

**Storia&Didattica**



Giancarlo **Scalera**

# I moti e la *f*orma della Terra



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

*Un ringraziamento  
a tutti i colleghi dell'INGV  
che hanno incoraggiato  
questo scritto, alle tante  
persone che hanno  
consigliato ed inviato  
spontaneamente materiale  
preziosissimo (Sabino  
Maffeo, Angelo Poma,  
Renata Mantovani,  
Michele Caputo, ...),  
a tutte le gentili addette  
a biblioteche italiane  
e straniere ma soprattutto  
quelle che inviandomi  
le riproduzioni richieste  
mi hanno risparmiato  
viaggi onerosi per spazio  
e tempo (Biblioteca  
Nazionale di Francia,  
Archivio Storico della  
Farnesina, Biblioteche  
di Parma, Biblioteca  
Universitaria di Saint Denis  
de La Réunion,...), ed infine  
ai bancarellari di libri  
di Porta Portese dai quali  
ho attinto a volte in modo  
sorprendente.*

*La rotazione e la rivoluzione della Terra, sono considerate nella cultura generale moderna come un fatto ormai accertato e in definitiva ben poco problematico. Non risulta che oggi l'argomento sia oggetto di profonde riflessioni filosofiche o dia occasione ad accesi dibattiti, come invece avviene per argomenti scientifici molto più alla moda. In realtà pochi, e solo nel mondo di chi se ne occupa direttamente, si rendono conto dei problemi che i moti terrestri hanno avuto nel passato nell'essere definitivamente accettati, cosa che in determinati ambienti culturali è avvenuta solo all'inizio del secolo scorso, molto più tardi dell'accettazione con il viaggio di Magellano della sfericità della Terra, e dei grossi problemi insoluti, di carattere fondamentale e con addentellati finanche nella cosmologia, che ancora occupano l'attività di uno sparuto gruppo internazionale di scienziati.*

*Con questa nota, senza nessuna pretesa di esaustività e di originalità, si vuole ripercorrere rapidamente la storia di cui la rotazione e rivoluzione terrestre è stata protagonista, le controversie che hanno agitato l'argomento sul terreno scientifico, filosofico e religioso, mostrandone rami collaterali spesso misconosciuti, fino ad arrivare all'epoca "sperimentale", dal '700 al nostro secolo, caratterizzato quest'ultimo dagli esperimenti geofisici di Michelson.*

*Gli aspetti più recenti della problematica, le cui basi furono poste teoricamente da Eulero nel 1758 e con dati osservativi sul finire dell'800, sono dominati dalla ricerca sulle cause delle irregolarità e del rallentamento della rotazione terrestre, a partire dal momento in cui quest'ultimo fu rivelato a causa della dismissione della stessa rotazione come orologio di riferimento; e da quella sulle cause della continua eccitazione dell'oscillazione libera euleriana della Terra (detta Chandler Wobble) che essendo appunto "libera" dovrebbe smorzarsi spontaneamente in pochi decenni.*

*Queste pagine sono pensate come una semplice raccolta di materiale di base, quando possibile citazioni di autori delle varie epoche, coinvolti in prima persona nelle discussioni sugli argomenti trattati, legati da semplici considerazioni e commenti. Si spera che lo spirito dei tempi venga estratto direttamente dalle parole dei protagonisti. I testi delle citazioni sono derivati per la maggior parte da traduzioni in italiano che possono trovarsi facilmente in commercio, o da opere storiche italiane o straniere. In qualche caso si sono tradotti personalmente i passi da lavori in lingua originale. Ogni capitolo è un breve percorso sul tema trattato, ma non è completamente indipendente dagli altri capitoli, che a volte contengono citazioni che ne aiutano la comprensione.*

*La ragion d'essere del testo è stata il mio dovermi occupare per qualche tempo delle conferenze alle classi delle scuole medie superiori in visita all'Istituto Nazionale di Geofisica, per le quali il seminario era corredato da un testo in fotocopia in continuo aggiornamento. Ancora oggi esso è da considerarsi in aggiornamento ma è offerto nello stato di non completezza in cui è, opera tuttora in cantiere aperto, nella convinzione che nelle presenti condizioni potrà essere di aiuto agli insegnanti a costruirsi una idea generale sui travagli di uno degli aspetti fondamentali delle scienze della Terra. Nel contempo io credo che possa essere distribuito anche agli studenti come materiale complementare di orientamento, senza che, per le ultime classi dei licei, si incontrino molte difficoltà di lettura, peraltro facilitata da numerose figure tracciate per aiutare la comprensione al lettore meno esperto.*

*Lo scopo del lavoro potrà considerarsi raggiunto se i lettori si sentiranno incoraggiati a leggere le opere da cui le citazioni sono tratte e ad estendere così più in profondità la loro consapevolezza sull'argomento.*



*Verrà un tempo,  
nel corso dei secoli,  
quando l'Oceano  
allenerà la sua stretta,  
e apparirà  
una grande terra,  
allora Tetis lascerà vedere  
nuovi orizzonti,  
e Tule non sarà più  
l'estremità del mondo.*

**Lucio Anneo Seneca** "Medea", atto II

*Alla stagion che il ciel  
rapido inchina  
verso occidente,  
e che il dì nostro vola  
a gente che di là  
forse l'aspetta*

**Francesco Petrarca** (1304-1374), "Canzone IV"

Parte prima

## Dal mondo greco alla fine del medioevo

*Questa profezia  
[di Seneca]  
è stata adempiuta  
da mio padre,  
l'Ammiraglio  
Cristoforo Colombo,  
nell'anno 1492.*

**Fernando Colombo**



## Le origini e il problema posto da Platone

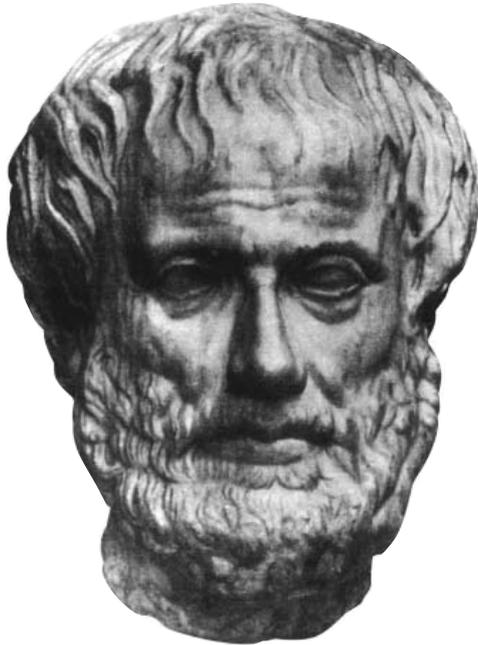
7

L'osservazione delle stelle è attività antichissima. I pastori sono stati forse i primi, per il loro trascorrere le notti all'aperto, a tramandarsi un sistema di orientamento basato sulla volta stellata e sulla sua rotazione. Era infatti, allora come oggi, il centro della rotazione della sfera celeste, che oggi coincide approssimativamente con la stella Polare, a costituire il principale punto di riferimento, affiancato dallo scorrere stagionale delle costellazioni. La ciclicità dei moti e dei fenomeni astronomici divenne progressivamente sempre più importante per il prestigio ed il conseguente potere che la loro previsione, come quella impressionante delle eclissi, assicurava agli imperatori. Uno degli ultimi ad utilizzare la previsione di una eclissi lunare per ridurre alla propria mercé indigeni americani in rivolta fu Cristoforo Colombo nel 1504.

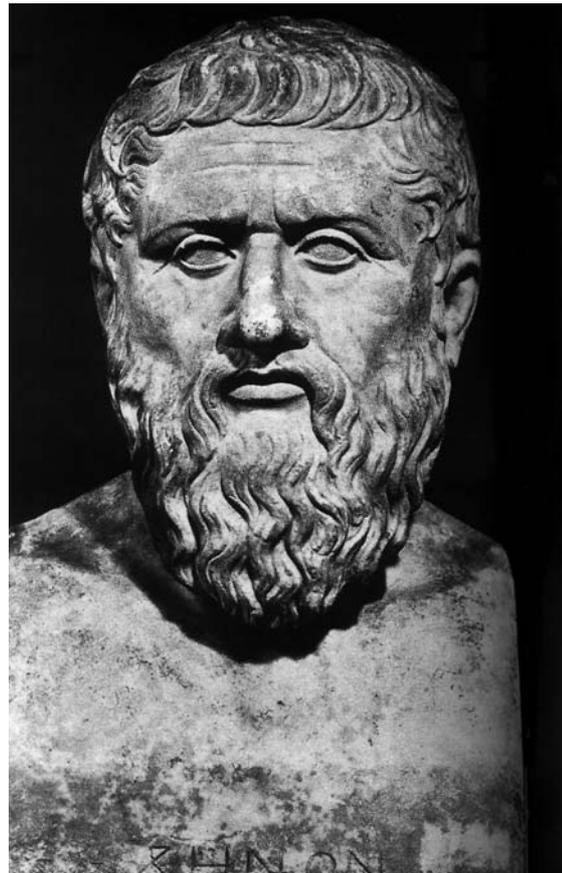
Non solo la rotazione terrestre fornì il primo sistema di orientamento nello spazio e nel tempo (riconoscimento delle stagioni), ma influenzò la definizione dei primi sistemi di misura. In Mesopotamia, un primo tentativo di definizione della scala dell'astrolabio fu quello di dividerlo in  $365 \frac{1}{4}$ , il numero di rotazioni complete del pianeta in un anno<sup>1</sup>. I gesuiti missionari in Cina alla fine del '500 trovarono laggiù ancora grosse sfere ad uso astro-

---

<sup>1</sup>Giorgio Giacomini: Storia della Topografia e Geodesia. Cap. VII. Edizioni Tektonia, Roma, 1972.



*Il pensiero di Platone (a destra) ed Aristotele (a sinistra) ebbe grandissima influenza nella cultura medioevale e scolastica. La critica scolastica del sistema aristotelico*



*preparò la strada alle successive rivoluzioni scientifiche. La traduzione di tutte le opere della scuola platonica da parte di Marsilio Ficino dette inizio al Rinascimento.*

nomico con questa suddivisione<sup>1</sup>. La scomodità del sistema e l'intreccio tra religioni, astronomia ed attività pratiche fece sí che i popoli mesopotamici rimediassero ricorrendo al numero dei giorni di 12 mesi lunari, 355 giorni, interpretato come il risultato di un lento discostamento di questo valore e di quello dei giorni solari, 365, da un divino valore iniziale comune che era la media dei due: 360. Questo numero, comodamente divisibile per 2, 3, 4, 5, 6, ecc. divenne la base del sistema sessagesimale ancor oggi in uso<sup>2</sup>.

