equinozi lungo lo zodiaco.

Bisogna tuttavia osservare che la conoscenza della scienza antica mostrata da Tommaso non è condivisa dai contemporanei e neanche dalla generazione successiva. E questo è abbondantemente provato dalla celebre opera di Dante Alighieri, la *Divina Commedia*: scritta al sorgere del XIV secolo, rappresenta bene le concezioni astronomiche condivise tra i dotti dell'epoca. Peraltro, il poeta fiorentino sarà il primo laico le cui concezioni cosmografiche saranno propagandate dai pulpiti delle chiese italiane e avranno una marcata influenza ben al di là del ceto colto, tra artigiani e mercanti<sup>111</sup>.

Nonostante i passi in avanti in tutti gli altri campi, lo *status quo* nell'ambito scientifico-astronomico si trova addirittura a uno punto fermo rispetto alla scienza classica, dal momento che la letteratura greca ed alessandrina è poco conosciuta, poco compresa o semplicemente ignorata. Per secoli, dopo il Concilio di Nicea al tempo di Costantino, il riferimento autorevole per la cosmologia era stato così il primo capitolo della *Genesi* biblica; poi erano apparsi i compilatori come Plinio, Marziano Cappella; quindi Simplicio ed i commentatori neo-platonici; infine, la Scolastica riscopre

---

<sup>111</sup> Sull'argomento cfr. J. L. E. Dreyer, *A History of astronomy...*, cit., pp. 244-47.

l'autentico Aristotele; e nel giro di pochi decenni la filosofia naturale peripatetica assumerà una autorità scientifica pressoché assoluta.

Alla fine del XIV secolo, la Scolastica tocca l'apice della sua diffusione. La *Summa contra Gentiles* di Tommaso ha corretto l'interpretazione averroista del pensiero aristotelico fornita dagli arabi; interpretazione che negava l'immortalità dell'anima individuale attribuendola al solo intelletto, ente impersonale presente identicamente in tutti gli esseri intelligenti. La dottrina averroista era in plateale contrasto con la teologia cristiana; e l'Aquinate la supera incorporandola all'interno del criterio cognitivo della doppia verità: una in filosofia basata sul sillogismo e la ragione, l'altra in teologia basata sulla rivelazione. L'ordine monastico al quale Tommaso appartiene, che è quello dei Domenicani, aderirà quasi unanimemente all'aristotelismo tomistico, fondando su di esso la propria egemonia culturale sulle istituzioni ecclesiastiche ed universitarie del mondo cristiano.

Ma lo stesso successo della Scolastica ne evidenziava i limiti. La ripresa del pensiero aristotelico aveva certo aperto un nuovo e più ricco orizzonte, come accade ogni volta che si dà un recupero della memoria comune; ma proprio questo recupero rendeva evidente che la rifondazione, delle scienze naturali e della astronomia matematica in particolare, poteva avvenire a condizione di non limitarsi ad Aristotele ma conoscere nel suo insieme l'opera dei greci e degli alessandrini. Si afferma così, tra i dotti italiani, un movimento, il così detto "Umanesimo", che punta a disporre di prima mano della letteratura greca, senza limitarsi alle glosse dei neo-platonici o dover rendere in latino le traduzioni arabe dal greco.

Durante gran parte del Medioevo, il greco classico era poco conosciuto in Europa, se si esclude qualche professore universitario o qualche monaco come il francescano Ruggero Bacone. Per la verità, a Firenze, a quel tempo la città più civile del mondo cristiano, già Petrarca aveva manifestato il desiderio di apprendere il greco antico; e si sa che Boccaccio studiò quella lingua con una perseveranza al limite della ossessione. Poi, all'inizio del XIV secolo, la paura dei Turchi, provocherà un vero esodo di intellettuali dalla Grecia insulare e continentale. Molti tra di loro, soprattutto quelli che scappando portano con se gli antichi manoscritti saranno bene accolti in Italia; a

Firenze, a Padova, a Milano a Napoli, e perfino a Roma, insegneranno nelle università, malgrado la loro fede religiosa li leghi, generalmente, alla Chiesa d'Oriente.

Sicché, quando , nel 1453, Costantinopoli si consegnerà al Sultano Ottomano, la letteratura greca antica nonché la stessa lingua sarà ormai ben conosciuta in Italia — s'intende, va da sé, tra una esigua minoranza di studiosi ed artisti, protetti da mecenati come i Medici di Firenze o da papi umanisti come Nicolò V; l'Umanesimo italiano, infatti, non fu certo un movimento di popolo.

Gli antichi manoscritti vengono alacramente ricercati e raccolti in grandi biblioteche: la Vaticana di Roma, la Medicea di Firenze, quella del cardinale Bessarione a Venezia. Ovviamente, non fosse altro che per la sterminata estensione, l'opera di Aristotele e quella di Platone occupano un posto di tutto rilievo in queste biblioteche. Lo studioso umanista è quindi come costretto ad una libertà di pensiero, non fosse altro che per poter scegliere tra Platone ed Aristotele. L'Umanesimo e poi il Rinascimento italiano sceglieranno Platone o meglio quella tendenza filosofica che va da Pitagora a Platone. Ma nel campo della filosofia naturale, l'Accademia, intrisa d'orfismo numerologico, poco o nulla aveva prodotto; mentre Aristotele e la sua scuola erano riusciti a mettere a punto una teoria fisico-matematica del mondo di mirabile coerenza logica e di straordinaria potenza esplicativa. In altri termini, e per quel che qui interessa, la scienza dei Cieli peripatetica non ha rivali nella civiltà classica; o quasi, giacché esiste ed è ben radicata una astrologia tolemaica che, pur essendo senza fondamento fisico, ha conseguito notevoli risultati nel calcolo dei moti planetari; ma bisogna ricordare che il sistema tolemaico non pretende di descrivere il mondo celeste ma, più umilmente, di riuscire a rappresentarlo, ovvero di fornire delle regole geometriche, dei trucchi mentali, in grado di salvare i fenomeni celesti. L'aristotelismo italiano non contrapporrà Aristotele a Tolomeo, perché il confronto si sarebbe rivelato impari; piuttosto cercherà di ricondurre il secondo al primo ovvero di portare in dote alla intelligibilità del mondo assicurata dalla fisica quella efficacia predittiva che solo la matematica è in grado di conseguire.

#### 4. L'incipit del nostro "Amico"

Gli anni '30 del XVI secolo costituiscono una profonda frattura in astronomia tra il "prima" e il "dopo". Gli studi condotti nei due millenni precedenti vanno in direzione del geocentrismo, da Copernico in poi l'astronomia procederà verso soluzioni differenti e l'individuazione del sistema eliocentrico ne sarà lo snodo fondamentale.

Ma fino a quel momento, tutto ciò che costituisce "il prima" parte da Eudosso, Aristotele e Tolomeo. A Vienna, Georg Purbach, circa un secolo prima di Amico, è il primo a tentare la fusione tra Aristotele e Tolomeo. Il bavarese, studente alla Università di Vienna, osservando il Cielo notturno, si accorge degli errori contenuti nelle Tavole astronomiche alfonsine<sup>112</sup>.

Decide quindi di recarsi in Italia, per consultare direttamente i manoscritti greci antichi nell'arduo tentativo di redigere delle nuove tavole astronomiche più affidabili di quelle alfonsine, allora d'uso comune in tutta Europa. Durante il soggiorno nella penisola, Purbach insegnerà per qualche anno nell'università di Padova. Tornato a Vienna, diviene, giovanissimo, lettore d'astronomia presso la stessa università che lo aveva visto studente tra i più promettenti. Nella capitale austriaca, il bavarese prima affina la capacità di calcolo computando una tavola dei seni per ogni minuto primo, quindi redige la sua unica opera scritta, dal titolo *Theoricae novae planetarium* destinato a divenire un ottimo manuale universitario, stampato e ristampato più volte per oltre un secolo<sup>113</sup>.

---

<sup>112</sup> Queste tavole sono chiamate alfonsine perché erano le tradizionali *Tabulae* tolemaiche, ma corrette ed aggiornate da astronomi cristiani ed ebrei, a Toledo, ancora nel XIII secolo, per incarico affidato da Alfonso X di Castiglia.

<sup>113</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit.

Dal punto di vista tecnico, il testo contiene l'innovazione di svuotare le sfere omocentriche e di aumentare lo spazio tra di esse in modo tale da far posto agli eccentrici e agli epicicli tolemaici. Purbach aveva poi deciso di ritornare a Padova per mettere a punto le sue nuove tavole astronomiche, completandone il controllo attraverso la discussione con gli aristotelici veneti ed il confronto con i manoscritti originali raccolti nelle biblioteche italiane. Ma qualche settimana prima di lasciare Vienna per Venezia, muore a soli trentotto anni.

Purbach è il primo a tentare la fusione tra il sistema del modo omocentrico e quello matematico degli epicicli, ovvero tra astronomia e astrologia. Dopo di lui, vi saranno due italiani che rileveranno l'impresa, entrambi formati nello Studio patavino: il cosentino Giovan Battista Amici, e il veronese Girolamo Fracastoro, di ben trenta anni più anziano del calabrese.

Pochi anni prima la pubblicazione del capolavoro copernicano, sia assiste a una fioritura di testi dati alle stampe ove le speculazioni sulle sfere omocentriche sono sempre e ancora in primo piano.

I campi della scienza sono ancora troppo giovani per avere strumentazioni sofisticate e la fisica, in alcuni casi, viene dedotta, assumendo, forse presuntuosamente, il carattere di verità. Ma qualcosa si muove. La scienza e la strumentazione progrediscono e gli studiosi stanno procedendo in un processo senza soluzione di continuità che culminerà nel "metodo scientifico".

Nella diatriba si inserisce il citato Fracastoro, nel 1535, che scrive nella presentazione dedicata a papa Paolo III:

“Voi certamente non ignorate che coloro che si professano astronomi hanno sempre trovato grandi difficoltà nel rendere ragione dei moti apparenti che presentano gli astri. Infatti si offrono loro due vie per spiegarli: l'una procede mediante l'aiuto di quelle orbite che sono dette omocentriche, l'altra per mezzo di quelle che sono chiamate eccentriche. Ciascuna di queste due vie ha i suoi rischi, ciascuna ha i suoi scogli. Coloro che fanno uso delle orbite omocentriche non arrivano a spiegare i fenomeni. Coloro che fanno uso degli eccentrici sembrano, per la verità, spiegarli meglio, ma l'opinione che si formano di questi corpi divini è indegna e, per così dire, empia. Essi attribuiscono loro delle situazioni e delle figure che non convengono alla natura dei cieli. Noi sappiamo che Eudosso e Callippo, i quali tra gli antichi hanno tentato di spiegare i fenomeni per mezzo delle orbite omocentriche, sono stati ingannati più volte in conseguenza di questa difficoltà. Ipparco è stato uno dei primi che preferirono ammettere le orbite eccentriche piuttosto che restare ingannati dai fenomeni.

Tolomeo lo ha seguito e, subito dopo, quasi tutti gli astronomi sono stati trascinati da Tolomeo nella stessa direzione. Ma contro questi astronomi o, almeno, contro l'ipotesi degli eccentrici di cui facevano uso, la filosofia tutta intera ha sollevato continue proteste. Ma che dico la filosofia? È piuttosto la natura e le stesse orbite celesti che hanno protestato senza tregua. Finora non è stato possibile rintracciare un solo filosofo che acconsentisse ad affermare l'esistenza di queste sfere mostruose in mezzo a corpi divini e perfetti<sup>114</sup>.

Ci si accorge, con decisione, l'ambito della scienza entro il quale si muovono scienziati, astronomi, astrologi e medici del tempo. La conoscenza maggiore dei classici ha portato una sorta di involuzione del pensiero, rientrato nell'ottica di quanto già affermato in passato, senza apportare grandi e significative migliorie. Da questo punto, invece, pur rientrando nella materia nota a tutti, sarà proprio il giovane cosentino a dare una ventata di innovazione in senso ovviamente relativo.

---

<sup>114</sup> Girolamo Fracastoro, *Homocentricorum, sive de stellis, liber unus*, Venetiis 1535, presentazione.

## 5. Vita e studi di Giovan Battista Amico

Giovan Battista Amico è un giovane astronomo cosentino, prematuramente scomparso, ucciso in quel di Padova a soli 27 anni. Della sua biografia si conosce veramente poco: agli esigui dati certi si contrappongono notizie fantasiose e di provenienza dubbia<sup>115</sup>. Tra i primi a dare informazioni sulla sua vita c'è Gabriele Barrio.

Nella seconda metà del XVI secolo vede la luce il poderoso lavoro sulla storia delle città della Calabria di Gabriele Barrio, rigorosamente scritto in lingua latina. La prima edizione data alle stampe del *De antiquitate et situ Calabriae*, è quella del 1571, il risultato non soddisfa lo stesso autore, il quale decide di emendare quella versione, ma la morte, avvenuta dopo il 1577, impedisce la prosecuzione di revisione dell'opera. Qualche anno dopo e prima del 1588, Sertorio Quattromani inserisce nell'opera postille esplicative. Per arrivare alla pubblicazione definitiva bisogna attendere sino al 1737, quando Tommaso Aceti, dopo un lungo e laborioso lavoro durato oltre dieci anni, tra il 1714 e il 1726, completa l'elaborato con aggiunte e note<sup>116</sup>. Di Amico si legge una sorta di epitaffio nel capitolo VII dedicato a “*Uomini di Cosenza eccelsi per santità, dottrina e dignità*”:

---

<sup>115</sup> Per una disamina riguardo le informazioni frutto più di fantasia di qualche erudito locale che di sostanza di fonti cfr. Matteo Dalena, tesi di Laurea, Università di Firenze.