Secondo Diogene Laerzio, Pitagora diffuse in Grecia un sistema di pesi e misure, adottato in seguito dai romani, creato dagli egizi sulla base delle dimensioni della Terra. La notizia non ha avuto riscontri storici e per quanto permanga il dubbio che egizi e popoli vicini conoscessero le dimensioni terrestri, bisogna considerare che Eratostene potrebbe avere appreso il suo famoso metodo di valutazione del raggio terrestre dagli egizi, presso i quali a lungo soggiornò. È tuttavia curioso notare che solo molto più tardi, nel secolo dei lumi, furono gli studi sulla rotazione terrestre a favorire il nascere di un sistema metrico analogo a quello riportato da Diogene.

Platone (428-348 a.C.) sulla possibilità dei moti della Terra ebbe nel

<sup>1</sup>Matteo Ricci - Nicolas Trigault: Entrata nella China de' Padri della Compagnia del Gesù (1582 - 1610). Volgarizzazione di Antonio Sozzini (1622). Introduzione di Joseph Shih e Carlo Laurenti. Edizioni Paoline, Roma, 1983.

<sup>2</sup>Giorgio Giacomini: Op. cit. ivi.

*Timeo* una frase ambigua che è stata tradotta in diversi modi da differenti autori e che sembra abbia indotto in inganno lo stesso Aristotele. La frase suona<sup>1</sup>:

Quanto alla Terra, nostra nutrice, costretta intorno all'asse che si distende per l'universo, dio la fece guardiana e operatrice della notte e del giorno,...

La stessa frase per altri traduttori viene resa «raccolta attorno all'asse che va da un capo all'altro dell'universo» oppure «che avanza e retrocede sull'asse...» od anche «che sale e scende lungo l'asse...». Nelle opere di Platone non esiste quindi un cenno chiaro e univoco a moti della Terra e questo è confortato dall'affermazione di Plutarco che solo in vecchiaia egli abbia preso in seria considerazione le idee di Filolao<sup>2</sup>:

Ma Teofrasto aggiunge nel suo racconto il particolare che Platone, nei suoi ultimi anni, rimpiangesse di aver dato alla Terra il posto centrale nell'universo, posto che non le competeva.

Certo il filosofo non si occupò direttamente della questione durante la sua vita attiva, ma Eudemo di Rodi (IV-III sec. a.C.) nella sua *Storia della Astronomia* cita un problema fondamentale che Platone pose agli astronomi, geometri e filosofi del tempo<sup>3</sup>:

Trovare con quali supposizioni di moti regolari ed ordinari si potessero rappresentare le apparenze osservate nei movimenti dei pianeti.

La domanda era rilevante per la filosofia platonica che dava molta importanza alla contemplazione delle “armonie”, tra cui quelle celesti, astronomiche. Il filosofo non seppe, o non volle, dare risposta egli stesso al problema ma immediatamente il quesito, anche all'interno stesso dei suoi discepoli, generò due partiti e due gruppi di risposte passate alla storia come “ipotesi geocentrica” ed “ipotesi eliocentrica” rispettivamente.

La risposta geocentrica con Terra fissa raccolse quelli che possono chiamarsi i precursori di Tolomeo (II sec d.C.). Eudosso di Cnido (408-355 a.C.) discepolo di Platone, propose la teoria delle “sfere omocentriche”: sfere concentriche alla Terra fissa, imperniate tra loro su assi diversi. Eudosso partì da sfere ruotanti da oriente ad occidente per spiegare il moto quotidiano dei pianeti aggiungendo a ciascuno altre tre sfere ruotanti grosso modo in senso opposto per spiegare il moto sull'eclittica; aggiunse poi tre sfere per il moto del Sole e tre per la Luna, infine le stelle su un'unica sfera: in totale 27 sfere. Poco dopo Callippo Ciziceno (IV sec a.C.), suo giovane seguace, aumentò il numero delle sfere per spiegare meglio

---

<sup>1</sup>Platone: *Timeo*, XII. Traduzione di Cesare Giarratano. In: *Opere complete*, vol. 6. Laterza. Bari, 1996.

<sup>2</sup>Cit. in.: S. Sambursky: *Il mondo fisico dei greci*. Cap. III, p. 89. Introduzione di Ludovico Geymonat, traduzione di Virginia Geymonat, Feltrinelli, Milano, 1967.

<sup>3</sup>Cit. in: Angelo Pescarini: *Note storiche*: in A. Pescarini (curatore) *Galileo Galilei: Le grandi scoperte astronomiche*. Universale economica. Serie scientifica, volume XXII, Cooperativa Libro Popolare, Milano 1952.

*Le sfere omocentriche secondo Eudosso per un singolo pianeta. La Terra è al centro ed il pianeta è fisso sull'equatore della sfera più interna. Il moto diurno è svolto dalla sfera 1 con l'asse imperniato nei poli celesti.*

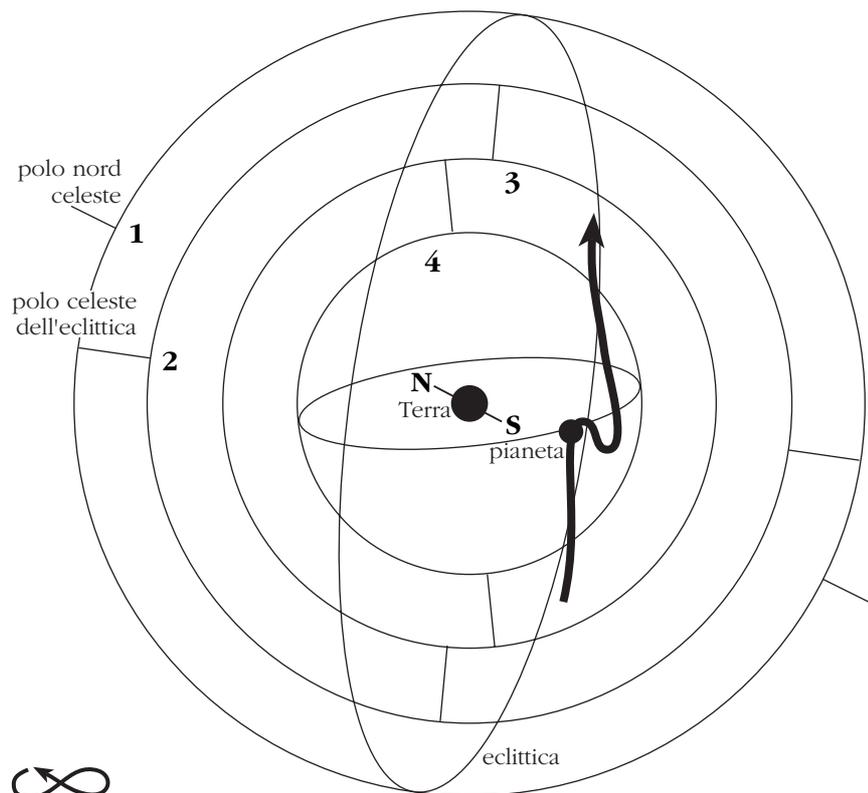
*La sfera 2 svolge il movimento lungo l'eclittica e le costellazioni zodiacali. Le irregolarità del moto, retrogradazioni, ammodamenti, sono svolti dal moto concertato delle due sfere interne 3 e 4 le quali sono imperniate con assi che formano un piccolo angolo tra loro e che ruotano in senso opposto.*

*Il moto combinato delle sole sfere 3 e 4 produce una traiettoria del pianeta a forma di otto che Eudosso chiamava "ippopede" da una figura degli esercizi ippici.*

*Combinando l'ippopede con il moto lungo l'eclittica si ottiene il percorso del pianeta lungo la volta stellata, mediante sulla eclittica, ma con le tipiche oscillazioni e retrogradazioni.*

*Il difetto maggiore di questo sistema, del quale gli antichi erano consapevoli, era il non tenere conto del fenomeno delle variazioni annuali di luminosità dei pianeti, in funzione della loro distanza dalla Terra variabile nel tempo.*

*Il successivo sistema tolemaico fu considerato migliore perché alleviava questo problema.*



ippopede: traiettoria del pianeta  
se girassero solo le sfere 3 e 4 controrotanti

le anomalie del moto del Sole e dei pianeti da lui osservate. Tre ulteriori sfere davano conto delle variazioni stagionali di velocità del Sole e di una sua oscillazione sull'eclittica in cui allora si credeva ma che nella realtà non esiste. Il numero di sfere crebbe a 34.

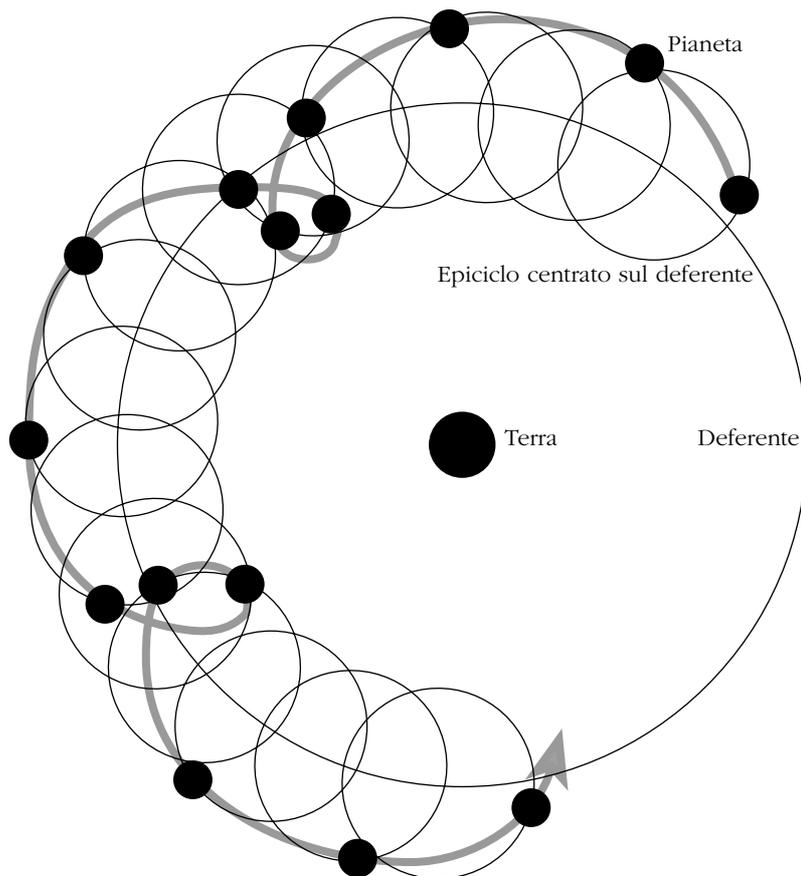
Aristotele di Stagira (384-322 a.C.) si propose di dare senso "fisico" al sistema di Eudosso con la sfera più esterna delle stelle o "primum mobile" che esercitava una azione di trascinamento sulle più interne. Date le sue ipotesi fisiche, ebbe bisogno di introdurre tra i gruppi di sfere eudossiane altre sfere per svincolare il moto di ciascun gruppo. Il sistema eudossiano era adottato solo in apparenza; nella realtà la teoria cosmologica aristotelica gli era incommensurabile. Se per Eudosso la Terra era posta al centro immobile, ma solo convenzionalmente, per Aristotele di questa posizione esisteva spiegazione fisica nella tendenza di tutte le cose verso il centro.

Più tardi Apollonio da Perga (III-II sec a.C.) propose un sistema ad epicicli ed eccentri mobili, seguito da Ipparco di Nicea (194-120 a.C.) che giudicò inadeguato il sistema a sfere omocentriche di Eudosso perché, su indicazioni già presenti in Eraclide di Eraclea, si dovevano ammettere eccentricità delle orbite del Sole e della Luna per spiegarne alcune anomalie. Furono questi due ultimi i veri creatori di quel sistema adottato e perfezionato da Claudio Tolomeo (100-178) e dai suoi successori, che, una volta affermatosi grazie alla sistematicità della famosa opera *L'Almagesto*, divenne vera e propria ortodossia, contro la quale opporsi era malvisto.

Per dare conto del movimento in latitudine, mentre nel sistema delle sfere era stato escogitato un movimento controrotante di due sfere con assi non coincidenti ma con piccolo angolo tra loro, nel sistema con cerchi deferenti ed epicicli Tolomeo forniva per tutti i pianeti l'angolo tra il piano del deferente e quello dell'epiciclo<sup>1</sup>. Il sistema non era neutrale o puramente convenzionalista rispetto al moto della Terra, che invece Tolomeo escludeva decisamente sulla base di vecchi argomenti della fisica aristotelica<sup>2</sup>:

Ci sono alcuni che... ritengono che... il cielo sia immobile e la Terra ruoti intorno allo stesso asse da occidente verso oriente, compiendo un giro ogni giorno..... Ora, per quanto concerne i fenomeni celesti, non c'è forse nulla che si oppone a che la cosa stia secondo questa più semplice congettura; ma sfugge a costoro che, in base a ciò che accade tra noi nell'aria, siffatta tesi non può che apparire del tutto ridicola. Infatti [se la Terra ruotasse], tutti i corpi non appoggiati alla Terra appariranno compiere un solo movimento, quello contrario alla Terra, e non si vedrà mai andare verso oriente una nuvola, nè nient'altro che voli o sia scagliato.

L'astronomia epiciclica tolemaica convisse con le concezioni aristoteliche a sfere eudossiane senza che le differenze venissero sentite come insormontabili. Probabilmente la teoria epiciclica era considerata una tec-



*Il deferente e l'epiciclo secondo Tolomeo per un singolo pianeta. La Terra è al centro ed il pianeta è fisso sul cerchio dell'epiciclo. Il deferente, che segue la linea dell'eclittica, gira non sul suo asse, ma con tutta la volta stellata imperniata sui poli nord e sud celesti, e trasporta il centro dell'epiciclo.*

*Scegliendo opportunamente le velocità di rotazione di epiciclo e deferente si possono riprodurre, come si vede in figura, il moto del pianeta lungo l'eclittica, le sue "stazioni", retrogradazioni, e, con opportune differenti orientazioni dei piani dei due cerchi, anche le altre irregolarità del moto rispetto alle stelle fisse.*

*In questo sistema dovrebbero osservarsi variazioni di luminosità e di diametro apparente dei pianeti, cosa non prevista nel sistema di sfere di Eudosso. Tuttavia erano previste variazioni di diametro a volte eccessive, le quali costituirono anomalie del sistema considerate inaccettabili da Copernico e molti suoi predecessori e contemporanei.*

<sup>1</sup>Corrado Sacchi: Problemi di Cosmologia e Cosmogonia planetaria. Editrice Cappelli, Firenze, 1967.

<sup>2</sup>Claudio Tolomeo: Almagesto. Libro I cap. VII. In Ferruccio Franco Repellini (introduzioni, traduzioni e note): Cosmologie greche (antologia). Cap. VI. Loescher, Torino, 1980.

nica di calcolo e di previsione piú agile ed adattabile riservata agli astronomi, mentre ai piú intrattabili gusci eudossiani si dava valore come a strutture realmente esistenti. Gli epicicli, i deferenti ma piú ancora le sfere cristalline, con il loro geocentrismo, divennero come un dogma e si radicarono nel cristianesimo e nella sua necessità di difendere alcune proposizioni riportate nei testi sacri, come ad esempio l'episodio di Giosuè che ferma il corso del Sole:

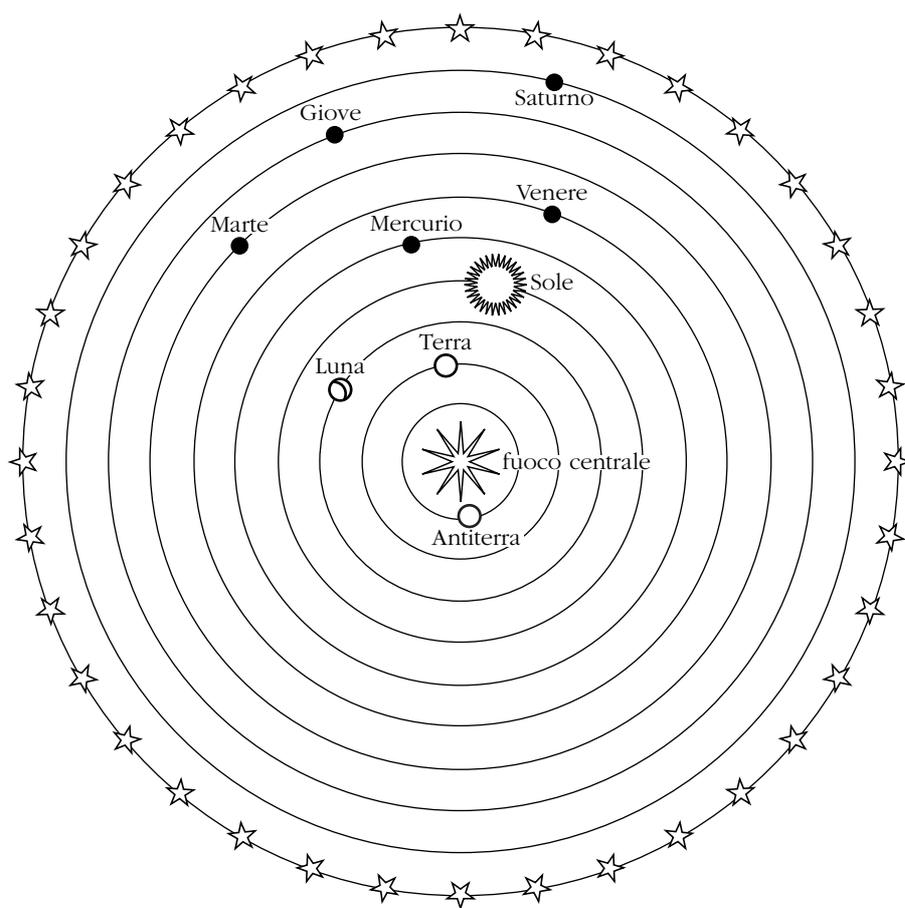
E [Giosuè] disse: «Sole, non muoverti verso Gabaon, nè tu, Luna, verso la valle di Ajalon». E si fermarono il Sole e la Luna [...]

Sebbene sia molto facile definirli sistemi convenzionalisti ed idealisti, non bisogna dimenticare che le scarse conoscenze dell'epoca facevano sí che spesso alle ipotesi di sfere e meccanismi rotanti venisse creduto come se fossero parte della realtà esterna. D'altro canto tutti questi sistemi non riuscivano a spiegare fenomeni celesti già noti dal IV secolo a.C., quali la variazione di luminosità dei pianeti e quella dei diametri apparenti di Sole e Luna, chiari indizi di variazione delle distanze di quegli astri, che furono causa di forti opposizioni al sistema eudossiano ed a sue successive evoluzioni. Solo la mancanza di valide e comprovate teorie alternative consigliò agli astronomi dell'epoca di adottare le sfere omocentriche in attesa di tempi migliori. Bisogna anche notare che mentre per le sfere omocentriche si notò che esse non prevedevano una variazione della luminosità, per il sistema a epicicli e deferenti il difetto era opposto: nel loro schema in molti casi sia la variazione di luminosità che quella del diametro apparente previste erano esagerate rispetto a quelle osservate. Per esempio lo schema di Tolomeo prevedeva, per poter spiegare alcune anomalie del moto lunare, un epiciclo il cui effetto secondario non mai dichiarato era quello di rendere al perigeo il diametro apparente della Luna doppio del normale. Se ne accorsero con disappunto in molti fra i quali Regiomontano nella sua opera *Epitome*, e tanti altri nel trecento e quattrocento. Anche in questo caso l'atteggiamento del mondo scientifico fu attendista; solo Copernico, anche lui imbarazzato per questa discrepanza, riuscì a trovare una valida soluzione.

Opposto al geocentrismo convisse il partito di chi credeva in possibili movimenti della Terra, nella sua rotazione ed anche, ma non sempre, nella sua rivoluzione intorno al Sole. Diogene Laerzio cita, come uno dei primi a mettere in moto orbitale la Terra, Iceta, un filosofo di Siracusa di cui mancano notizie biografiche. Iceta è quindi in concorrenza con il piú noto Filolao di Taranto (V sec a.C.) per il quale un fuoco divino centrale invisibile faceva da riferimento intorno al quale tutto ruotava, anche la Terra ed il Sole<sup>1</sup>. Nel suo sistema era prevista una antiterra per noi invisibile perché la regione terrestre abitata era sempre opposta (come il lato opposto della Luna rispetto a noi) sia ad essa che al fuoco centrale. Per come era

---

<sup>1</sup> Alfonso Fresa: *L'astronomia nella Magna Grecia e in Sicilia*. Atti della Accademia Pontaniana, nuova serie, Vol. XV, p. 128 - 137. Giannini, Napoli, 1966.