<sup>116</sup> *Thomae Aceti, Accademici Consentini, et Vaticanae Basilicae clerici beneficiati in Gabrielis Barrii Francicani De Antiquitate & situ Calabriae Libros Quinque, Nunc primum ex autographo restitutos ac per Capita distributos, Prolegomeni, Additiones, & Notae. Quibus accesserunt animadversiones Sartorii Quattrimani Patricii Consentini*, Romae MDCCXXXVII, ex Typographia S. Michaelis ad Ripam Sumtibus Hieronymi Mainardi, come cita il frontespizio di una delle copie in possesso della Biblioteca Civica di Cosenza (Fondo Salfi), gentilmente messami a disposizione.

“Vi fu anche Giovanni Battista Amico, che descrisse i moti dei corpi celesti secondo i precetti dei Peripatetici, cosa invano tentata per tanti secoli dagli antichissimi filosofi e matematici, e se non fosse stato colpito da morte immatura avrebbe affrontato fatiche maggiori. Morì a ventisette anni”<sup>117</sup>.

Aceti, nelle note, aggiunge l’epigrafe di Padova, addirittura meno lapidaria del conciso inciso di Barrio:

“A Padova si legge di lui nel Monumento delle epigrafi d’Italia: A Giovanni Battista Amico, cosentino, il quale, avendo percorso felicemente le discipline tutte di tutte le arti liberali con mirabile ingegno, solerte operosità, incredibile passione, in latino, greco ed ebraico, fu ucciso da sicario ignoto. Fu ucciso, come si ritiene, dalla invidia delle lettere e della virtù. 1538 – *Le virtù che ad altri portarono premi e vita perenne, per costui solo furono causa di uccisione*”.

Davide Andreotti, nella sua *Storia dei Cosentini*, cita il nostro nell’elenco dei componenti della giovane Accademia telesiana, presieduta dal grande filosofo bruozio:

“Vi fiorì Giovan Battista Amico, nato in Cosenza nel 1511 – educato all’Università di Padova – cultore delle latine, greche ed ebraiche lettere – e conoscitore sveltissimo delle fisiche ed astronomiche scienze. Scrisse costui seguendo le teoriche peripatetiche: *De motu corporum coelestium*, descrivendo tutti i movimenti de’ corpi celesti senza ricorrere, secondo che narra l’Aquino nel discorso in morte del Telesio, per spiegarli a que’ movimenti denominati dagli astrologi eccentrici ed epicicli, inventati dagli astronomi tolemaici, quando vollero conciliare la loro opinione della solidità de’ cieli co’ moti de’ corpi celesti. Morì egli in Padova, ucciso il 1538 in età di anni ventisette, e non appartenne alla citata Accademia, che nel solo anno 1537, epoca in cui per affari di famiglia dimorò un anno in Cosenza. La sua opera va così intitolata – *Ioannis Baptistae Amici – De Motu Corporum coelestium*”.

Le notizie ricalcano, con qualche elemento in più, quelle già incontrate nell’opera del Barrio.

Pochi dunque i ragguagli che si possono ricavare: abbastanza poco è noto sulla sua genesi: nato a Cosenza nel 1511, morto nel 1538 a Padova, dove ha studiato, esperto nelle lingue colte, greco, latino, ebraico, specializzato in fisica e astronomia, ucciso da mano ignota, forse proprio per le sue capacità intellettuali. Capacità, queste che lo hanno portato, a soli ventisei anni, a essere membro della appena sorta accademia

---

<sup>117</sup> G. Barrio, *Antichità e luoghi della Calabria*, aggiunte e note di Tommaso Aceti, osservazioni di Sartorio Quattromani, Roma 1737, trad. it. di Erasmo A. Mancuso, Brenner, Cosenza 1979, pp. 192-193.

presieduta dal ben più noto filosofo Bernardino Telesio, “illustre cosentino”, sebbene per un solo anno. La sua presenza in Accademia è quasi casuale, essendo rientrato nella città Bruzia solo quell’anno per “affari di famiglia” dei quali non abbiamo ulteriori cenni. Al rientro nelle Venezie, trovò immaturamente la morte.

Quali informazioni possiamo estrapolare e spremere dalle fonti è veramente poca roba. Il gentilizio è di origine incerta: il cognome è variamente declinato, Amico, Amici o d’Amico<sup>118</sup>, in quanto nel latino medievale, nel titolo di un testo si utilizza il genitivo per quanto concerne il cognome dell’autore. Pertanto si presume che “*Amici*” sia genitivo di “Amico”, mentre “Amici” sia la mera ripetizione, e “d’Amico” la traduzione italiana del caso genitivo latino. Per questo motivo, in questa sede si utilizza la forma più semplice.

Di certo la famiglia aveva una sua importanza nel contesto della “città libera” di Cosenza<sup>119</sup>, potendo permettersi, sia pur con enormi sacrifici, il mantenimento di un proprio membro agli studi in una città, di fama e retaggio culturale ottimi, ma così lontana. I sacrifici si possono ben immaginare, mancando, nella crescita di Giovanni Battista, il padre, essendo prematuramente morto prima della sua nascita. L’assenza del capo famiglia, nel contesto del XVI secolo, società di fatto a carattere patriarcale, non ha sicuramente giovato nell’ambito dell’economia familiare, essendo assente proprio il fulcro stesso dell’istituzione. Ciò nonostante si può supporre un sicuro benessere, in quanto, anche in assenza del padre, un giovane rampollo di famiglia di ottimati poté permettersi gli studi lontani da casa.

Nulla si conosce riguardo la sua formazione cosentina. Di certo, grazie a qualche insegnante, nel corso degli studi del trivio, avrà conosciuto i filosofi citati nella prima parte del presente lavoro: l’ambiente, dopotutto, è quello emerso dal retaggio glorioso della *Mégale Hellàs*, ove gli studi della filosofia, della scienza, della medicina e dell’astronomia erano, per così dire, all’ “avanguardia”. E anche dopo lo iato medievale

---

<sup>118</sup> L. Piovan, *Giovanni Battista Amico, Bernardino Telesio, Giovan Battista Doria: documenti e postille*, in “Quaderni per la storia dell’Università di Padova” 40 2007, p. 154. Dreyer, Boquet e Taton utilizzano la forma Amici, ma è presente anche la forma De’ Amici.

<sup>119</sup> È a tutti noto che la città di Cosenza non subì mai vassallaggi tipici dell’ infeudazione.

e la parentesi araba, nuovi impulsi e ritorni agli antichi studi erano senza dubbio all'attenzione della *koiné* culturale cosentina. Ne è esempio lo stesso Barrio: nella sua monumentale opera, i riferimenti storici sono in primo piano, così anche è per Fiore e Marafioti, nonché per lo stesso Quattromani<sup>120</sup>.

Una ricostruzione “culturale” amiciansa, estremamente verosimile si deve a Franco Piperno, il quale ha scritto: “[... ] Le arti del trivio, grammatica, retorica e dialettica, portati a termine nella città brettia gli avevano assicurato la conoscenza attiva e passiva delle tre lingue sapienziali, aramaico, greco e latino; dopo tutto questo, era partito alla volta del Veneto, di Padova in particolare, per completare, in quella prestigiosa Università, gli studi delle arti del quadrivio, geometria, aritmetica, astronomia e musica, in vista di intraprendere poi, presumibilmente, un *curriculum* professionale per conseguire il dottorato in medicina [...]; a quei tempi l'astronomia era insegnata in funzione della astrologia e questa a sua volta svolgeva un ruolo ancillare a fronte della medicina, arte che praticava la diagnostica delle malattie e ritmava l'attività di cura secondo il variare delle configurazioni degli astri nel cielo notturno; insomma la medicina era profondamente intrecciata con il sapere astronomico in una sorta di ‘astroiatria’”<sup>121</sup>.

Sono conosciuti però i maestri con i quali il giovane Amico ebbe modo di formarsi. È egli stesso a dichiararlo, nella lettera in dedica al Cardinale Niccolò Ridolfi, introduzione alla sua opera. Questi sono tutti nomi che fanno parte del *gotha* scientifico-culturale dell'ambiente universitario patavino e non solo. Tra i maestri Amico annovera Federico Delfino, Marco Antonio de' Passeri, detto Genua, Vincenzo Madio. Delfino è il più celebre insegnante di astronomia e matematica. Tra i suoi allievi, divenuti a loro volta famosi, si ricordano, oltre a Telesio e Amico, Girolamo Contarini, Alessandro Piccolomini e Girolamo Fracastoro. Genua ricopriva, in quel lasso di tempo, la cattedra di filosofia naturale, è stato l'autore di un commento al *De anima*. A lui si deve l'introduzione di Amico agli aspetti più esoterici e raffinati dell'Aristotele autentico

---

<sup>120</sup> Sull'ambiente culturale cosentino del periodo cfr. L. De Rose, *Cosenza “faro splendidissimo di cultura”*. *L'Atene della Calabria e i Brettii raccontati da Gabriele Barrio*, in G. Masi (a cura di), *Tra Calabria e Mezzogiorno. Studi storici in memoria di Tobia Cornacchioli*, ICSAIC, Pellegrini Editore, Cosenza 2007, pp. 31-63.

<sup>121</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, *cit.*

greco; mentre il Madio o Maggi, che a sua volta aveva scritto un commento alla *Poetica*, era già divenuto l'interprete più autorevole della tradizione aristotelica latina, a lui, ritenuto il "massimo rappresentante peripatetico" si rivolgerà il Telesio, nel 1563, per un giudizio sulla propria opera<sup>122</sup>.

Quando G.B. Amico, il cosentino, nella veste di studente fuori sede<sup>123</sup>, arriva a Padova, la sua vita si dipana in due diverse settrici: da un lato la vita universitaria, con i suoi lustri, gli studi i professori, dall'altro la realtà quotidiana, fatta di privazioni (di affetti, di soldi), di solitudine<sup>124</sup>.

Non avendo fonti documentate che diano certezze a qualunque ipotesi passibile di verosimiglianza, si deve necessariamente concentrare l'attenzione sul percorso di studi dell'Amico, percorso, forse, neanche compiuto sino in fondo, non essendo stata reperita in alcun modo una pergamena a suo nome<sup>125</sup>.

La breve opera di Amico si incastona nell'ambiente padovano, ricco di stimoli e personaggi, dimenticata dopo la prematura scomparsa dell'autore, che "tanta parte avrebbe avuto nella genesi della scienza moderna"<sup>126</sup>.

L'Università patavina vive, ormai da tempo, la rifioritura della corrente aristotelica, sia per quanto concerne l'astronomia che per le altre scienze della natura – in questo, Padova e il Veneto si contrappongono a Firenze e alla Toscana dove è affermata, senza cesura, una adesione esclusiva al platonismo pitagorizzante. Certo, altre città in Europa, coi loro Atenei, hanno già imboccato la strada che riporta ad Aristotele; si pensi, ad

---

<sup>122</sup> Cfr. M. Di Bono, *Le sfere omocentriche...*, cit., p. 53.

<sup>123</sup> K. M. Pataturk, *Opere inedite perché non stampate, né scritte e neppure pensate*, 11/II-67, Valle Giulia, Roma, 1968.

<sup>124</sup> Franco Piperno annota tristi particolari di un immaginario quotidiano padovano del giovane cosentino, ricostruito da Pataturk, non credibile e privo di fonti documentarie: "L'autore, il più autorevole tra gli storici ponterandoti dell'astronomia [Pataturk n.d.A.], afferma che il giovane Amico, durante i lunghi e umidi inverni patavini, usasse lasciar dormire in casa, accanto a sé, sul letto, schiena contro schiena, il suo cane, un massiccio pastore della Sila Grande, che aveva condotto con sé dalle Calabrie – come per proteggersi dalla emarginazione anomica che, ieri come oggi, s'accompagna alla miseria di studente fuori sede, meridionale e squattrinato, in terra veneta. Il particolare può apparire irrilevante, anzi fatuo; e trattandosi di una fonte incerta perché irreperibile conviene lasciarlo cadere; noi abbiamo scelto di farne uso, perché questa confidenza tra Amico ed il cane sarà considerata una prova per avvalorare una leggenda metropolitana che identifica il cosentino con il castigliano Ruy Faleiro, l'astronomo che, su richiesta del vicentino Pigafetta, aveva sciolto l'enigma del giorno perduto dai marinai della spedizione di Magellano". Cfr. F. Piperno, *Le imprese di Pigafetta*, www. UNICAL/ variazioni sul tempo.

<sup>125</sup> Il nome di Amico (e in alcuna declinazione) non appare negli *Acta Graduum Academicorum Gymnasii Patavicini ab anno 1501 ad annum 1550. Index nominum cum aliis actibus praemissis*, a cura di Elda Martellozzo Forin, Antenore, Padova 1982.

<sup>126</sup> M. Di Bono, *Le sfere omocentriche...*, cit., pp. 11-12.

esempio, a Basilea, Norimberga, Praga, Cracovia e la stessa Parigi. Ma, sebbene questi centri culturali abbiano conseguito risultati ragguardevoli e anche maggiori, nessuno di essi può “stare a confronto, sul piano della varietà di approcci, alla comprensione di Aristotele che si manifesta a Padova e nel Veneto”<sup>127</sup>.

L’Ateneo patavino è campo fertile per l’educazione di astronomi (astrologi), medici e filosofi naturali, nella limitrofa Venezia sorgono, dopo la scoperta della stampa, gli impianti artigianali per l’editoria, che permette a tutti coloro che sono in grado di leggere e ovviamente alle persone istruite “di entrare in contatto diretto tanto con il pensiero dei classici quanto con l’elaborazione teoretica allo stato nascente dei contemporanei – non a caso, sarà nella città lagunare che verranno pubblicate, nel biennio 1536-37, le prime due edizioni dell’*Opusculum*, malgrado che il suo giovane autore fosse, a tutti gli effetti, un perfetto sconosciuto”<sup>128</sup>. Il ventiquattrenne cosentino approfitta del particolare contesto storico e, convinto dagli amici Cipriano Pallavicini e Giovan Battista Aurio, quasi certamente a proprie spese, presenta il suo lavoro ai tipografi Giovanni Patavino e Venturino Roffinelli, i quali, appunto, lo propongono in carta stampata<sup>129</sup>. La ristampa del volumetto, con aggiunte e correzioni, è tangibile prova dell’interesse che suscita l’argomento e di come è stato affrontato dal giovane autore.

La Repubblica marinara di Venezia interpreta così il ruolo di collegamento tra le grandi civiltà mediterranee, latina, bizantina e araba; divenendo, per dirla con De Bono, il centro di riferimento obbligato tanto per i commerci librari quanto per i saperi astronomici<sup>130</sup>.

---

<sup>127</sup> C.B. Schimitt, *L’aristotelismo nel Veneto e le origini della scienza moderna*, in L. Olivieri (a cura di) “Aristotelismo veneto e scienza moderna”, Antenore, Padova, 1983, p. 103. F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit.

<sup>128</sup> F. Piovan, *Giovanni Battista Amico*, pp. 155-60. L’autore documenta come il filosofo cosentino Bernardino Telesio, a Padova nel 1538, si assunse l’onere dell’eredità debitoria di Giovan Battista Amico, saldando una pendenza di venti scudi veneti a favore di un certo Giovanni Battista Doria, d’origine genovese e ritenuto per pregiudizio dedito all’usura. L’entità della somma è tale da supporre che Amico abbia impiegato i venti scudi per pagare il tipografo veneziano che aveva stampato nel 1536 e ristampato l’anno seguente, il suo *Opusculum*.

<sup>129</sup> Cfr. M. Di Bono, *Le sfere omocentriche...*, cit. p. 11.

<sup>130</sup> Resta insuperato il citato lavoro di Braudel riguardo l’importanza della Serenissima quale coacervo di culture, orientale, mediterranea e del Nord Europa.

Limitandoci qui solo ai testi d'astronomia editi a Venezia o nel Veneto, vi sono molte *editiones principes* degli autori dell'antichità: Arato, Manilio, Aristarco, Proclo, Macrobio, Igino, Marziano Cappella e così via. L'*Almagesto* di Tolomeo viene stampato, una prima volta nel 1515, recuperando dall'epoca medievale, una vecchia traduzione dall'arabo in latino a cura di Gerardo da Cremona; una seconda volta nel 1528, sempre nella traduzione latina ma questa volta, ormai in pieno Rinascimento, dall'originale greco, per opera di Luca Gaurico.

L'editoria veneta degli inizi del secolo XVI non trascura certo le opere astronomiche più recenti o contemporanee: vedono infatti la luce i testi di Alcabizio, Purbach, Bate di Malines, Sacrobosco, Regiomontano e così via<sup>131</sup>.

L'aristotelismo veneto non è una nicchia per accademici, ma una sorta di ideologia filosofica che impregna di sé tanto la comunità dei colti quanto l'attività produttiva. Si ricordi che a Venezia esisteva allora un artigianato altamente qualificato che costruiva le lenti per i presbiteri, usando le leggi dell'ottica geometrica riformulate dai peripatetici arabi.

Questa trasversalità rende l'Ateneo patavino una tappa prestigiosa per i *curricula* dei più grandi filosofi naturali che insegnano astronomia; e di conseguenza a Padova convergeranno molti tra i più dotati studenti di astrologia, matematica e medicina, non solo dall'Italia ma da tutta Europa.

---

<sup>131</sup> Cfr. M. Di Bono, *Le sfere omocentriche...*, cit., p. 48.

6. L'astronomia del *De Motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica sine eccentrici et epicicli* di Amico

Un anno dopo la stampa de *Gli omocentrici* di Fracastoro<sup>132</sup>, Giovan Battista Amico pubblica il suo opuscolo su medesimo tema. Che i due astronomi siano debitori alle teorie di Eudosso è lo stesso astronomo cosentino a dichiararlo nei suoi scritti:

“Tra gli antichi alcuni si sono sforzati di unire l'astrologia alla filosofia naturale, altri , al contrario, hanno cercato di separare queste due scienze. Infatti, Eudosso, Callippo e Aristotele hanno cercato di ricondurre tutti i movimenti non uniformi, che i corpi celesti ci presentano, a dei collegamenti tra le orbite omocentriche riconoscibili in natura; Tolomeo, all'opposto, e coloro che hanno seguito il suo metodo hanno voluto, andando contro la natura delle cose, ridurle ad eccentrici ed epicicli”.

“Gli astronomi attribuiscono i fenomeni che percepiamo, quando osserviamo i corpi superiori, agli eccentrici e a quelle sferette che vengono chiamate epicicli. Ma la loro riduzione di tutti questi effetti a tali cause è pessima. D'altra parte, non ci si deve meravigliare se hanno errato in tale riduzione, poiché, come afferma Aristotele nel primo libro degli *Analitici Secondi*, ogni soluzione diventa difficile allorché coloro che hanno la pretesa di averla trovata fanno uso di principi falsi. Dunque, se la natura non conosce né eccentrici né epicicli, secondo la giusta espressione di Averroè, sarà bene che anche noi rifiutiamo tali orbite. Noi lo faremo tanto più volentieri in quanto gli astronomi attribuiscono agli epicicli e agli eccentrici certi movimenti che chiamano inclinazioni, riflessioni o deviazioni, che non possono convenire in alcun modo, almeno a mio parere, alla quinta essenza”<sup>133</sup>.

“In quest'opera, forse, non si troverà nulla di completo, ma riterrò di aver fatto abbastanza se riuscirò a eccitare gli spiriti più illustri al desiderio di rendere più chiara questa spiegazione” (*Ep. ad card. Nicolaum Rodulphum*).

---

<sup>132</sup> Girolamo Fracastoro, *Homocentricorum, sive de stellis, liber unus*, Venetiis 1535.

<sup>133</sup> Giovanni Battista D'Amico, *De motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica sine eccentricis et epicicli*, Venetiis 1536, cap. 1 e cap. VII.

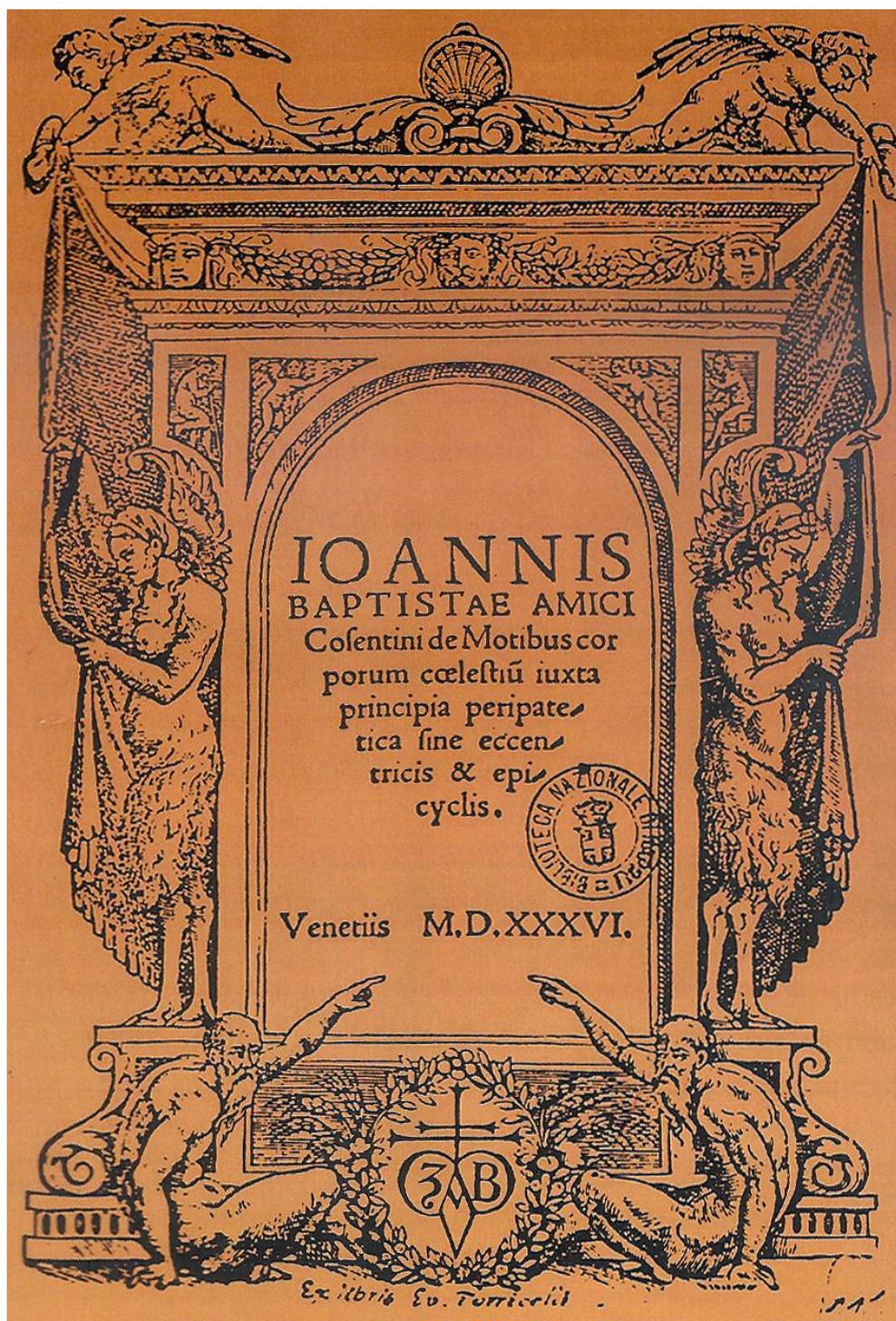


Fig. 32. Frontespizio dell'esemplare conservato nella Biblioteca Nazionale di Napoli. Prima edizione del *De Motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica sine eccentricis et epicyclis* di G.B. D'Amico, Venezia 1536

Nella dedica al Cardinale, il cosentino Amico avverte, con umiltà, l'intento dei suoi studi, confessando, in pratica, la gratitudine che deve a chi lo ha preceduto: i classici greci e latini e i trasmettitori arabi.

Nei primi sei capitoli dell'opuscolo, secondo la tradizione, egli compone un breve *excursus* delle dottrine astronomiche di Eudosso, Callippo e Aristotele, concludendo che l'osservazione millenaria della volta celeste non autorizza a pensare che la natura sia costretta a muoversi per epicicli ed eccentrici. Dal settimo capitolo inizia a declinare le proprie teorie riguardo l'assetto cosmico.

Amici, per primo, opera un vero e proprio pensiero critico riguardo le teorie antiche, e sebbene rimanga entro lo stretto cerchio di esse, promuove nuove formulazioni.

Il cosentino dimostra dapprima che se vi sono due sfere omocentriche contigue i rispettivi assi perpendicolari tra di loro e se i poli della sfera esterna si muovono da una parte e dall'altra rispetto alla posizione media; se accade tutto questo, allora si vede facilmente che la sfera interna ora accelera ora ritarda. Subito dopo osserva che se i poli delle due sfere formano, più in generale, un angolo di  $n^\circ$  gradi e l'uno ruota in verso contrario rispetto all'altro con velocità doppia, allora il movimento complessivo sarà una oscillazione su un arco di  $4n^\circ$  (Fig. 33) – in questo calcolo così elegante il nostro giovane Amico rivela quanto il suo talento debba, nella sua formazione accademica, alla geometria alessandrina rielaborata dagli arabi<sup>134</sup>.

---

<sup>134</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit.