*Filolao di Taranto (o di Crotona) propose nel V secolo a.C. un modello del cosmo in cui la Terra percorreva un'orbita circolare intorno ad un divino Fuoco Centrale verso il quale rivolgeva sempre la zona disabitata. Intorno a questo centro ideale si muovevano, anch'essi su orbite circolari, il cielo delle stelle fisse, il Sole, la Luna ed i Pianeti, nonché una ipotetica Antiterra, sempre opposta alla Terra rispetto al Fuoco Centrale, introdotta forse per rispettare un numero di orbite pari a 10, numero dai particolari significati religiosi. Essendo la Terra come incastonata sul suo cerchio, ad ogni orbita, diurna, corrispondeva una rotazione diurna su se stessa, e quindi rispetto al Sole, spiegando il fenomeno del giorno e della notte. Successivamente Timeo di Locri ed altri Pitagorici fusero insieme Terra, Antiterra e Fuoco Centrale, facendo evolvere il modello verso un sistema geocentrico, ma con la Terra in rotazione intorno al proprio asse.*

costruito, il sistema di Filolao prevedeva una rivoluzione al giorno e quindi una rotazione al giorno che dava conto del giorno e della notte. Aristotele riporta le opinioni dei seguaci di Filolao<sup>1</sup>:

Riguardo alla sua posizione, non tutti sono della medesima opinione: i più dicono che essa è posta al centro del Tutto, e son quelli che affermano che il cielo preso nel suo insieme è finito. Il contrario asseriscono i filosofi della scuola fiorita in Italia, che son detti Pitagorici: dicono questi infatti che al centro è posto il fuoco, mentre la Terra è uno degli astri, e si muove in circolo attorno al centro, producendo in tal modo la notte e il giorno.

Questa fantasia religiosa, come altre che anche in tempi recenti si sono succedute specie nelle scienze della Terra, ebbe funzione ispiratrice per altre concezioni posteriori più realiste. Dopo Filolao altri della stessa scuola pitagorica, come Timeo di Locri, trasformarono il sistema riunendo in un sol corpo Terra, Antiterra e Fuoco Centrale, pervenendo ad un sistema in cui al moto di rivoluzione veniva sostituito quello di rotazione terrestre intorno al proprio asse. Da Origene sappiamo che il puro moto di rotazione diurno era attribuito al nostro pianeta anche da

<sup>1</sup>Aristotele: Opere vol. III. Del cielo, Libro II (B), 13. A cura di Gabriele Giannantoni. Traduzione di Oddone Longo. Laterza, Bari, 1991.

Ecfanto di Siracusa<sup>1</sup>. L'importante scuola che si radicò in Magna Grecia, sulle coste ioniche italiane, non spense mai le sue influenze nel meridione d'Italia ed ebbe continuatori di grande peso nel Rinascimento con Bernardino Telesio, Girolamo Tagliavia, Tommaso Campanella, Giordano Bruno, Paolo Antonio Foscarini, di cui si dirà in seguito.

Un altro allievo di Platone, Eraclide Pontico (IV sec a.C.) di Eraclea Pontica, fu il piú chiaro assertore della rotazione della Terra intorno al proprio asse in un sistema misto, simile al piú recente di Tycho Brahe (1546-1601), nel quale il moto di Mercurio e Venere avveniva intorno al Sole piuttosto che intorno alla Terra. Eraclide può anche essere considerato il primo ad aver ideato un moto epiciclico e ad aver forse influenzato i successivi piú completi tentativi che sfociarono nell'astronomia tolemaica.

Invece Aristarco di Samo, nel III sec a.C., propose una chiara ipotesi eliocentrica, nella quale la Terra doveva ruotare su se stessa ed orbitare intorno al Sole. Di lui si è conservato ben poco e conosciamo le sue idee solo da racconti indiretti come questo di Plutarco<sup>2</sup>:

Intende egli [Timeo] mettere in moto la Terra, come ha messo in moto il Sole, la Luna ed i cinque pianeti che ha chiamato gli strumenti del tempo a causa dei loro rivolimenti? Ed era forse necessario concepire che la Terra 'ruotando intorno all'asse dell'universo' non venga rappresentata quale compatta ed immobile, ma in rotazione su se stessa e su un'orbita, come Aristarco e, dopo di lui, Seleuco sostenevano che fosse, il primo enunciandolo soltanto a guisa di ipotesi, il secondo come opinione sicura?

Per queste sue idee, peraltro difese solo come ipotesi forse a scampo di presagite opposizioni, fu il primo a subire accuse di empietà, come ci informa ancora Plutarco<sup>3</sup>:

Purchè, mio caro, tu non ci intenti un processo per empietà come quello che Cleante pretendeva dai Greci contro Aristarco di Samo, che egli accusò di perturbare il focolare dell'universo nel tentativo di salvare i fenomeni con l'ipotesi che il cielo resti immobile mentre la Terra percorre un'orbita obliqua rotando al contempo intorno al proprio asse.

Cleante di Asso che pur credeva nel principio egemonico del Sole nell'universo, scrisse il trattato *Contro Aristarco* a testimonianza delle forti passioni che anche allora questi argomenti filosofici suscitavano. Si ha notizia addirittura di una maledizione, scagliata da Dercellide Platonico (I secolo d.C.) contro coloro che fermano il cielo e muovono la Terra sconvolgendo le leggi dell'astrologia matematica, sui cui pronostici facevano affidamento principi e strati popolari. Esistevano evidentemente diffusi pregiudizi di carattere religioso e divinatorio contro la parità di diritti di tutti i pianeti, compresa la Terra, della cui influenza le notizie che ci sono pervenute potrebbero essere la parte visibile di un iceberg molto piú gran-

<sup>1</sup> Alfonso Fresa: Op. cit.

<sup>2</sup> Cit. in: S. Sambursky: Op. cit. Cap. III, p. 87.

<sup>3</sup> Plutarco: Il volto della Luna. 923F. Traduzione di Luigi Lehnus, introduzione di Dario Del Corno. Adelphi, Milano, 1991.

de. Questi antichi contrasti, in cui l'eliocentrismo era caratterizzato come empio, costituirono forse il precedente dal quale la tradizione successiva non riuscì a staccarsi e che dovette segnare la vita di molti seguaci moderni dell'eliocentrismo, fra cui Bruno e Galilei.

Piú coraggiosamente, nel II-I sec a.C., Seleuco, matematico di Seleucia al Tigri, che insegnò a Babilonia, propose un sistema simile a quello di Aristarco difendendolo come vero e non come ipotesi; ma Copernico, nel '500, preferì ispirarsi ad Aristarco piuttosto che a Seleuco forse per evitare accuse e reazioni piú gravi di quelle da cui si salvò morendo nel momento stesso in cui il suo libro andava alle stampe. In ogni caso poco prima della pubblicazione cancellò ogni riferimento al suo ispiratore, e i brani cassati sono stati solo in seguito recuperati dai suoi manoscritti.

## Sistema aristotelico

Il classico greco che maggiormente influenzò la cultura europea medievale fu il sistema aristotelico che nei libri della *Fisica e Del Cielo* descrive minuziosamente i processi terrestri e celesti in maniera sí razionalista ma partendo da rigide assunzioni. È interessante seguire Aristotele nelle sue giustificazioni sul perché la Terra debba essere immobile<sup>1</sup>:

[...]. Ma la terra c'è in quanto deve necessariamente esserci un corpo che rimane eternamente immobile, se ce n'è uno eternamente in moto [il primum mobile].

e ancora<sup>2</sup>:

[...]. Il corpo [pianeta] piú vicino [al primum mobile] infatti è maggiormente sottoposto all'azione del primo cielo; il piú lontano [la Terra] invece lo è in grado minimo, per effetto della distanza. Gli astri intermedi poi lo sono proporzionalmente alla distanza...

Elenca poi opinioni di altri filosofi e scuole<sup>3</sup>:

Riguardo alla sua [della Terra] posizione, non tutti sono della medesima opinione: i piú dicono che essa è posta al centro del Tutto, e son quelli che affermano che il cielo preso nel suo insieme è finito. Il contrario asseriscono i filosofi della scuola fiorita in Italia, che son detti Pitagorici: dicono questi infatti che al centro è posto il fuoco, mentre la Terra è uno degli astri, e si muove in circolo attorno al centro, producendo in tal modo la notte e il giorno. [...] Ritengono infatti che la sede piú pregevole spetti al corpo piú pregevole, ma il fuoco è piú pregevole della Terra [...]. Per modo che, traendo da questi argomenti le loro deduzioni, essi ritengono che non

---

<sup>1</sup>Aristotele: Opere vol. III. Del cielo, Libro II (B), 3. A cura di Gabriele Giannantoni. Traduzione di Oddone Longo. Laterza, Bari, 1991.

<sup>2</sup>Aristotele: Ivi, Libro II (B), 10.

<sup>3</sup>Aristotele: Ivi, Libro II (B), 13.

la Terra si trova al centro della sfera celeste, ma piuttosto il fuoco.

[...] alcuni sono dunque di questa opinione, e del pari riguardo all'immobilità o al moto di essa. Non tutti infatti concepiscono la cosa allo stesso modo, ma quanti negano che essa sia posta nel centro del Tutto, affermano che essa si muove in circolo intorno al centro, [...].

[...] altri, come Empedocle, adducono che il moto del cielo, rivolgendosi in circolo, e con un movimento piú veloce di quello della Terra, le impedisce di muoversi, come accade con l'acqua nei ciati: anch'essa infatti, quando il ciato venga fatto girare velocemente, pur venendo a trovarsi inferiormente al bronzo, tuttavia non si versa, benchè sia per natura portata a farlo, e questo in virtù della medesima causa.

[...] alcuni poi asseriscono che la Terra resta ferma per effetto dell'egual distribuzione della sue parti, come fra gli antichi Anassimandro. Nulla infatti fa sí che ciò che posa al centro, e si trova a distanza eguale dagli estremi, debba muoversi piuttosto verso l'alto che verso il basso, o di lato. Ora, è impossibile che il moto abbia luogo contemporaneamente verso punti opposti: per modo che essa deve rimanere necessariamente immobile.

Aristotele cita argomenti di presocratici che legano la forma della Terra con la sua possibilità di muoversi<sup>1</sup>:

Anassimene, Anassagora e Democrito affermano che la causa dell'immobilità della Terra è la sua forma piatta. Essa non taglia l'aria che le sta di sotto, ma la coperchia, come vediamo che fanno i corpi piatti, i quali si muovono a stento anche sotto lo spirar dei venti, in virtù della resistenza che oppongono. La stessa cosa, [dicono,] fa la Terra, per essere piatta, nei confronti dell'aria sottostante; e quest'ultima non avendo un luogo abbastanza ampio dove portarsi, rimane immobile per tutta quella parte che è al di sotto della Terra, non diversamente di come fa l'acqua nelle clessidre. E che l'aria, quando sia racchiusa e immobile, sia capace di sostenere anche un grande peso, di questo adducono molte prove.