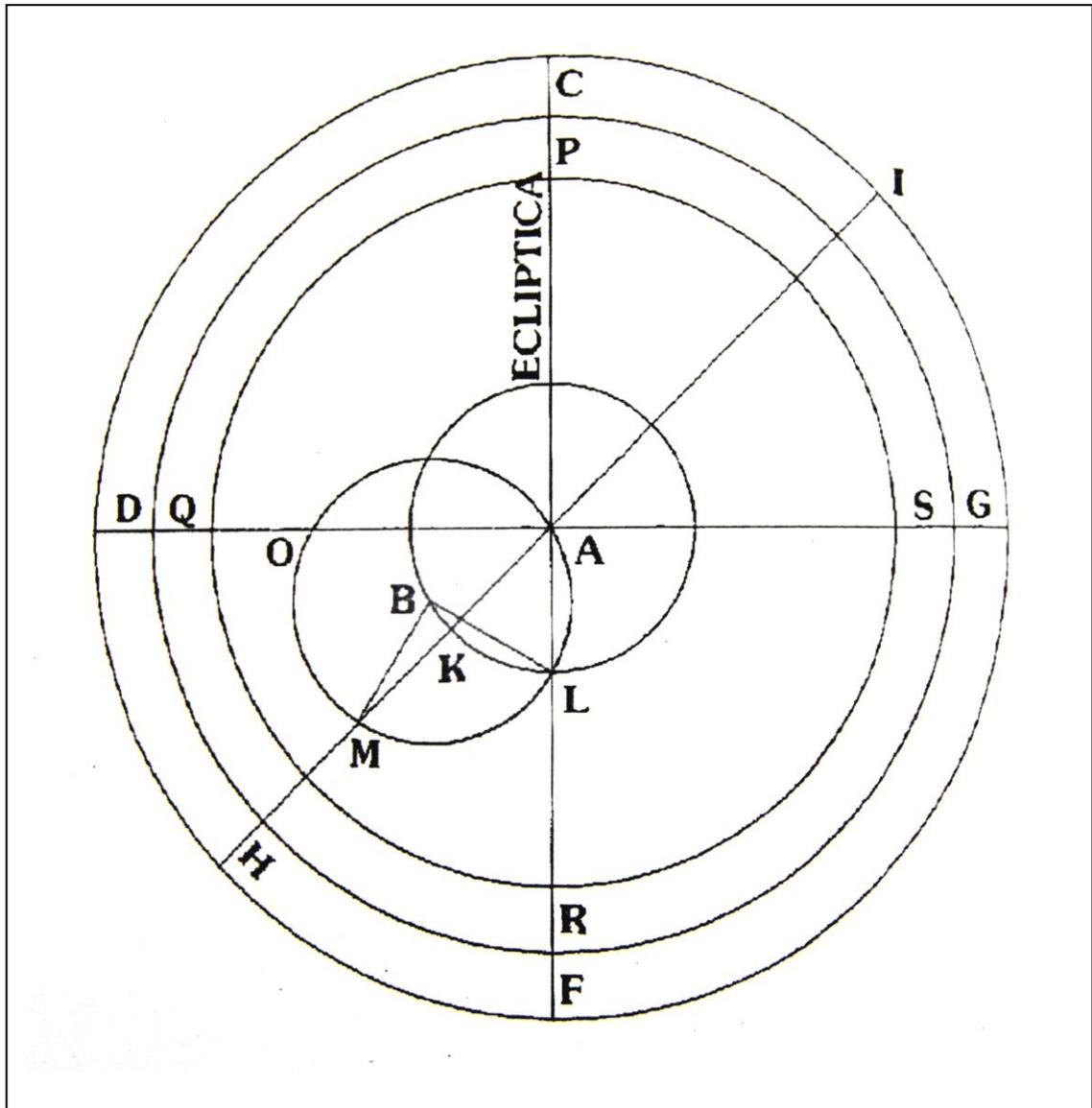


Fig. 33

Introdotta questa innovazione nel sistema eudossiano, il giovane astronomo può concludere che sono sufficienti quattro sfere per ricostruire i movimenti apparenti del Sole; mentre per i sei pianeti – la Luna secondo la tradizione viene considerata tale — ne occorrono di più.

Si evidenzia pertanto una aggiunta di sfere che renda possibile la “salvezza dei fenomeni”, a discapito di un complicazione che già è palese ai tempi di Aristotele, che comporta un numero di sfere aumentato a ottantanove, come risulta evidente nella tabella (3) seguente:

Tabella 3	EUDOSSO	CALLIPPO	ARISTOTELE	AMICO
Saturno	4	4	$4 + 3 = 7$	16
Giove	4	4	$4 + 3 = 7$	16
Marte	4	$4 + 1 = 5$	$5 + 4 = 9$	16
Venere	4	$4 + 1 = 5$	$5 + 4 = 9$	13
Mercurio	4	$4 + 1 = 5$	$5 + 4 = 9$	13
Sole	3	$3 + 2 = 5$	$5 + 4 = 9$	4
Luna	3	$3 + 2 = 5$	5	11
	26	33	55	89

Di conseguenza, il cosentino passa ad esaminare nel dettaglio l’orbita lunare; e subito solleva una obiezione decisiva alla teoria tolemaica: la Luna di certo non si muove su un epiciclo giacché, se così fosse, non potrebbe mostrare, osservata dalla Terra, la stessa faccia, come invece a noi tutti capita di costatare — secondo la fisica aristotelica un corpo che compia una rivoluzione attorno ad un centro deve rivolgere a quest’ultimo sempre il medesimo lato (Fig. 34).

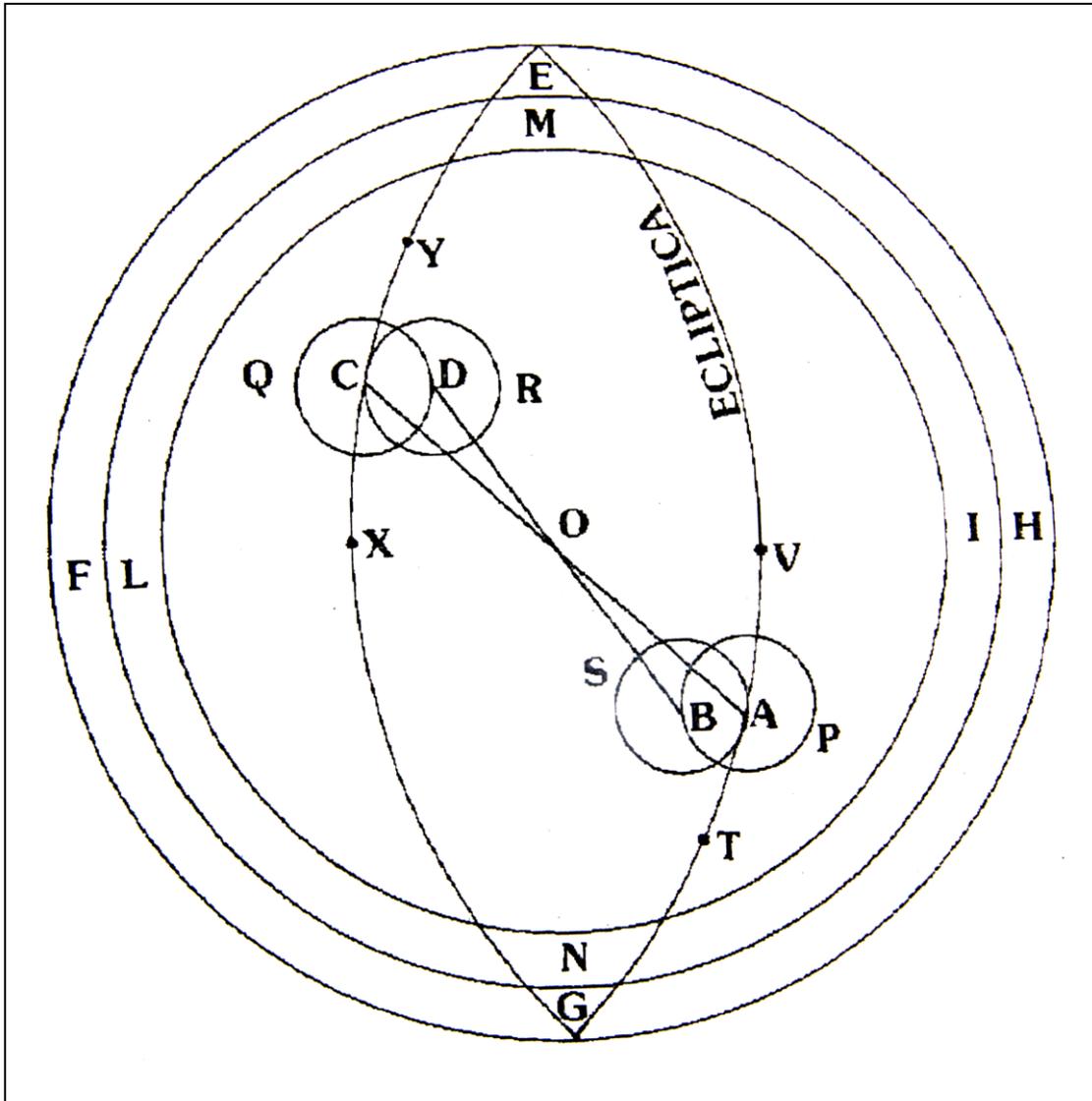


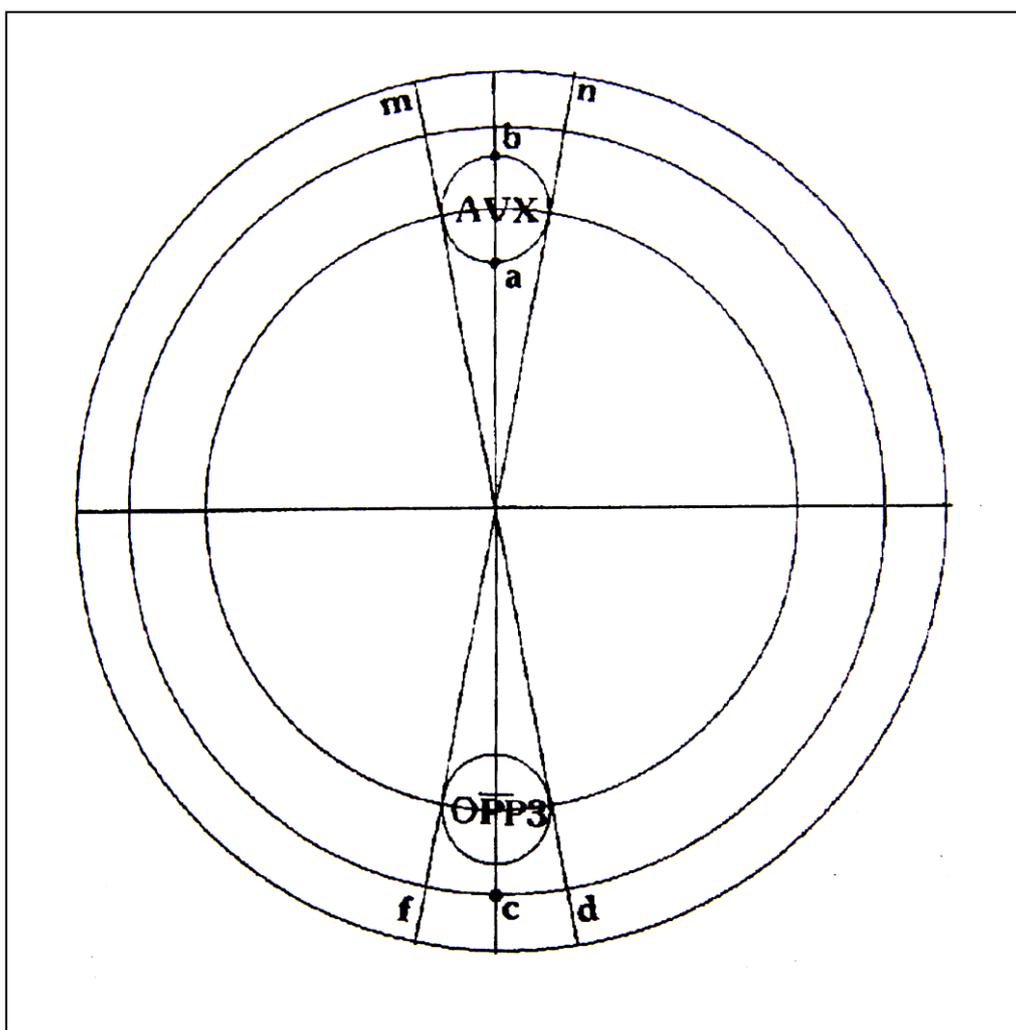
Fig. 34

Formulata così l'obiezione, il giovane astronomo si affretta a generalizzarne la portata: anche gli altri pianeti non possono muoversi su epicicli dal momento che i pianeti, corpi intrisi di divina perfezione, devono dipanare i loro percorsi in forme perfettamente analoghe e altrettanto pregne della succitata perfezione sublime.

Quattro sfere vengono quindi assegnate a ogni pianeta, in grado di svolgere il ruolo previsto, nella teoria tolemaica, per gli epicicli. La sfera più esterna, detta d'accesso, ha i suoi poli nel piano dell'orbita planetaria e si muove da Nord a Sud con la stessa

velocità con la quale si muoverebbe il corrispondente epiciclo tolemaico. La sfera successiva, più interna, presenta dei poli che distano da quelli della prima di un quarto del diametro dell'epiciclo. Codesta sfera adiacente si muove in direzione contraria alla prima ma a velocità doppia. La terza sfera, ancora più interna, detta di recesso, i cui poli giacciono sull'orbita planetaria, si muove da Sud a Nord. Infine, la quarta sfera, la più interna, ha il suo asse a perpendicolo rispetto al piano dell'orbita planetaria e ospita, incastonato, il pianeta su un suo cerchio massimo. La composizione dei diversi movimenti delle quattro sfere dà luogo, di solito, al moto progressivo annuale del pianeta, da Ovest verso Est; come, di tanto in tanto a quello retrogrado, da Est verso Ovest. Solo la Luna, per via della alta velocità della sua quarta sfera, presenterà unicamente il moto progressivo, sia pure appesantito, di tempo in tempo, da un certo ritardo (Fig. 35).