Invece Aristotele è sicuro almeno della forma sferica della Terra deducendola da due precisi argomenti<sup>2</sup>:

Ma che sia sferica [la Terra] si ricava anche da ciò di cui facciamo esperienza coi sensi: le eclissi di Luna non presenterebbero infatti le linee di resezione [forma della linea di separazione tra zona oscura ed illuminata] che vediamo. Ora infatti, mentre nelle figure che assume nel corso del mese, la Luna presenta tutte le diverse forme di resezione - vien tagliata infatti per il dritto, e si fa biconvessa, e concava - nelle eclissi invece la linea di delimitazione è sempre convessa, per modo che, se è vero che l'eclissi avviene per effetto di un'occultazione per opera della Terra, è la circonferenza terrestre che è causa di questa forma, in quanto essa è sferica.

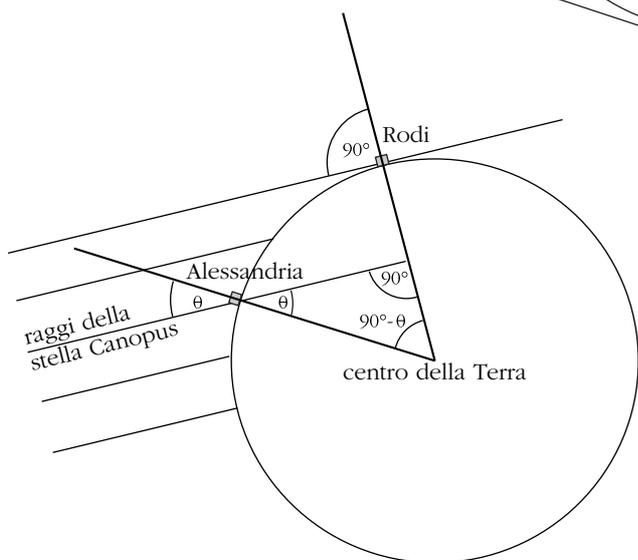
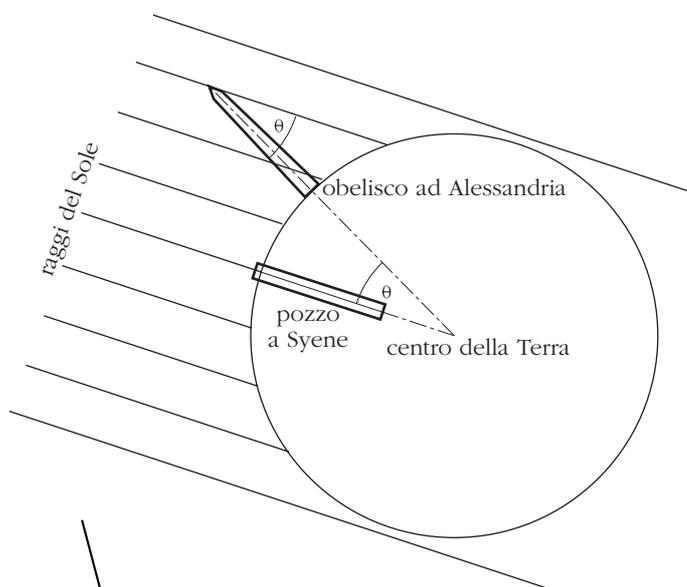
Ancora: per la visione che noi abbiamo degli astri, non solo è evidente che essa è sferica, ma anche che essa ha dimensioni non molto grandi. Se infatti noi ci spostiamo anche di poco verso mezzogiorno o settentrione, il circolo dell'orizzonte cambia visibilmente, cosicchè gli astri che si trovano sopra di noi mutano di molto la loro posizione, e non sono piú gli stessi ad apparirci, se ci spostiamo verso settentrione o mezzogiorno. Così, alcuni astri si vedono in Egitto e nella regione di Cipro, e non si vedono nelle regioni settentrionali, e gli astri che al settentrione sono sempre visibili, laggí invece tramontano.

<sup>1</sup>Aristotele: Ivi, Libro II (B), 13.

<sup>2</sup>Aristotele: Ivi, Libro II (B), 14.

Questo variare dell'inclinazione delle stelle sull'orizzonte suggerì il metodo più semplice, e che ebbe seguito finanche in tempi più moderni, di misurare la dimensione della Terra. Come riferisce Cleomede, l'idea di Aristotele fu applicata da Posidonio (135-51 a.C.)<sup>1</sup>:

Posidonio afferma che Rodi ed Alessandria stanno sullo stesso meridiano. [...] Orbene, ... La distanza fra queste due città è valutata in 5000 stadi. Posidonio proseguì osservando che la lucentissima stella chiamata Canopo si trova a sud, praticamente sul Timone della costellazione di Argo. Detta stella non è affatto visibile in Grecia; ... Ma, se vi spostate verso il sud, essa comincia ad essere visibile a Rodi, e non appena la si vede sull'orizzonte, tramonta immediatamente col ruotare dell'universo. Quando infine abbiamo valicato i 5000 stadi e siamo giunti ad Alessandria, questa stella, allorchè è esattamente nel mezzo del cielo, si trova ad un'altezza sull'orizzonte di un quarto di segno [dello zodiaco], vale a dire di una quarantottesima parte del cerchio zodiacale. Ne deriva perciò che anche il segmento del meridiano che copre la distanza da Rodi ad Alessandria sarà una quarantottesima parte di detto cerchio, [...]. Si trova così che il grande cer-



**Il metodo di Eratostene per misurare le dimensioni della Terra. Ipotesi fondamentale è che i raggi del Sole siano paralleli, equivalente a supporre una grandissima lontananza del Sole stesso. Una seconda ipotesi è il giacere le due città sullo stesso meridiano.**

**Eratostene pose l'eguaglianza tra i rapporti fra la distanza Alessandria-Syene e la circonferenza terrestre, e fra l'angolo al centro terrestre pozzo-obelisco e 360°. L'angolo al centro pozzo-obelisco era misurato dall'ombra dell'obelisco quando nel pozzo si rifletteva il Sole sul fondo. La distanza Alessandria-Syene era valutata dalle giornate di cammino delle carovane. Nonostante la difficile valutazione delle distanze e il non perfetto allineamento delle città su un meridiano, la determinazione dette un risultato molto vicino all'attuale.**

**Il metodo di Posidonio per misurare le dimensioni della Terra. A Rodi la stella Canopus, al suo culmine, è vista sfiorare l'orizzonte, e quindi la sua declinazione è 90°. Ad Alessandria invece la declinazione è theta. La differenza tra i due angoli, 90°-theta, è l'angolo sotteso al centro della Terra fra le due città. Questo angolo viene usato allo stesso modo che nel**

**metodo di Eratostene: anche Posidonio pose l'eguaglianza tra i rapporti fra la distanza Alessandria-Rodi e la circonferenza terrestre, e fra l'angolo al centro terrestre e 360°. La distanza Alessandria-Rodi era valutata empiricamente dai naviganti, ed anche in questo caso si suppone che le due città giacciono approssimativamente sullo stesso meridiano.**

<sup>1</sup>Cit. in: S. Sambursky: Op. cit., Cap. III, p. 89.

*La Terra cilindrica secondo le concezioni di Anassimandro di Mileto. Il filosofo della colonia ionica raccolse le notizie dei viaggiatori e naviganti che provenivano dalla Scizia, percorsa dal Danubio e dalla Nubia, solcata dal Nilo, che quindi coprivano con i loro dati un lungo tratto di meridiano osservando le costellazioni a diverse altezze sull'orizzonte. La Terra doveva di conseguenza almeno essere incurvata secondo il meridiano. Fu questa idea un primo progresso rispetto alle concezioni a Terra piatta che si ritrovano in Omero. Il passo successivo, per i geografi greci, una volta vagliati i dati astronomici di chi viaggiava in longitudine, più difficili da comparare per i noti problemi di misura delle distanze e di trasporto del tempo (a causa della rotazione terrestre), fu quella che chiameremmo oggi una trasformazione topologica dal cilindro alla sfera.*

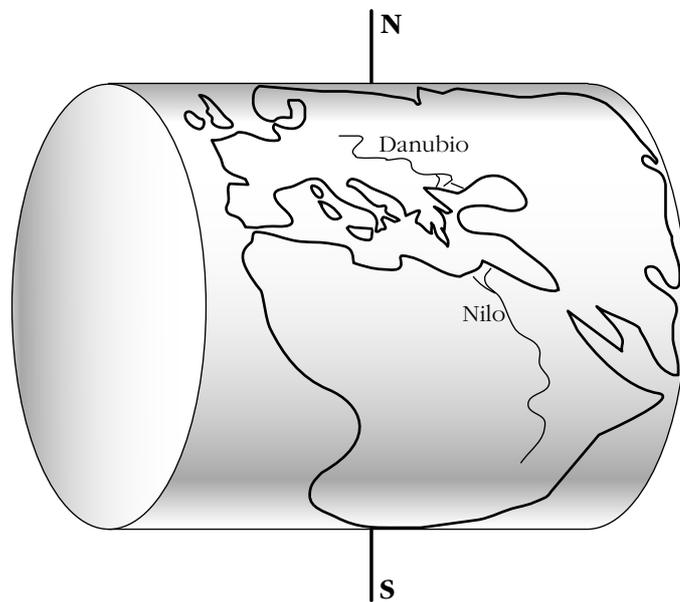
chio della Terra misura 240000 stadi, ammettendo che fra Rodi ed Alessandria vi siano 5000 stadi; [...]. Questo è dunque il modo usato da Posidonio per calcolare la dimensione della Terra.

Non bisogna sottovalutare i legami tra forma della Terra e possibilità di ruotare. Sebbene le prove osservative descritte da Aristotele già fossero note, ed altre ve ne erano di carattere più filosofico, per vincere le resistenze del mito biblico della Terra piatta occorre la prova sperimentale dei viaggi di circumnavigazione, e solo da allora, nei decenni successivi, si poté ripresentare uno schema eliocentrico che riuscì ad imporsi rapidamente, ma non senza drammi e contraddizioni. In Copernico troviamo una affermazione illuminante su quanto fosse sentito questo problema<sup>1</sup>:

Si è già dimostrato che anche la Terra ha la forma di un globo. Ma penso che occorra ora considerare se pure il movimento derivi dalla sua forma e quale luogo gli spetti nell'universo.

Solo allora la Terra poté ruotare in virtù essenzialmente della sua forma sferica che a questo moto non si oppone, ma lo facilita. Avrebbe potuto fare altrettanto una Terra piatta, a tamburo come quella di Anassimandro di Mileto (610-546 a. C.)<sup>2</sup> o di qualsiasi altra forma?

Nel complesso il sistema aristotelico suddivise il Kosmos (l'armonia) in due regioni ben distinte, una superiore, incorruttibile, immutabile, sede di moto perpetuo, ed una sublunare, sede dei più svariati processi di mutazione e corruzione. Una splendida sintesi ne dà Apuleio, retore latino



<sup>1</sup>Nicola Copernico: Opere. Cap. V. A cura di Francesco Barone, UTET, Torino, 1979.