Fig. 35.



Dopo avere così ricostruito qualitativamente, senza l'uso degli epicicli, tanto la regressione dei pianeti quanto il ritardo della Luna, il giovane astronomo affronta il problema ben più intricato di dar conto della variazioni della durata del moto regressivo planetario e del ritardo lunare. Questo insoluto è risolto con l'attribuzione a ogni pianeta di altre tre sfere poste tra la sfera d'accesso e quella di recesso già introdotte, in modo che venga opportunamente variato l'arco percorso durante il moto retrogrado. Inoltre, per prevenire lo spostamento della posizione planetaria verso latitudine più alte di quelle osservate, introduce altre tre sfere – portando così a dieci il numero totale di sfere per pianeta; e come se ancora non bastasse, per la Luna aggiunge una undicesima sfera destinata a spiegare il moto ciclico della linea dei nodi lunari, l'antico Saros dei babilonesi che si ripete ogni diciotto anni circa<sup>135</sup>.

Malgrado l'evidente complessità del sistema del mondo così costruito, il cosentino si rende perfettamente conto che dieci sfere a pianeta non sono ancora sufficienti a dar conto di tutti i movimenti celesti reperiti lungo i millenni dagli astronomi; e aggiunge così altre sfere, portando alla fine a sedici quelle relative a Saturno, Giove e Marte, mentre per Venere e Mercurio ne basteranno, si fa per dire, solo tredici.

L'astronomo inoltre ritiene, non certo a torto, che per procedere a d una previsione numerica, attraverso il suo sistema del mondo, delle posizioni e dei movimenti dei corpi celesti occorre fissare con maggiore precisioni le inclinazioni reciproche degli assi delle diverse sfere; e per far questo si richiedono ulteriori minuziose osservazioni dei sei pianeti e del Sole. Quanto alle stelle fisse, quelle incastonate nell'ottava sfera, bisogna che quest'ultima, oltre alla rotazione diurna sia affetta anche da un altro movimento, chiamato trepidazione, che ricostruisca la lenta precessione degli equinozi – il che, secondo la fisica aristotelica, può avvenire solo dall'esterno ovvero deve esistere una nona sfera che trasmette all'ottava il moto che emana dal motore immobile (Fig. 36)<sup>136</sup>.

---

<sup>135</sup> *Ibidem.*

<sup>136</sup> *Ibidem.*

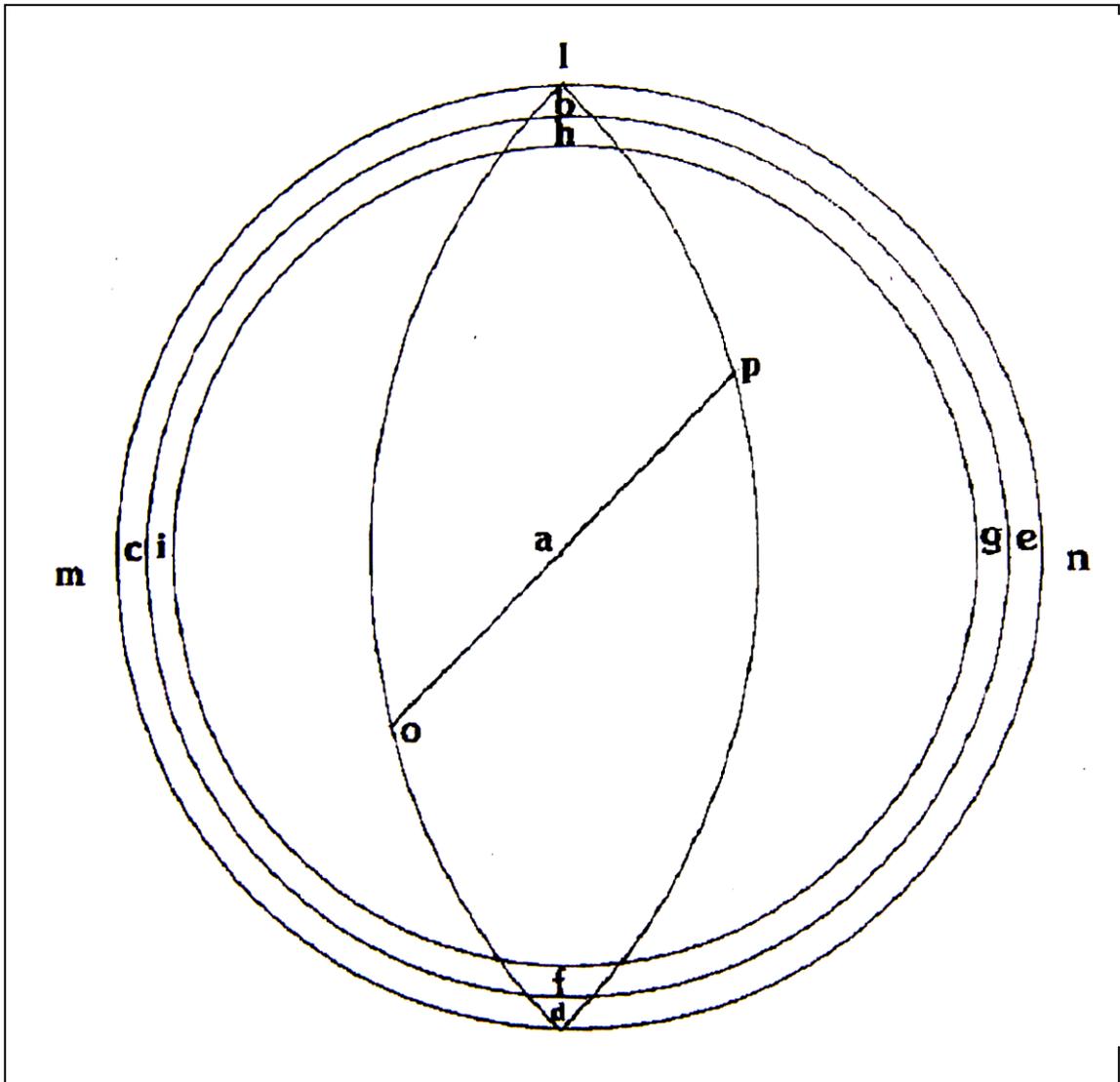


Fig. 36

Si noti che Amico non confronta la sua teoria con le osservazioni astronomiche più recenti, bensì ne fa di sue e si tratta di osservazioni del tutto innovative.

Il suo programma è quello di ritrovare tutti i risultati dell'astronomia tolemaica usando il sistema omocentrico piuttosto che gli eccentrici e gli epicicli. Non si pone il problema della correttezza sperimentale delle misure ereditate dalla tradizione medievale. Inoltre l'astronomo cosentino non si rende affatto conto che il suo sistema, pur intendendo fare salva la fisica peripatetica, in realtà le va decisamente contro.

La capacità che ha il sistema omocentrico di ricostruire, sommando moti circolari, il movimento rettilineo dei pianeti nella fase di retrogradazione, testimonia che tra cerchio

e retta non v'è quella differenza cosmologica affermata dalla fisica peripatetica, secondo cui nel senso che il cerchio appartiene alla perfezione del mondo sopralunare mentre la retta è partecipe del mondo sub lunare, della imperfezione terrestre<sup>137</sup>.

Bisogna aggiungere ancora che l'Amico è del tutto consapevole delle obiezioni alle quali va incontro il sistema omocentrico. La prima si riferisce al fenomeno della variazione del diametro e della luminosità apparente dei sette pianeti; per esempio, la Luna si mostra più grande in quadratura che alle sizigie, il Sole ha dimensioni maggiori d'inverno che in estate, Marte presenta una luminosità variabile con la posizione sulla fascia zodiacale. Questi fenomeni, infatti, sembravano indicare che la distanza Terra-Pianeta fosse variabile; e questo era una obiezione fatale al sistema omocentrico, che richiede appunto una simmetria sferica ovvero la conservazione della distanza. Amici si confronta con questa questione e la risolve spiegando come il fenomeno sia dovuto alla contingenza che l'etere frapposto, tra la Terra ed il Pianeta osservato, non ha una densità uniforme.

È necessario indagare questa spiegazione in dettaglio, giacché, malgrado si sia rivelata erronea, contiene un tratto essenziale della nuova fisica, quella basata sull'esperimento e non sull'esperienza. Amici, a Padova ha confidenza con gli artigiani degli opifici i veneziani – dove si lavorano le lenti per correggere miopia e presbiopia – e sa che un oggetto guardato attraverso la lente appare più grande in ragione diretta allo spessore della lente stessa. Egli, quindi generalizza la verità di questo esperimento all'universo nella sua interezza, ponendo alla teoria basi di “ottica empirica”. Di conseguenza i pianeti osservati dalla terra, malgrado si tengano sempre alla stessa distanza, ci appaiono più grandi quando, lungo lo zodiaco, si trovano in un punto nel quale l'etere è più denso. Analogamente la Luna si mostrerà più grande alle quadrature piuttosto che alle sizigie perché in queste ultime il suo forte splendore dirada l'etere che la circonda, sicché noi la vediamo come attraverso una lente più sottile che alle quadrature<sup>138</sup>.

L'altra obiezione è più di senso comune ma non per questo meno significativa. Il sistema omocentrico, rivisitato da Amici, resta notevolmente macchinoso. Esso, come

---

<sup>137</sup> *Ibidem.*

<sup>138</sup> *Ibidem.*

mostrato nella tabella numero 3, richiede un numero di sfere nettamente superiore tanto di quello aristotelico quanto dei deferenti tanto degli epicicli tolemaici.

Il giovane astronomo, però, rigetta l'obiezione affermando che egli cerca di ricostruire il cosmo così come realmente è, riproducendolo per similitudine su scala ridotta; ed è meno interessato ad un modello che rende sì più facile i calcoli ma comporta movimenti fisicamente inammissibili. Altrimenti detto, il cosentino, pur destreggiandosi assai bene con la geometria solida, si riconosce nella schiera degli "astronomi philosophi" intenti a conoscere la realtà del mondo e non in quella degli "astronomi matematici" indaffarati a formulare previsioni astronomiche quando non astrologiche, sulla base del computo<sup>139</sup>.

L'*Opusculum* si presenta come un trattato moderno, nel senso che il criterio di verità è assicurato dalla corrispondenza tra realtà fenomenica e proposizioni della teoria, e non già, come nella teologia medievale, tra fenomeni e parole della *Sacra Scrittura* o, andando ancora più a ritroso nel tempo, l'interdipendenza tra teorie scientifiche e filosofico/religiose del mondo antico. Nel mondo amicano e del secolo della Rinascita Dio è una ipotesi di cui si può fare a meno, e non si trova nell'opuscolo una benché minima citazione biblica. La separazione tra scienza e fede, così tipica della modernità, afferma Franco Piperno, è stata già totalmente interiorizzata dall'astronomo cosentino<sup>140</sup>.

L'*Opusculum* di Amici, come già detto, aveva vissuto una stampa e una ristampa a Venezia, nel 1536 prima e nel 1538 poi, presso lo stesso editore. E ancora una terza, postuma, questa volta a Parigi nel 1540, a cura di Guillaume Postel, un intellettuale cosmopolita qualche po' enigmatico, in bilico tra profezie millenaristiche e rigore scientifico – miscela non insolita per l'epoca.

Tre edizioni di rilievo europeo nel giro di pochi anni e poi uno stato di latenza, quasi catalettico<sup>141</sup>; si pensi che il suo libro non sarà citato nella letteratura astronomica fino al 1905, quando Dreyer, nella sua classica storia della cosmologia, gli renderà

---

<sup>139</sup> *Ibidem*.

<sup>140</sup> *Ibidem*.

<sup>141</sup> Amico non scompare del tutto dalle fonti letterarie. Il suo nome, assieme a una sintesi dell'*Opusculum* appare in molti testi di storia locale (citati in queste note), dal finire del XVI secolo fino al novecento, quando si ricomincerà ad occuparsi di lui in quanto astronomo: cfr. M. Di Bono, *Le sfere omocentriche...*, cit., pp. 11-17.

onore, dedicando all'astronomo nato a Cosenza un intero paragrafo, volto alla rivalutazione della figura e dell'opera di Amici<sup>142</sup>.

La ragione del lungo silenzio che avvolgerà per secoli il nome dell'astronomo cosentino è dovuta al trionfo dell'astronomia copernicana in Europa. Infatti, appena solo cinque anni dopo l'assassinio di Giovan Battista Amico, uscirà, nel 1543, dai torchi di una tipografia di Norimberga, il *De Revolutionibus* di Nicolaus Copernicus, al secolo Niklas Koppernigk, canonico della cattedrale di Frauenburg, ben più noto con il nome latinizzato<sup>143</sup>.

La diffusione del *De Revolutionibus* sarà capillare in tutta Europa, e le copie del libro saranno rieditate all'infinito è in atto la pacifica rivoluzione scientifica, meglio nota come rivoluzione copernicana<sup>144</sup>.

Scrive Piperno: “L'elaborazione del pensiero astronomico subisce uno spiazzamento; lo scontro per l'egemonia teoretica non avverrà più tra peripatetici e tolemaici, bensì tra questi ultimi ed i copernicani. Prima si confrontavano due sistemi del modo, entrambi geocentrici e geostatici, che si riferivano alla stessa fisica; ora la competizione va svolgendosi tra il sistema geocentrico argomentato con la fisica aristotelica e quello eliocentrico bisognoso di una nuova fisica.

In questo quadro, il libretto di Amico sembra avere imboccato la giusta strada ma in direzione sbagliata. In effetti, il giovane cosentino ha posto la domanda decisiva per risolvere la crisi che agli inizi del XVI secolo attanaglia il sapere astronomico: come riunificare l'astrologia matematica con la filosofia naturale o astronomia? La questione è quella giusta, ma la risposta – massaggiare il cuore ormai esausto d' Aristotele – s'è rivelata troppo macchinosa; e dunque erronea.

---

<sup>142</sup> J. L. E. Dreyer, *A History of astronomy...*, cit. Oltre a questo testo che descrive a grandi linee il sistema amiciano, va ricordato l'articolo tecnico di N. M. Swerdlow, *Aristotelian Planetary Theory in the Renaissance: Giovanni Battista Amico's Homocentric Spheres*, in “Journal of Astronomy”, 3,1972, pp. 36-48; e ancora l'importante saggio di Di Bono e i lavori di F. Piperno, qui ampiamente citati.

<sup>143</sup> Nato a Thorn, sulle rive della Vistola, terra incognita contesa tra l'Ordine dei Cavalieri Teutonici e il Regno di Polonia; anche lui, come Amico, giunto a Padova, per studiare astronomia e medicina.

<sup>144</sup> Mi piace ricordare che ben diciotto secoli prima Aristarco di Samo ha messo in atto la teoria eliocentrica. Copernico, anche lui, si è mosso, in qualche modo, guardando indietro: con l'abissale differenza che i tempi sono ormai maturi. Sulle accuse di empietà mosse ad Aristarco cfr. L. De Rose, *Le ragioni dell'etica nei confronti della scienza. Tre esempi in epoca antica*, in F. Garritano, E. Sergio (a c. di), *Scienza ed etica*, «Ou. Riflessioni e provocazioni», n° 13, fasc. 1/2002, pp. 63-67.

Eppure, sarà proprio quella ricomposizione, cercata e non trovata da G. B. Amico, a dar luogo alla scienza moderna e quindi alla modernità *tout-court* – poco più di mezzo secolo dopo, per opera del Galilei, toscano tutt’altro che aristotelico, piuttosto intriso di neo platonismo”<sup>145</sup>.

Giovan Battista, astronomo talentato, è morto giovanissimo, ucciso forse senza una ragione, prima di poter portare a compimento il suo destino, forse perché “caro agli Dei”, come vuole la sapienza antica.

Non è dato sapere quale sarebbe stata l’evoluzione del pensiero di Amico, il suo destino intellettuale, il suo *karma* scientifico, se fosse vissuto abbastanza, soltanto pochi anni ancora, da imbattersi nel *De Revolutionibus* di Copernico.

Le cose non sono andate così; e un giovane dal destino incompiuto, ma dall’indiscutibile intelligenza ha potuto solo tentare di dare un senso a teorie che valgono solo dal punto di vista dell’osservatore.

Questo è un mondo antico..., come direbbe Leopardi spazzato via “ a guisa di una mera illusione dalla rivoluzione astronomica prima e dalla mentalità moderna dopo”<sup>146</sup>.

---

<sup>145</sup> F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici...*, cit.

<sup>146</sup> G. Leopardi, *Storia dell’Astronomia*, in F. Piperno (a cura di), Arcavacata, Centro Editoriale UNICAL, 2001, p. 18.

## 7. Conclusioni

I Greci, e gli Antichi in genere, hanno sviluppato teorie, pur senza avere l'apparato tecnico e tecnologico adeguato, che lasciano l'odierno studioso perplesso, per la numerosa produzione scientifica e per le ipotesi che hanno risvolti incredibilmente vicini al reale. Per questo sembra quasi impossibile che non sia mai stata pensata una congettura, prima di Keplero, riguardo a una traiettoria ellittica di un pianeta.

Per quanto concerne Eudosso il risvolto, a mio avviso, più interessante è poi l'assegnazione a ciascuna sfera di una inclinazione e una velocità uniforme che le sono proprie, vale a dire ogni sfera è impernata alla sfera che la precede in grandezza, ma gode di un asse e di un moto costante personale. È evidente che tutta l'ossatura è retta da un numero consistente e da un sistema complesso di rotazioni, che sottende una scomposizione del movimento proprio di ogni corpo celeste, il quale è inserito in una configurazione cosmica di insieme.

La cosa non deve stupire perché Eudosso non è certo un "realista ingenuo", piuttosto spartisce con Gauss il titolo di massimo matematico dell'Occidente. Oltre alla teoria delle "sfere d'influenza", a lui si deve la linea di fuga dalla "catastrofe dell'incommensurabile", da quella condizione di panico nella quale era piombato il pensiero pitagorico dopo la scoperta, per auto poiesi, dell'irrazionale – scoperta che aveva scosso dalle fondamenta la confidenza dei matematici nell'uso della "proporzione", concetto cardine di ogni calcolo nell'antichità. Eudosso restaura l'antica fiducia dimostrando geometricamente che la definizione di grandezze proporzionali non comporta che debbano essere tra loro commensurabili, condividano, cioè, una comune unità di misura. Infine, il matematico di Cnido inventa o almeno perfeziona il "metodo d'eshaustione", anticipando di un paio di millenni la teoria rigorosa del calcolo integrale, fabbricata in Europa da tedeschi e francesi, solo nel XIX secolo.

Dal punto di vista logico-matematico poi, l'idea di Eudosso è geniale ed attuale insieme. Infatti, immaginare e dimostrare che un moto errante, non uniforme, irregolare, nello spazio siderale possa essere ricostruito come una opportuna somma di rotazioni perfettamente periodiche, questo pensiero anticipa di millenni la “analisi di Fourier”, uno strumento matematico fabbricato dai francesi nella seconda metà del XIX secolo, alla base ancor oggi della ricerca fisica la più avanzata<sup>147</sup>.

Come ampiamente ricorda Franco Piperno, cui va tutta la mia gratitudine per questi anni di dottorato (il mio secondo – dopo quello più canonico, affine e consono alle mie corde<sup>148</sup> –, ma non per questo meno importante, anzi proprio per questa diversità risulta così prezioso, perché lontano dalla mia formazione storica antica), Gian Battista Amico, prematuramente scomparso, è un grande astronomo mancato alla modernità, una grande civiltà urbana soffocata dalla modernità, che ha bisogno ancora di romantici e sognatori.

---

<sup>147</sup> V. Schiaparelli, *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Callipo e di Aristotele*, in “Scritti sulla storia della astronomia antica”, v. 2, Zanichelli, Bologna, 1926, pp. 6-106; L. Russo, *La rivoluzione dimenticata*, Feltrinelli, Milano, 1998, pp. 259-61; B. Russell, *Storia della filosofia occidentale*, TEA, Milano, 2010, pp. 216-17.

<sup>148</sup> Tesi dal titolo, *La seta tra Oriente e Occidente. Produzione e Commercio nel mondo antico*, dottorato in Storia economica, demografia, istituzioni e società dei Paesi mediterranei, dissertata il 4.4.2003.

## 8. Bibliografia

AA.VV., *Avant, avec, après Copernic. La représentation de l'univers et ses conséquences épistémologiques*, in XXXIe semaine de synthèse, Paris, Blanchard, 1975

AA.VV., *In search of ancient astronomies*, ed. by Krupp E. C. London, Chatto & Windus, 1979

AA.VV., *L'astronomie dans l'antiquité classique*, in "Actes du colloque tenu à l'Université de Toulouse-le-Mirail les 21-23 octobre 1977", Les Belles Lettres, Paris 1979

AA.VV., *Astronomy of the ancients*, ed. by Brecher K. e Feirtag M., MA MIT Pr., Cambridge 1979

A. Aaboe, *On a Greek qualitative planetary model of the epicyclic variety*, in "Centaurus" 1963-1964 IX, pp. 1-10

A. Aaboe, Asger, *On Babylonian planetary theories*, in "Centaurus", 1958, V, pp. 209-277

G. Abetti, *Storia dell'astronomia*, Vallecchi, Firenze 1949 XII

J. H. Abry, *L'astrologie à Rome. Les Astronomiques de Manilius*, in «Pallas» 1983 XXX, pp. 49-61, 136-137

E. J. Aiton, *Celestial spheres and circles*, in «History of sciences» 1983 19, 75-114

E. J. Aiton, *Peurbach's theoricae novae planetarum*, A translation with Commentary, in «Osiris» 1987, 2<sup>nd</sup> Ser., 3, pp. 5-43

- R. H. Allen, *Star names. Their lore and meaning*, Dover 1963
- G. Aujac, *Astronomie et géographie scientifique dans la Grèce ancienne*, in «BAGB» 1973, pp. 441-461
- G. Aujac, *Le zodiaque dans l'astronomie grecque*, in «RHS» 1980 XXXIII, pp. 3-32
- G. Aujac, *Reflexions sur la sphéropée*. REG 1969 LXXXII : 2 p. XVIII-XX.
- G. Aujac, *Sphérique et sphéropée en Grèce ancienne*, in «II. Proceed. XIVth Congr. hist. of sc.», pp. 23-26
- G. Aujac, *Le géocentrisme en Grèce ancienne?*, in «XXXIe semaine de synthèse» pp. 19-28.
- G. Aujac, *Géminos. Introduction aux phénomènes*, Les belles Lettres, Paris 1974
- J.S. Baille, *Histoire de l'astronomie moderne depuis la fondation de l'école d'Alexandrie jusq' à l'époque de 1730*, Paris, 1785, 3 voll.
- G. Barrio, *Antichità e luoghi della Calabria*, aggiunte e note di Tommaso Aceti, osservazioni di Sartorio Quattromani, Roma 1737, trad. it. di Erasmo A. Mancuso, Brenner, Cosenza 1979, pp. 192-193
- G. Barsanti, P. Del Santo, *I sistemi dell'Universo da Eudosso a Galileo*, Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze 1992
- T. Barton, *Ancient Astrology*, Routledge, London 1994
- F. Becker, *Histoire de l'astronomie*, Lamarre, Parigi 1954;
- A. Berry, *Compendio di storia dell'astronomia*, trad. it., Roma 1907
- P. J. Bicknell, *Early Greek knowledge of the planets*, in «Eranos» 1970 LXVIII, pp. 47-54
- G. Bilfinger, *Die Zeitmesser der Antiken Volker*, Stuttgart 1886
- F. Böll, *Studien ueber Claudius Ptolemaeus*, Leipzig, Teubner 1894

- F. Böll, C. Bezold, W. Gundel, *Storia dell'astrologia*, Laterza, Roma-Bari 1977
- F. Böll, *Die Sternkataloge des Hipparch und des Ptolemaios*, Bibliotheca Mathematica 3 (ii), 1901, pp. 185-195
- H. Bonitz, *Index aristotelicus*, Berlin 1870, r. Graz 1955
- H. Bonitz, *Aristotelis Metaphysica*, vol. II (commentarius), Bonn 1849, r. Hildesheim 1960, pp. 507-10
- F. Braudel, *Civiltà e imperi del Mediterraneo nell'età di Filippo II*, trad. it. di Carlo Pischedda, 2 voll., Einaudi, Torino 1986
- J. P. Britton, *Models and precision: the quality of Ptolemy's observations and parameters*, Garland, New York 1992
- F. Bruin, *The equatorial ring, equinoxes, and atmospheric refraction*, in "Centaurus" 20, 1976 89-III
- P. L. Butzer, D. Lohrmann (eds.), *Science in western and eastern civilization in Carolingian times*, Birkhauser, Basel 1993
- F. J. Carmody, *The astronomical Works of Thabit b. Qurra*, University of California Press Los Angeles 1960
- M. Caspar, *Kepler*, Trans. by C. Doris Hellman, Dover, New York 1993
- N. Copernici Torinensis, *De Revolutionibus Orbium Coelestium, Libri VI*, 2° edizione, Basel 1566
- J. Cornell, *I primi osservatori. Alle origini dell'astronomia*, trad. it. Feltrinelli, Milano 1983
- Claudii Ptolomaei, *Syntaxis mathematica*, ed. J.L. Heiberg, Lipsiae 1898-1903
- M. J. Crowe, *Theories of the world from antiquity to the Copernican Revolution*, Dover New York 1990

G. B. D'Amico, *De motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica sine eccentricis et epicycli*, Venetiis 1536.

J.B. Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, Paris, 1817, 2 voll.

E. De Rose, *L'incerta biografia di Luigi Giglio*, in *Raccontiamoci la città (parte sesta). Cosenza tra storie, miti, leggende. Divulgare la scienza moderna attraverso l'antichità, le nuvole*, Cosenza 2011, pp. 102-130

L. DE ROSE, *Il mistero della seta. Luoghi e popoli dell'Oriente nelle fonti classiche*, in "Tra Oriente e Occidente: fenomeni di immigrazione, interazioni politiche, economiche, culturali in Calabria dall'età antica a quella contemporanea", Dall'antico al moderno I incontro di studio organizzato dal laboratorio multimediale per le fonti storiche - 27-28 novembre 2006 dip.<sup>10</sup> di Storia Unical – Atti del convegno, «Miscellanea di Studi Storici» Dipartimento di Storia – Università degli Studi della Calabria, n. XIV/2007, Rubbettino, Soveria Mannelli 2008, pp. 105-172

L. De Rose, *Il volo della tartaruga. Storia di un catasterismo*, in X Congresso Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia, promosso dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali Trinitapoli 22-23 ottobre 2010, in c. di s.