<sup>2</sup>Molti riportano la Terra cilindrica di Anassimandro poggiata su una delle due basi, e quindi come un esempio di Terra piatta. Più probabilmente la concezione di Anassimandro costituì un progresso rispetto alla Terra piatta di Omero, in quanto essa era pensata curva nel senso dei meridiani, secondo l'esperienza dei naviganti, con l'asse nord-sud perpendicolare alla parete del cilindro. Il suo modello è legato in un certo qual modo con la difficoltà di determinazione della longitudine, a causa della quale la curvatura secondo i paralleli non si apprezza con immediatezza. Il progresso successivo fu la trasformazione topologica del cilindro in sfera. Si veda Alfonso Fresa: Op. cit. che non parla però del problema della longitudine.

della “seconda sofistica” nato a Madaura, nord Africa, nel 125 d.C. circa, nel suo *De Mundo*<sup>1</sup>:

Ma benchè l'insieme dell'universo ruoti come una sfera, è tuttavia necessario che tale sfera sia trattenuta da punti di appoggio che la divina progettazione ha fissato ai vertici, così come l'artigiano, al tornio, trattiene con le pinze l'oggetto e l'arrotonda facendolo girare su se stesso. Chiamiamo questi punti poli; la linea retta che fa capo ad essi come a due perni si chiama asse e divide e separa il cosmo, mantenendo ferma la sfera terrestre nel punto centrale. In verità questi punti che abbiamo detto immobili, sono situati in modo che quello chiamato settentrionale è visibile sopra il nostro capo dalla parte nord; l'altro, quello antartico, è nascosto sotto la Terra, umido e mitigato dai venti australi. Ma il cielo, in se stesso e con le stelle dal cielo generate, e tutta la compagine australe, è chiamato etere, non come pensano alcuni perché è infuocato e acceso, ma perché ruota sempre in una corsa vorticoso; non è uno dei quattro elementi noti a tutti, ma un altro, molto diverso, il quinto per numero, il primo per dignità, divino e inviolabile per natura.

La moltitudine incalcolabile degli astri, in parte si muove con la zona delle stelle fisse che lo zodiaco circonda con il suo cerchio disposto obliquamente e con le sue dodici risplendenti costellazioni, in parte è costituita dalle stelle erranti che non hanno i movimenti delle prime, nè movimenti simili oppure uguali tra loro; fissati a sfere diverse, osservano un ordine, per così dire, disordinato; quali sono più lontane, quali più vicine. Le stelle che per la loro stessa natura sono ritenute non soggette al moto vagante, conducono greggi infinite di astri e cingono a guisa di corona il dorso uniforme dell'etere con l'incanto divino della luce. Le sette stelle nobilitate dai nomi di dèi [i pianeti, il Sole e la Luna] sono fissate ad altrettante orbite e disposte a piani le une sulle altre in modo che l'orbita superiore sia più grande di quella immediatamente inferiore e, unite l'una all'altra con legami reciproci, sono tenute insieme dalla sfera che si dice fissa. [... ..] ultima fra tutte, la Luna, che segna il limite inferiore dell'altezza dell'etere; [... ..].

Dopo questa zona, racchiusa dai confini dell'etere divino, il cui limite è rigorosamente definito e la cui natura è immutabile, vi è una regione mortale e ormai quasi terrestre; la sua parte superiore è più sottile e calda, perché è lambita dai fuochi contigui dell'etere, nella misura in cui le realtà minime possono entrare in contatto con le massime e quelle più lente con le più rapide. Ma da quella parte che è arroventata dall'orbita ravvicinata del Sole, appaiono ai nostri occhi come delle fiamme che si proiettano, risplendono e scintillano; i Greci le chiamano comete, verghe, vortici, noi le vediamo sovente passare e scomparire, accendersi facilmente e ancora più facilmente spegnersi. Poi c'è l'estensione dell'aria inferiore, che è di qualità più torbida, ed è frammista di un freddo glaciale; ma la vicinanza della luce superiore ed il soffio del contiguo calore la fanno splendere, e talora si riveste di una luce più pura. Sovente il suo aspetto cambia e si trasforma perché la sua natura è corruttibile: si condensa in nubi, si apre ai soffi alterni dei venti, è spezzata da temporali violenti, si blocca per la neve e il ghiaccio ed è sferzata dalla grandine che si abbatte dall'alto; va soggetta a tempeste per le raffiche dei turbini e l'urto dei tifoni, s'accende sotto i dardi dei fulmini e i colpi degli strali celesti.

La discussione con teorie che oggi giudichiamo più rispondenti al vero rimase viva fino all'inizio dell'era cristiana; fino ad allora era possibile trovare filosofi aperti nei confronti dei movimenti terrestri, che giudicavano

---

<sup>1</sup>Apuleio: De mundo. I-290-291, II-292-293, III-294-295. A cura di Maria Grazia Bajoni. Edizioni Studio Tesi. Pordenone, 1991.

utile studiare il problema di distinguere tra la concezione geocentrica ed eliocentrica; Seneca (5 a.C. - 65 d.C) ne è un ottimo esempio nelle sue *Questioni Naturali*<sup>1</sup>:

L'analisi particolareggiata di questi problemi [delle comete] servirà anche al preciso scopo di farci sapere se l'universo ruota mentre la Terra sta ferma oppure la Terra gira mentre l'universo sta fermo. Vi furono infatti di quelli che sostennero che siamo noi ad essere trasportati a nostra insaputa dalla natura e che le albe ed i tramonti non dipendono dal movimento del cielo, ma che siamo noi stessi a sorgere e a tramontare: è un argomento degno di attento studio al fine di sapere in quale collocazione fisica ci troviamo, se ci è toccata in sorte la dimora più pigra o la più veloce, se Dio spinge intorno a noi tutte le cose o invece spinge noi.

Il mondo sublunare divenne per la cristianità la valle di lacrime, ciò che ci circonda con tutte le sue difficoltà, tentazioni, catastrofi naturali, guerre, pestilenze; tutto ciò che non si verifica invece nel mondo "orologio" superiore, cristallino, etereo, il cui pulsare regolare scandisce i ritmi immutabili delle armonie delle sfere, mosse queste ultime dal primum mobile, dio ed angeli, la cui influenza benefica si attenua sempre più man mano che ci si allontana dall'empireo. La sintesi perfezione-imperfezione, immutabilità-corruttibilità, luogo divino-luogo terreno, paradiso-inferno (a noi più vicino perché collocato al centro della Terra), fu il quadro entro cui nacquero e studiarono generazioni e generazioni di intellettuali, in maggioranza monaci ed ecclesiastici, specie nel medioevo, che ne tramandarono il significato e ne svilupparono la comunanza di idee con concezioni cristiane. Questo quadro aristotelico S. Tommaso d'Aquino (1225-1274) popolò di angeli motori degli orbi, e caricò di significati culturali e poetici che tanto hanno permeato opere grandiose quali la *Commedia* dantesca. Un frate aretino contemporaneo di Dante, Restoro d'Arezzo, nella sua opera enciclopedica *La Composizione del Mondo* (1282) scrive in proposito<sup>2</sup>:

E ponendo mente nello corpo de questo mondo, trovamo otto spere stellate, l'una delle quali è l'ottava spera, c'ha grandissima moltitudine de stelle; e l'altre, come so' le sette, ciascheduna ha una stella; e queste stelle ciascheduna dea avere per rascione multi virtude, empercio che quanto lo membro è più nobele, tanto de rascione dea avere più operazione e più virtude. E potemo dire per rascione che en questo mondo non è alcuno corpo principale e perpetuo, che non abbia la sua intelligenza [il suo angelo], la quale entende a influere e a fare operazione, e altra guisa non ce potarea èssare e sare' ozioso. Adunque quanti so' li corpi principali e perpetui nello mondo, tante so' entelligenzie, le quali entendono in operazione, e adopara l'una coll'altra.

Dante rappresentò nella sua *Commedia* molto dettagliatamente la sua interpretazione della cosmologia aristotelica<sup>3</sup>:

<sup>1</sup> Seneca: *Questioni naturali*. Libro VII [2,1], p. 669, testo latino a fronte. A cura, introduzione e apparati di note di Dionigi Vottero, UTET-TEA, Milano, 1990.

<sup>2</sup> Restoro D'Arezzo: *La composizione del mondo*. II-8-2(1,2). A cura di Alberto Morino. Fondazione Pietro Bembo/Guanda Editore, Varese, 1997.

<sup>3</sup> Dante Alighieri: *Tutte le opere*. Paradiso, Canto II, seconda edizione, a cura di G. Fallani, N. Maggi, S. Zennaro e con introduzione di I. Borzi. Newton Compton, Roma-Milano, 1997.

Dentro dal ciel che la divina pace [Empireo]  
si gira un corpo [Primum Mobile], ne la cui virtute  
l'esser di tutto suo contento [l'universo] giace.

Lo ciel seguente [delle stelle fisse], c'ha tante vedute [stelle]  
quell'esser parte per diverse essenze,  
da lui distinte e da lui contenute.

Li altri [i pianeti] giron per varie differenze  
le distinzion che dentro da sè hanno  
dispongono a lor fini e lor semenze.

Questi organi del mondo così vanno,  
come tu vedi ormai, di grado in grado,  
Che di su prendono [impulso al moto] e di sotto [lo trasmettono] fanno.  
[... ...]

Lo moto e la virtù de' santi giri,  
come dal fabbro l'arte del martello,  
da' beati motor [dagli angeli] convien che spiri;

Anche per Dante gli angeli propulsori delle sfere celesti non erano semplice metafora poetica. L'Alighieri, come gran parte della cristianità, credeva fermamente nell'esistenza di questi spiriti trasmettitori del moto proveniente dal Primum Mobile la cui veloce rotazione era dovuta al suo furioso desiderio di riunirsi al cielo successivo, l'immobile e quieto Empireo, sede di Dio. Nel Convivio, addirittura, Dante suddivide i compiti fra le gerarchie angeliche e assegna gli elementi di cui ogni squadra è composta<sup>1</sup>:

È adunque da sapere primamente, che li movitori di quello sono sustanze separate da materia, cioè Intelligenze, le quali la volgare gente chiamano Angeli [... ...]. Per che ragionevole è credere che li movitori del cielo della Luna siano dell'ordine degli Angeli, e quelli di Mercurio siano gli Arcangeli; e quelli di Venere siano li Troni [... ...] E sono questi Troni, che al governo di questo Cielo sono dispensati, in numero non grande, del quale per li Filosofi e per gli Astrologi diversamente è sentito, secondochè diversamente sentito delle sue circolazioni; avvegnachè tutti siano accordati in questo, che tanti sono, quanti movimenti esso fa; li quali, secondochè nel "Libro dell'aggregazione delle Stelle" [dell'arabo Alfragano] epilogoato si trova dalla migliore dimostrazione degli Astrologi, sono tre. Uno, secondochè la stella si muove per lo epicyclo; l'altro, secondochè lo epicyclo si muove con tutto il cielo ugualmente con quello del Sole; il terzo, secondochè tutto quel cielo si muove, seguendo il movimento della stellata spera, da Occidente a Oriente, in cento anni uno grado. Sicchè a questi tre movimenti sono tre movitori.