L. De Rose, *Cosenza "faro splendidissimo di cultura". L'Atene della Calabria e i Brettii raccontati da Gabriele Barrio*, in G. Masi (a cura di), *Tra Calabria e Mezzogiorno. Studi storici in memoria di Tobia Cornacchioli*, ICSAIC, Pellegrini Editore, Cosenza 2007, pp. 31-63

L. De Rose, *Le ragioni dell'etica nei confronti della scienza. Tre esempi in epoca antica*, in F. Garritano, E. Sergio (a c. di), *Scienza ed etica*, «Ou. Riflessioni e provocazioni», n° 13, fasc. 1/2002, pp. 63-67

L. De Rose, *Produzione e commercio della seta nelle fonti romane*, in *La seta. E oltre...*, a cura di I. Fusco, «Atti del Convegno, Arcavacata 25-26 ottobre 2001», collana Economia e storia delle società Mediterranee 5, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli 2004, pp. 69-108;

- L. De Rose, *La seta tra Oriente e Occidente. Produzione e Commercio nel mondo antico*, tesi di dottorato in Storia economica, demografia, istituzioni e società dei Paesi mediterranei, dissertata il 4.4.2003
- M. Di Bono, *Le sfere omocentriche di Giovan Battista Amico nell'astronomia del cinquecento*, C.N.R. — Università di Genova, Genova 1990
- D. R. Dicks, *The concepts of Greek astronomy* in "BICS" 1964 XI, pp. 43-53
- D. R. Dicks, *Early Greek astronomy to Aristotle*, Thames & Hudson, London 1970
- D. R. Dicks, *The geographical fragments of Hipparchus*, Athlone Press, London 1960
- H. Diels, *Antike technik*, Teubner, 3<sup>rd</sup> ed. Leipzig 1924
- E. J. Dijksterhuis, *The mechanization of the world picture*, trans. by C. Dikshoorn. University Press, London 1961
- E. J. Dijksterhuis, *Archimedes*, trans. by C. Dikshoorn, Revised ed. Princeton, Princeton University Press, New York 1987
- A. Diller, *Ancient measurements of the Earth*, in "Isis" 40, 194, pp. 96-9
- A. G. Drachman, *A detail of Heron's Dioptra*, in "Centaurus" XIII 1950, pp. 241-247
- Drake, Stillman, *Galileo at work: his scientific biography*, University of Chicago Press, Chicago 1978
- J. Drecker, *Die theorie der sonnenuheren*, W. de Gruyter, Berlin 1925
- J. L. E. Dreyer, *A history of astronomy from Thales to Kepler*, 2nd ed., Dover Publ., New York, 1953
- J. L. E. Dreyer, *Storia dell'astronomia da Talete a Keplero*, trad. it. Feltrinelli, Milano 1970
- J. L. E. Dreyer, *Tycho Brahe. A picture of scientific life and work in the Sixteenth Century*, Black Dover, Edinburgh New York 1963

- J. L. E. Dreyer, *On the origin of Ptolemy's catalogue of stars*, Montly Notice of the royal astronomical Society 77, 1906, pp. 78-539
- P. Duhem, *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, Hermann, Paris 1954
- P. Duhem, *Salvare i fenomeni*, Borla, Città di Castello 1986
- P. Duhem, *To save the phenomena*, Chicago, 1969.
- B. Eastwood, *Plinian astronomical diagrams in the early Middle Ages*, in Edward Grant and John E. Murdoch, eds., *Mathematics and its applications to science and natural philosophy in the Middle Age*, Cambridge University Press, Cambridge 1987
- B. Eastwood, *Heraclides and heliocentrism: texts, diagrams, and interpretations*, in "Journal for the history of astronomy" 23, 1992, pp. 233-260
- B. Eastwood, *The astronomy of Macrobius in Carolingian Europe: Dungal's letter of 8II to Charles the great*, Early Modern Europe 3 1994, pp. 117-134
- B. Eastwood, *Celestial reason: the development of latin planetary astronomy to the twelfth century*, in S. J. Ridyard and R. G. Benson, eds., *Man and nature in the Middle Ages*, University of the South Press, Sewanee 1995
- L. Elders, *Aristotles's cosmology*, Assen 1966
- J. Evans, *On the function and the probable origin of Ptolemy's equant*, in "American journal of physics" 52 1984, pp. 1080-1089
- J. Evans, *On the origin of the Ptolemaic star catalogue*, in "American journal of physics" 18 1987, pp. 155-172, 233-278
- J. Evans, *The division of the Martian eccentricity from Hipparchos to Kepler: a history of the approximations to Kepler motion*, in "American journal of physics" 56 1988, pp. 1009-1024
- J. Evans, *The Ptolemaic star catalogue*, in "Journal for the history of astronomy" 23 1992, pp. 64-68

- B. Farrington, *Storia della scienza greca* (1944-1949), trad. it., Mondadori, Milano 1964
- J. V. Field, M. T. Wright, *Gears from the Byzantines: a portable sundial with calendrical gearing*, in "Annals of sciences" 42 1984, pp. 87-138
- J.K. Fotheringham, *The Metonic and Callippic cycles*, in "Montly Notices of the royal astronomical society" 84 1924, pp. 383-392.
- G. Fracastoro, *Homocentricorum, sive de stellis, liber unus*, Venetiis 1535
- P. M. Fraser, *Ptolemaic Alexandria*, Oxford 1972, 3 voll.
- A. Fresa, *L'astronomia nella Magna Grecia e in Sicilia*, in "AAP" 1965-1966 XV, pp. 127-137
- S. Gibbs, *Greek and Roman sundials*,: Yale University Press, New Haven and London 1976
- O. Gingerich, *Apianus's astronomicum Caesareum and its Leipzig Facsimile*, in "Journal for the history of astronomy" 2 1971, pp. 168-177
- O. Gingerich, *The eye of Heaven: Ptolemy, Copernicus, Kepler*, American institute of Phisics, New York 1993
- F. Gisinger, *Die Erdbeschreibung des Eudoxos von Knidos*, Stoicheia, Heft 6, 1921.
- B. R. Goldstein, *The Arabic version of Ptolemy's planetary hipotheses*, in "Transactions of the American Philosophical Society" (n.s.) 57 1967, part 4
- B.R. Goldstein, A.C. Bowen, *On early Hellenistic astronomy: Timocharis and the first Callipic Calendar*, in "Centaurus" 32 1989, pp. 272-293
- E. Grant, *A source book in Medieval Science*, University of Chicago Press, Chicago 1974
- E. Grant, *Planets, stars, and orbs. The medieval cosmos, 1200-1687*, Cambridge Univeristy Press, Cambridge 1994

- G. Grasshoff, *The history of Ptolemy's star catalogue*, Springer, New York 1990
- H. G. Gundel, *Himmelsbilder auf antiken Planisphären*. Sterne & Weltraum 1963
- S. Guye, E. Michel, *Time and space: measuring instruments from the 15<sup>th</sup> to the 19<sup>th</sup> century*, trans. by Diana Dolon, Praeger, New York 1971
- E. Halley, *Considerations on the change of the latitudes of some of the Principal Fixt Stars*, in "Philosophical transactions of the royal Society of London" 30 1717-1719, pp. 736-739.
- T. L. Heath, *Aristarchus of Samos, the ancient Copernicus. A history of Greek astronomy to Aristarchus*, Clarendon Press, Oxford 1913
- T. L. Heath, *A history of greek mathematics*, Clarendon Press, Oxford 1912, 2 voll.
- T.L. Heath, *Greek astronomy*, London 1932.
- N. S. Heterington, *Encyclopedia of cosmology*, Garland, New York 1993
- R. Hooykaas, *G.J. Rheicus' treatise on holy scripture and the motion of the Earth*, North – Holland, Amsterdam 1984
- F. Hofer, *Histoire de l'astronomie*, Paris 1873
- R. Hughes, *George Washington: the Human Being and the hero*, William Morrow, New York 1926
- G. Huxley, *Studies in the Greek astronomers*, in "GRBS" 1963 IV, pp. 83-105
- S. A. Ionides, *Caesar's Astronomy (Astronomicum Caesarium)*, by Peter Apian, Ingolstadt 1540, in "Osiris" 11 936, pp. 356-389
- S. L. Jaki, *Planets and planetariums. A history of the origin of planetary systems*. Scottish Acad. Pr., Edinburgh 1978
- H. Jensen, *Sign, symbol and script*, 3<sup>rd</sup> ed. trans. By George Unwin, Putnam, New York 1969

- A. Jones, *Studies in the astronomy of the Roman Period I. the standard lunar scheme*, in "Centaurus" 39 1997, pp. 1-36
- A. Jones, *Studies in the astronomy of the Roman Period II. Tables for solar longitude*, "Centaurus" 39 1997, pp. 211-229
- A. Jones, *Studies in the astronomy of the Roman Period III. planetary epoch tables*, in "Centaurus" 40 1997, pp. 1-41
- E. S. Kennedy, *A survey of Islamic astronomical tables*, Transactions of the American Philosophical Society (n.s.) 46, Part. 2 1956
- D. A. King, *Islamic mathematical astronomy*, Variorum reprints, London 1986
- D.A. King *Islamic mathematical astronomy*, Variorum reprints, London 1987
- G. S. Kirk, J.E. Raven, *The presocratic philosopher*, Cambridge Univ. Pr., Cambridge 1960
- G. Kish, *A source book in geography*, Harvard Univ. Pr., Boston 1978
- W. R. Knorr, *Plato and Eudoxus on the planetary motions*, in "Journal for the history of astronomy" 20 1989, pp. 313-329
- A. B. Krische, *Forschungen auf dem Gebiete der antiken Philosophie*, I, Goettingen, Druck und Verlag der Dieterichschen Buchhandlung
- A. Koyré, *Les étapes de la cosmologie scientifique*, in "RS" 1951 XXIX, pp. 11-32
- A. Koyré, *The astronomical revolution*, trans. by R.E.W. Maddison, Cornell Univ. Pr. Ithaca, N.Y. 1973
- T. Kuhn, *The Copernican revolution*, Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Pr., Boston 1957
- P. Kunitzsch, *The Arabs and the stars*, Variorum Reprints, Northampton 1989
- P. Kunitzsch, T. Smart, *Short guide to Modern star names and their derivations*, Otto Harrassowitz, Wiesbaden 1986

- F. Lasserre, *Die Fragmente des Eudoxos von Knidos*, De Gruyter, Berlin 1966.
- G. E. R. Lloyd, *Saving the appearances*, in "CQ" 1978 XXVIII, pp. 202-222
- G. E. R. Lloyd, *La scienza dei Greci (1970-1973)*, trad. it. Laterza, Bari 1978
- H. Lloyd-Jones, *Myths of the zodiac*, Duckworth, London 1978
- K. Lochmann, s.v. *Ptolemaios* (Stern) in RE Pauly Wissowa 1959 coll. 1863-1867
- O. Longo, *Introduzione ad Aristotele, De Caelo*, Sansoni, Firenze, 1962
- C. Manitius, *Gemini elementa astronomiae*, Teubner, Leipzig 1898
- J. Manuel Fernández, *Astronomía poética clásica*, in "Humanidades" 1962 XIV, pp. 345-367
- N. Marinone, *Alcuni aspetti dell'astrotesia ellenistica*, in "Maia" 1979 XXXI, pp. 15-23
- A. Masani, *Storia della cosmologia*, Editori Riunito, Roma 1980
- C. Methuen, *Maestlin's teaching of Copernicus: the evidence of his University textbook and disputations*, in "Isis" 87 1996, pp. 230-247
- Ph. Metman, *Mythe en levenslot. De levensleer von de Griekse sterrensymboliek*, Den Haag, Servire 1963
- G. Moyer, *The Gregorian Calendar*, in "Scientific American Journal" 246 (5), 1982, pp. 144-152
- M. K. Munitz et al., *Theories of the universe from Babylonian myth to modern science*, Falcon's Wing Pr., Glencoe 1957
- O. Neugebauer, *On some aspects of early Greek astronomy*, in "PAPhS" 1972 CXVI, pp. 243-251
- O. Neugebauer, *Le scienze esatte nell'Antichità (1952)*, trad. it., Feltrinelli, Milano 1974

- O. Neugebauer, *A history of ancient mathematical astronomy*, Springer, Berlin 1975, 3 voll.
- R. R. Newton, *Ancient planetary observations and the validity of ephemeris time*, Johns Hopkins Univ. Pr., Baltimore 1976
- R. R. Newton, *The crime of Claudius Ptolemy*, Johns Hopkins Univ. Pr., Baltimore 1977
- J. D. North, *The Norton history of astronomy and cosmology*, Norton, New York 1995
- D. O'Brien, *Theories of Weight in Ancient World*, 3 voll., Paris-Leiden 1984, vol. II
- Pallas, XXX : Astres, astrologie, religions astrales dans l'antiquité classique. 1983 139 p.
- A. Pannekoek, *A history of astronomy*, Allen & Unwin, London 1961
- E. A. Parsons, *The Alexandrian library*, American Elsevier, New York 1967
- K. M. Pataturk, *Opere inedite perché non stampate, né scritte e neppure pensate*, 11/II-67, Valle Giulia, Roma 1968
- O. Pedersen, *A survey of the almagest*, in "Acta historica scientiarum naturalium et medicinalium", no. 30 Odense Univ. Pr., Odense 1974
- O. Pedersen, M. Pihl, *Early physics and astronomy. A historical introduction*, Amer. Elsevier, New York 1974
- O. Pedersen, *A survey of the Almagest*, Odense University Press, Odense 1974
- C. H. F. Peters, E. B. Knobel, *Ptolemy's catalogue of stars: a revision of the almagest*, Carnegie no. 86, The Carnegie Institution of Washington, Washington D.C 1915
- V. M. Petersen, O. Schmidt, *The determination of the longitude of the apogee of the orbit of the sun according to Hipparchus and Ptolemy*, in "Centaurus" 1967 XII, pp. 73-96
- D. Pingree, *The Greek influence on early Islamic astronomy*, in "Journal of the American Oriental Society" 93 1973, pp. 32-43

- L. Piovan, *Giovanni Battista Amico, Bernardino Telesio, Giovan Battista Doria: documenti e postille*, in “Quaderni per la storia dell’Università di Padova” 40 2007
- F. Piperno, *Ioannis Baptistae Amici Cosentini, “Opusculum de motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica, sine eccentricis et epicyclis, Denuo Aeditum, Venetiis MDXXXVI*, in c. di s.
- F. Piperno, *Le imprese di Pigafetta*, www. UNICAL/ variazioni sul tempo.
- K. Pranti, *Vier Bücher über das Himmelsgebäude*, p. 306 in fulltext <https://archive.org>.
- Proclii Diadochi, *In Platonis Timaeum commentaria*, ed. E. Dihels, Lipsiae 1903-1906, t. II, p. 864; t. III, p. 96; t. III
- Proclii Diadochus, *Hypotyposis astronomicarum positionum*, ed. et interpret. C. Manitius, Lipsiae 1909.
- D. Rawlins, *An investigation of the ancient star catalogue*, Publication of the Astronomical Society of the Pacific 94 1982, pp. 359-373
- M. D. Reeve, *Some astronomical manuscripts*, in “CQ” 1980 XXX, pp. 508-522
- F. F. Repellini, *Cosmologie greche*, Loescher, Torino 1980
- A. Rey, *Les sciences dans l’Antiquité*, La Renaissance du Livre, Paris 1933-1946, 4 voll.
- E. Rosen, *Three Copernican treatises*, 3<sup>rd</sup> ed. Octagon Books, New York 1971
- B. Russell, *Storia della filosofia occidentale*, TEA, Milano 2010
- A. Sachs, *A classification of the Babylonian Astronomical Tablets of the Seleucid period*, in “Journal of cuneiform studies” 2 1948, pp. 271-290
- A. Sachs, *Babylonian observational astronomy*, Philosophical Transaction of the Royal Society of London (ser. A) 276 1974, pp. 43-50

- G. Saliba, *A history of Arabic astronomy. Planetary theories during the golden age of Islam*, New York Univ. Pr., New York 1994
- S. Sambursky, *The physical world of the Greeks*, transl. from the Hebrew by Dagut M. Routledge & Kegan Paul, London 1956
- S. Sambursky, *Il mondo fisico dei Greci*, trad. di Geymonat, Feltrinelli, Milano 1959
- J. Samsò, *Islamic astronomy and medieval Spain*, Variorum, Hampshire 1994
- A. E. Samuel, *Greek and Roman chronology: calendars and years in classical antiquity*, Handbuch der Altertumswissenschaft, series I, part 7, Beck, Munich 1972
- G. de Santillana, *Greek astronomy*, in «Scientific American» 1949 LCXXX, pp. 44-47
- G. Sarton, *A history of sciences*, 2 vols., Norton, New York 1970 (Originally Published 1952-1959)
- H.N. Saunders, *All the astrolabes*, Senecio, London 1984
- E. Savage-Smith, *Islamicate celestial globes: their history, construction, and use*, in “Smithsonian studies in History and technology” 46 1985
- G. V. Schiaparelli, *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Callipo e di Aristotele*, Milano, Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera, IX, 1875
- G. V. Schiaparelli, *Scritti sulla storia dell'astronomia antica*, Bologna, Zanichelli, 1925-1927, 3 voll.
- C. B. Schmitt, *L'aristotelismo nel Veneto e le origini della scienza moderna*, in L. Olivieri (a cura di) “Aristotelismo veneto e scienza moderna”, Antenore, Padova, 1983, p. 103.
- A. Schwegler, *Die Metaphysik des Aristoteles*, vol. III, Frankfurt 1960
- L. P. Sédillot, *Prolégomènes des tables astronomiques d'Oloug- Beg*, Firmin Didot Frères, Paris 1853
- M. Sharratt, *Galileo: decisive innovator*, Blackwell, Oxford 1994

- M. Shawchenko, *An analysis of errors in the star*, in «Catalogues of Ptolemy and Ulug Beg. Journal for the History of Astronomy» 21 1990, pp. 187-201
- Simplicio, *Commento al "De Coelo" di Aristotele*, p. 488 Heiberg = Eudoxus F 121 Lasserre 116.
- C. Singer, *A history of technology*, 7 vols. Oxford Univ. Pr., New York 1954-1970
- W. W. Skeat, *A treatise on the astrolabe, addressed to his son Lowys by Geoffrey Chaucer. A. D. 1391*. Early English text Society. Extra series, 16, Trubner, London 1872
- R. Small, *An account of the astronomical discoveries of Kepler*, University of Wisconsin Pr., London 1804, T. Gillet Reprint, Madison 1963
- W. M. Smart, *Text book on spherical astronomy*, 6th ed., revised by R. M. Green, Cambridge Univ. Pr., Cambridge 1977
- A. Mark. Smith, *Saving the appearances of appearances. The foundations of classical geometrical optics*, in «AHES» 1981 XXIV, pp. 73-99
- F. Solmsen, *Aristotle's system of physical world*, Cornell University Press, New York 1960
- Sosigene, *Simplicii In Aristotelem De Coelo commentaria*, ed I.L. Heilberg, Berolini 1894 [*Commentaria in Aristotelem graeca*, vol. VII, p. 488, 21-24 e pp. 492, 31-493, 4].
- R. Syme, *Astrology in the Historia Augusta*. Bonner Historia-Augusta-Coll. 1972-1974, pp. 291-309.
- J. Soubiran, *Vitruve. De l'Architecture*. Livre IX, Les belles lettres, Paris 1969
- W. H. Stahl, *The ancient Greek astronomers*, in «CJ» 1951 XLVII, pp. 3-16
- B. Stephenson, *Kepler's physical astronomy*, Springer, New York 1987
- W. M. Stevens, *Cycles of time and scientific learning in medieval Europe*, Varium. Hampshire 1995

- E. L. Stevenson, *Terrestrial and celestial globes*, 2 vols., Conn. Yale Univ. Pr., New Haven 1921
- D.J. Struik, *A concise history of mathematics*, 3rd ed., Dover, New York 1948
- J. Stuart, N. Revett, *The antiquities of Athens*, Benjamin Bloom (facsimile reprint of London, 1972 ed.) New York 1968
- N. M. Swerdlow, *Aristotelian Planetary Theory in the Renaissance: Giovanni Battista Amico's Homocentric Spheres*, in "Journal of Astronomy", 3, 1972, pp. 36-48
- N. Swerdlow, *The babylonian theory of the planets*, Princeton Univ. Pr., Princeton 1998
- N. Swerdlow, O. Neugebauer, *Mathematical astronomy in Copernicus's De Revolutionibus*. Springer, New York 1984
- P. Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, Paris 1893.
- R. Taton, C. Wilson eds., *The general history of astronomy, Vol.2, Planetary Astronomy from the Reinassance to the rise of Astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*, Cambridge Univ. Pr., Cambridge 1989
- L.C. Taub, *Ptolemy's universe*, Open Court, Chicago 1993
- J. Tester, *A history of western astrology*, Ballantines Books, New York 1987
- Theonis Smyrnaei Platonici, *Liber De astronomia cum Sereni fragmento*, ed. et latine vertit Th. H. Martin, Paris 1849, cap. XXVI, p. 245, ris. anast. Bouma's Boekhuis, Gröningen 1971, cap. XVI
- H. Thesleff, *Mathématiques et astronomie*, in Hist. de la cult. ant., pp. 222-225
- R. B. Thomson, *Jordanus de Nemore and the mathematics of astrolabes, De Plana Sphera*, Pontifical Institute of medieval studies, Toronto 1978
- V. E. Thoren, *Anaxagoras, Eudoxus and the regression of the lunar modes*, in «JHA» 1971 II, pp. 23-28

- V. E. Thoren, *The Lord of Uraniborg. A biography of Thico Brahe*, Cambridge Univ. Pr., Cambridge 1990
- L. Thorndike, *The sphere of Sacrobosco and its commentators*, Univ. Chicago Pr., Chicago 1949
- L. Thorndike, *A history of magic and experimental science*, New York 1923-1958.
- F. Thureau- Danguin, *Tablettes d'Uruk*, Musée du Louvre, Département des Antiquités Orientales, Textes Cunéiformes, Tome 6. Paul Geuthner, Paris 1992
- A. Tihon, *Le 'Petit Commentaire' de Théon d'Alexandrie aux Tables Faciles de Ptolémée*, Studi e testi 282, Biblioteca Apostolica Vaticana, Città del Vaticano 1978
- A. Tihon, J. Mogenet, *Le 'Grand Commentaire' de Théon d'Alexandrie aux Tables Faciles de Ptolémée*, Livres I II et III. Studi e testi, Biblioteca Apostolica Vaticana, Città del Vaticano 1985 e 1991
- G. J. Toomer, *A survey of the Toledan Tables*, in «Osiris» 15 1968, pp. 1-174
- B. Tuckerman, *Planetary, lunar and solar positions 601 B.C. to A.D. 1 at five-day and ten-day intervals*, in «Amer. Philos. Soc.» 1962 VIII p. 4
- A. J. Turner, *The time museum: catalogue of the collection. Vol. 1, part 1, Astrolabes and Astrolabe related instruments*, Time Museum, Rockford 1985
- B. L. Van der Waerden, *Greek astronomical calendars and their relation to the Athenian civil calendar*, in «Journal of hellenic studies» 80 1960, pp. 168-180
- B.L. Van der Waerden, *Science awakening II. The birth of astronomy*, Oxford Univ. Pr., New York 1974
- A. Van Helden, *Measuring the universe. Cosmic dimensions from Aristarchus to Halley*, Univ. Chicago Pr., Chicago 1985
- G. Vautier, *The way of the stars. Greek legends of the constellations*, Cambridge Univ. Pr., Cambridge 1982

J.P. Verdet, *L'astronomia dalle origini a Copernico*, in P. Galluzzi (a cura di), *Storia delle scienze*, vol. II, *Le scienze fisiche e astronomiche*, Mondadori, Milano 1991, pp. 38-109.

E. C. Watson, *Reproductions of prints, Drawings, and paintings of interest in the history of physics*, 76. *An early meteorological observatory and town clock*, in «American Journal of physics» 24, 1956, pp. 455-458

R. S. Westfall, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge 1983

C. Wilson, *Kepler's derivation of the Elliptical Path*, in «Isis» 59 1968, pp. 5-25

E. W. Woolard, G. M. Clemence, *Spherical astronomy*. Scribner, New York 1966

H. Wynter, A. Turner, *Scientific instruments*, Scribner, New York 1975

## 9. Indice

### Prima parte. Il mondo Antico

1. Introduzione	p. 5
2. Platone (428-347 a.C.): le domande sul cosmo	12
3. “Salvare i fenomeni”. La soluzione di Eudosso di Cnido (409-356 a.C. o 391-338 a.C.)	19
4. Callippo di Cyzico (370-300 a.C.) e l’aggiunta di sette sfere	25
5. Aristotele (384-322 a.C.): l’astronomia, il metodo del fisico e le sfere reagenti	27
6. La teoria dei “deferenti e degli epicicli”: Apollonio di Perga (seconda metà III sec. a.C.)	36
7. Ipparco di Nicea (190 a.C. 120 a.C.): l’accettazione di ipotesi combinate “per accidente”	41
8. Posidonio di Apamea (135 a.C. 50 a.C.) e Dercillide (I sec. d.C.)	47
9. Teone di Smirne	50
10. Adrasto di Afrodisia (attivo nella seconda metà del II sec. d.C.)	52
11. Tolomeo: la regola della “semplicità” e l’“equante”	55
12. Proclo (8 febbraio 412 d.C.-17 aprile 485 d.C.) e la pluralità delle teorie	64
13. I <i>Commenti</i> di Simplicio (490 circa – 560 circa)	68

### II Parte. Il XVI Secolo: l’eudossiano Giovan Battista Amico

1. Introduzione	71
2. L’astronomia araba: tradizioni e traduzioni	74
3. Il ritorno della scienza in Occidente nell’Alto Medioevo	79
4. L’ <i>incipit</i> del nostro “Amico”	83
5. Vita e studi di Giovan Battista Amico	86
6. L’astronomia del <i>De Motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica sine eccentrici et epicicli</i> di Amico	93
7. Conclusioni	106
8. Bibliografia	108
9. Indice	125