La struttura dell'Universo dantesco era organica ai problemi più sentiti dal cristianesimo dei suoi tempi, la vita e la morte, la salvezza o dannazione dell'anima, il suo salvarsi con la salita accanto al Signore o il suo essere

---

<sup>1</sup>Dante Alighieri: Tutte le opere. Convivio, Trattato Secondo, IV (V)-V (VI). seconda edizione, a cura di G. Fallani, N. Maggi, S. Zennaro e con introduzione di I. Borzi. Newton Compton, Roma-Milano, 1997.

precipitata nell'orrido dell'inferno. L'uomo è in una posizione intermedia rispetto all'Empireo o al baratro infernale: da lui solo dipendeva il percorso finale, il suo trasmigrare dal corruttibile sublunare al perfetto dei cieli. I cristiani sentivano di vivere con i piedi ben saldi su qualcosa di solido e immobile, all'interno di un involucro immenso ma comprensibile dove ogni cosa aveva una precisa collocazione e funzione. Far muovere la Terra avrebbe scardinato tutto questo ordine, in cui era coinvolto Dio stesso. Lo sgretolamento di questo ordine iniziò oltreconfine nei lavori dei critici scolastici inglesi e francesi Guglielmo Occam (?-1349), Giovanni Buridano (1300-≈1358) e Nicola Oresme (1325-1382). Negli scritti anticipatori del principio di inerzia del nominalista francese Giovanni Buridano si legge<sup>1</sup>:

[... ..] se tu fai ruotare velocemente una mola da fabbro grande e molto pesante, e poi cessi di muoverla, essa continua a muoversi a lungo per l'impeto acquisito; anzi tu non potresti fermarla rapidamente, ma per la resistenza derivante dalla gravità della mola quell'impeto diminuirebbe lentamente in modo continuo fino alla cessazione del movimento della mola; e forse se la mola durasse per sempre senza alcuna diminuzione o alterazione, e non ci fosse alcuna resistenza corruttiva di quell'impeto, la mola sarebbe mossa perpetuamente da quell'impeto.

E così qualcuno potrebbe immaginare che non sia necessario porre intelligenze che muovano i corpi celesti, poiché la sacra scrittura non dice che debbano essere poste. Si potrebbe infatti sostenere che quando Dio creò le sfere celesti prese a muoverle ciascuna secondo la sua volontà; e che dall'impeto che Egli impartì loro sono mosse ancora, poiché quell'impeto non si corrompe né diminuisce, non avendo esse alcuna resistenza.

Che prelude a quella nuova fisica riuscita a nascere dopo lunga gestazione non nel '400, ma solo nel tardo '500. Nel '600 gli intelletti più illuminati cercavano di convincere, con toni moderati e politici, le gerarchie ecclesiastiche di quanto fosse indispensabile abbandonare i fraintendimenti degli antichi. Federico Cesi (1585-1630), il fondatore dell'Accademia dei Lincei, fu impegnato nel 1618 in un celebre scambio epistolare con il travagliato Cardinale Roberto Bellarmino (1542-1621), in cui si legge<sup>2</sup>:

A me pare invero, come ti ho detto in altra occasione, illustrissimo Signore, e come sembra confermato dalle Sacre Scritture, che gli angeli risiedano negli astri stessi, angeli che sono riconosciuti come potenze motrici anche dagli aristotelici, benchè a torto adibiti a far ruotare i cerchi dei cieli, come a un mulino. Osservo che, in molti luoghi delle Sacre Scritture, gli angeli sono chiamati allusivamente con il nome delle stelle, come coloro che, in gran numero, hanno sede nelle stelle e le muovono. Perciò non pochi dei commentatori antichi e moderni, non intenden-

<sup>1</sup>Giovanni Buridano: *Questioni sui quattro libri sul cielo e il mondo di Aristotele. Libro II, questione XII*. In Marshall Clagett: *La scienza della meccanica nel medioevo. Documento 9.1*. Con testo latino e traduzione di Libero Sosio. 2° ediz. Feltrinelli, Milano, 1981. Oppure in *Giovanni Buridano: Il Cielo e il Mondo. Commento al trattato «Del cielo» di Aristotele*. Introduzione, traduzione, sommario e note di Alessandro Ghisalberti. Centro di Ricerche di Metafisica dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, Rusconi, Milano, 1983.

<sup>2</sup>Federico Cesi: *De caeli unitate, tenuitate fusaque et pervia stellarum motibus natura ex sacris litteris epistola*. In Maria Luisa Altieri Biagi e Bruno Basile (curatori): *Scienziati del seicento*. Riccardo Ricciardi Editore, Milano-Napoli, 1980.

do che si parlava degli angeli, ma credendo che da quel nome fossero indicate semplicemente le stelle, hanno sbagliato l'interpretazione, sí da asserire che le stelle sono animate.

La tanto radicata dicotomia terreno-celeste fu anche causa di difficoltà nel far superare alla fisica i limiti puramente terreni; ad esempio anche la fisica galileiana rimase sublunare e solo Borelli, un suo discepolo, e poi Newton che ne ammise la discendenza di idee, riuscirono ad identificare pienamente leggi terrene e celesti. Ma nel frattempo le intelligenze motrici continuarono ad occupare le riflessioni di molti tradizionalisti ancorchè ormai sostenitori dell'eliocentrismo. L'arcivescovo filosofo inglese Samuel Clarke (1675-1729) nei suoi sermoni a difesa del newtonismo, all'inizio del '700, ancora sosteneva<sup>1</sup>:

Tutto ciò che vien fatto nell'universo, vien fatto direttamente da Dio oppure da creature intelligenti, giacchè è evidente che la materia non è capace di legge o potere alcuno, piú di quanto sia capace di intelligenza, ad eccezione soltanto di quel potere negativo per cui ogni sua parte, per se stessa, continuerà sempre e necessariamente nello stato di quiete o di moto in cui si trova attualmente. Di modo che tutte le cose di cui comunemente diciamo che sono effetti dei poteri naturali della materia o delle leggi del moto, come la legge di gravitazione, di attrazione e simili, sono in realtà (se vogliamo parlare con proprietà e rigore) effetti di Dio, il quale agisce sulla materia continuamente e in ogni istante, direttamente oppure mediante qualche creatura intelligente.

## Sistema tolemaico e Terra piatta

Almeno il modello tolemaico prevedeva una sfericità della Terra, anzi la dimostrava basandosi su argomenti ben piú raffinati di quelli classici del razionalismo greco<sup>2</sup>:

Si può vedere che il Sole e la Luna e le altre stelle sorgono e tramontano non nello stesso momento per tutti quelli che stanno sulla Terra, ma sempre prima per quelli che stanno verso oriente, dopo per quelli che stanno verso occidente. Rileviamo infatti che il percepimento delle eclissi, soprattutto quelle lunari, che si realizzano nello stesso tempo, non è registrato da tutti nella stessa ora, cioè ad uguale distanza dal mezzogiorno; rileviamo anzi che sempre le ore in cui sono registrate dagli osservatori che stanno verso oriente sono piú tarde di quelle di chi sta verso occidente. E poichè si rileva che la differenza delle ore è proporzionale alle distanze tra le regioni, con ragione si supporrà che la superficie della Terra è sferica, dato che l'assunzione della similarità della curvatura in tutte le parti ha come effetto che l'occultamento rispetto alle parti successive avviene sempre secondo un rapporto uguale. Se invece la figura della Terra fosse diversa ciò non potrebbe accadere, come si può vedere dalle seguenti considerazioni.

---

<sup>1</sup>Samuel Clarke: A Discourse. London, 1706. Cit. in Luigi Turco: Dal sistema al senso comune. Cap. I. Il Mulino, Bologna 1974.

<sup>2</sup>Claudio Tolomeo: Almagesto. Libro I, cap. IV. In Ferruccio Franco Repellini (introduzioni, traduzioni e note): Cosmologie greche (antologia). Cap. VI. Loescher, Torino, 1980.

Se la Terra fosse concava gli astri sorgendo apparirebbero prima alle genti più a occidente. Se fosse piatta, sorgerebbero e tramonterebbero insieme e nello stesso momento per tutti quelli che stanno sulla Terra. Se fosse piramidale, cubica, o di qualche altra figura poliedrica, apparirebbero ugualmente nello stesso momento per tutti gli abitanti di uno stesso piano. Ma non è affatto questo ciò che appare accadere.

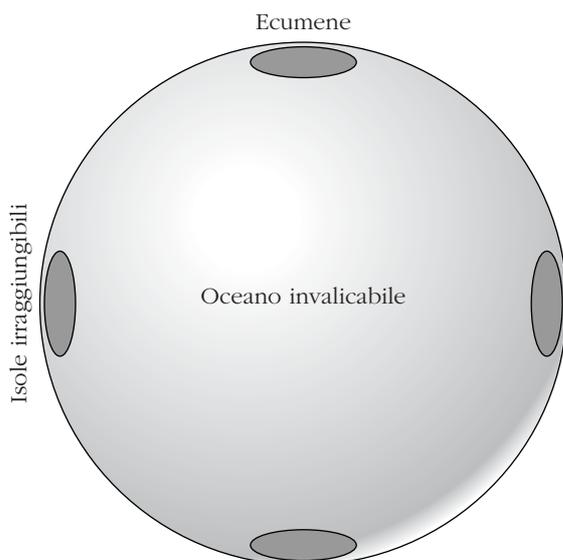
Tuttavia altre tendenze radicali, tra le quali quella detta “romana”, impersonata da Quinto Settimio Tertulliano (≈155-≈245 d.C) e da Lucio Celio Lattanzio (≈250-≈330 d.C) opponevano un netto rifiuto a tutto il sapere greco in favore di un sapere dogmatico derivato dalla loro interpretazione della Bibbia. Lattanzio aveva del mondo una visione completamente priva di movimento ed attaccava con veemenza gli argomenti avversi a volte senza dare dimostrazione contraria<sup>1</sup>:

Osservavano [i filosofi antichi] il corso degli astri che vanno verso occidente, che il Sole e la Luna sempre tramontano dalla stessa parte e sempre dalla stessa parte sorgono. Siccome poi non riuscivano a capire quale legge governasse il loro corso nè in quale modo ritornassero da occidente ad oriente; ed inoltre siccome ritenevano che il cielo si volgesse al basso da tutte le parti, poiché così necessariamente appare per la sua immensa ampiezza, pensarono che il mondo fosse rotondo come una palla e dal moto degli astri dedussero che il cielo gira: così gli astri e il Sole, dopo essere tramontati, per la stessa mobilità del mondo tornano ad oriente. Pertanto foggiarono dei globi di bronzo pressochè simili al mondo e li cesellarono con immagini strane, che essi affermarono essere gli astri. Dunque il fatto che si immaginava il cielo rotondo aveva come conseguenza, che la Terra si trovasse rinchiusa nel mezzo della sua cavità. E se la cosa stava così, anche la stessa Terra era simile ad una sfera; infatti non può essere che non sia rotondo ciò che è compreso in una massa rotonda. Se poi la Terra è rotonda, necessariamente presenta lo stesso aspetto da ogni parte del cielo, cioè innalza monti, distende pianure e mari. E se ciò avviene, ne deriva anche come ultima conseguenza che non ci sia alcuna parte della Terra non abitata dagli uomini e dagli altri esseri viventi. Così la rotondità del cielo portò alla scoperta di codesti antipodi pendenti. [...] Non saprei proprio che dire di costoro, i quali, dopo essersi sviati una volta, senza alcuna incertezza perseverano nell'errore e difendono sciocchezze con sciocchezze, se non che talvolta io credo che essi filosofeggino per gioco oppure astutamente ed in piena coscienza si assumino il compito di sostenere menzogne, come se volessero esercitare l'ingegno o dimostrarne l'acutezza trattando argomenti assurdi. Io potrei dimostrare con molte prove che in nessun modo può darsi che il cielo sia più basso della terra, se non dovessi finire il libro e non restassero ancora alcuni punti da trattare che sono più necessari alla presente opera.

Durante il Medioevo la compresenza di modelli sferici della Terra usati per motivi astronomici e la necessità di rispettare il pensiero di alcuni teologi produssero una sorta di sintesi imperfetta, della quale si tendeva a coprire le contraddizioni interne, tra il mito della Terra piatta di omerica memoria ed almeno due sistemi sferici, quello di Cratete di Mallo (160 a.C.) e quello derivato indirettamente da Aristotele delle quat-

---

<sup>1</sup>Lattanzio: *Divinae Institutiones*. III. xxiv. In Gian Carlo Garfagnini: *Cosmologie medievali*. Traduzioni, introduzioni e note di G.C. Garfagnini. Collana Storia della Scienza vol. 4. Loescher Editore. Torino, 1980.



*La sintesi tra il mito della Terra piatta e le concezioni di Cratete di Mallo (circa 160 a.C.). Secondo Cratete su una sfera ricoperta dalle acque emergono solo quattro piccole isole (o macchie, secondo Cicerone e poi Macrobio) abitate, diametralmente opposte, fra le quali ogni comunicazione era impossibile*

*a causa della enorme distesa di oceano che le separava. Il compromesso cristiano stabilì che in rispetto della unicità della progenie di Adamo, solo una di queste isole fosse abitata, l'Ecumene, e che la superficie delle isole fosse piatta per rispettare un'altra idea che si ritrova nei testi di esegesi biblica.*

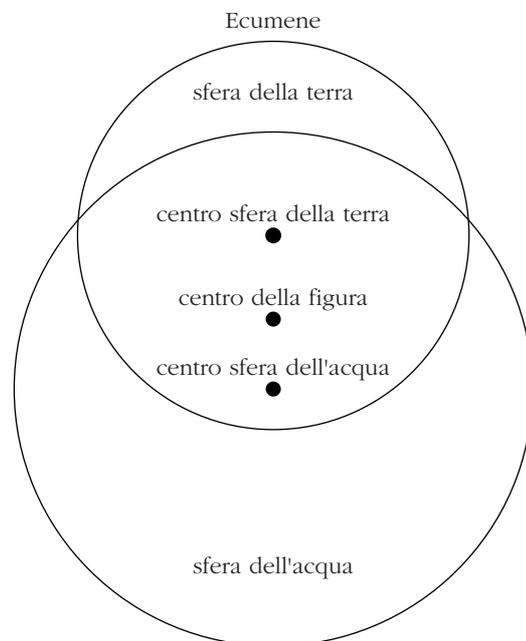
tro sfere del mondo sublunare. Questa sintesi fu diffusa nella cultura universitaria europea ad opera principalmente del *De sphaera mundi* (inizio sec.XIII) del francescano John of Holywood (ora Halifax, noto come Giovanni di Sacrobosco, 1190-1250), che ebbe più di 40 edizioni fino a metà del '600. Il sistema era costituito dalle quattro sfere concentriche dei quattro elementi ordinate secondo la loro densità, Terra, Acqua, Aria, Fuoco. Sulla sfera terrestre erano situate, in posizione diametralmente opposta, quattro isole di cui solo una era abitata, l'Ecumene, o "quarta abitabile". Le altre erano talmente lontane, separate da un oceano così vasto, da essere irraggiungibili. Dato che il pensiero medievale ammetteva una proporzione di 1:10 tra il volume di un elemento ed il successivo meno denso, l'estensione della Ecumene era talmente piccola rispetto al resto delle acque che essa poteva ben essere pensata come piatta, non in contraddizione con i padri della chiesa. La quarta abitabile era poi rappresentata con al centro Gerusalemme, "l'ombelico del mondo", e si immaginava che alla sua periferia, verso est, si trovasse il mitico paradiso terrestre. Un passo esemplare è quello di Restoro D'Arezzo nella sua *Composizione del Mondo* del 1282<sup>1</sup>:

Ma po' bene salire l'acqua nelo monte secondo questa via per rascione che, cum ciò sia cosa che l'acqua sia spherica e per rascione debia coprire tutta la terra intorno intorno, secondo questa via sarà più alta l'acqua de la terra. E a cascione de la generazione è cessata e amolata [ammassata] l'una acqua sopra l'altra, sí che la quarta parte de la terra remane scoperta, secondo che li savi ponono, sí che le tre parti remane sotto l'acqua; e l'acqua è molto più de la terra, secondo la comparazione che fàciaro li savi uno pugno de terra e dece d'acqua. E la terra rascionevolmente dea stare de sotto da l'acqua, emperciò ch'ella è più grave. E l'acqua dea stare de sopra e magiuremente più sú, emperciò ch'ella è amolata l'una sopra l'altra, sí che l'aere, che se dea continuare coll'acqua, se continua colla terra scoperta, e l'acqua, ch'è amolata, la quale tene

<sup>1</sup>Restoro D'Arezzo: *La composizione del mondo*. II-5-7(7,8,9,10). A cura di Alberto Morino. Fondazione Pietro Bembo/Guanda Editore, Varese, 1997.

*Le sfere dell'acqua e della terra nelle raffigurazioni, troppo radicali, degli interpreti del Genesi. Se la realtà fosse stata questa allora sarebbero esistite due misure di circonferenza e quindi due misure di grado di meridiano. Molti confutavano questa concezione basandosi sulle valutazioni dei marinai, concordi nell'affermare che a parità di variazione di latitudine*

*le distanze in terra ed in mare erano le stesse. Per quanto giuste in principio, queste confutazioni erano basate su una precisione che i naviganti non disponevano nelle loro stime. Raffigurazioni di questo tipo erano comuni nel tardo medioevo e all'inizio del rinascimento, ed anche Colombo nei suoi scritti parla di possibili cambiamenti di pendenza delle distese marine.*



Dante Alighieri, *Quaestio de aqua et de terra*, tenuta a Verona nel 1320. Il poeta-filosofo si premurava di confutare l'idea di mare piú elevato della terra basata sull'osservazione della sparizione della terra e dei monti oltre l'orizzonte marino (argomento classico del razionalismo greco in favore della sfericitá del pianeta!), che per alcuni significava una Terra non sferica all'interno del perimetro delle coste, ma piatta, quindi piú depressa rispetto alla sfera del mare. Ecco alcuni brani significativi di Dante<sup>1</sup>:

La questione fu adunque del sito e della figura o forma di due elementi, l'acqua, cioè, e la terra: e qui dico «forma» quella che il Filosofo [il cosiddetto Aristotele Latino] pone esser la quar-

<sup>1</sup>Dante Alighieri: Tutte le opere. *Quaestio de aqua et de terra*. Traduzione dal latino di Giuseppe Lando Passerini, seconda edizione, a cura di G. Fallani, N. Maggi, S. Zennaro e con introduzione di I. Borzi. Newton Compton, Roma-Milano, 1997.

ta spezie della qualità ne' Predicamenti; e a ciò fu limitata la disputazione, come inizio alla ricerca del vero, se cioè l'acqua nella sua sfera, ossia nella sua natural circonferenza, fosse in qualche punto più alta della terra che emerge dalle acque e si chiama vulgarmente quarta abitabile: e si argomentava che questo fosse per molte ragioni [... .. Dante ne elenca cinque]

La terza ragione si era: Ogni opinione che si oppone al senso è falsa. Pensar che l'acqua non sia più alta della terra val come contraddire al senso: dunque è mala opinione. La prima si diceva esser manifesta pel Commentatore [Averroè] sopra il terzo libro "Dell'Anima"; l'altra, ovvero la minore, per la speriencia de' navigatori che, stando in sul mare, veggiono i monti più bassi di esso: e ne fan prova dicendo che se salgon su l'albero li veggiono, non già se rimangon su la nave. E questo sembra accadere per questo: che la terra è d'assai inferiore e depressa rispetto al livello del mare.

E nel quarto luogo si argomentava così: se la terra non fosse inferiore all'acqua stessa, la terra sarebbe del tutto priva di acque, almeno nella sua parte scoperta, della qual si discute: nè però vi sarebber fontane, nè fiumi, e nè laghi: ciò che non è come si vede. Dunque l'opposto che ne conseguiva è la verità: cioè che l'acqua debb'esser più alta della terra. E per questo si dimostrava la conseguenza: che l'acqua, per sua natural disposizione, corre all'in giù; e poiché il mare è l'origine di tutte le acque [...] se il mare non emergesse sopra la terra, l'acqua non muoverebbe verso la terra, però che ogni natural moto dell'acqua vuole che il punto d'onde essa muove sia necessariamente più alto.

[... ..]

E con queste ragioni pertanto, e con altre che il tacer qui è bello, si studian di provar vera la propria sentenza coloro che tengono l'acqua come più alta di questa terra scoperta o abitabile, se bene a ciò si oppongano e il senso e la ragione. Per via del senso, in vero, vediamo per tutta la terra scendere i fiumi al mare, sia verso il mezzogiorno sia verso il settentrione: sia verso l'oriente che verso l'occidente; e questo mai non sarebbe, se le scaturigini de' fiumi e tutto il loro alveo non fosser più alti della superficie de' mari. E la ragione se ne vedrà appresso; e questo si proverà per molti modi.

L'Alighieri passa poi a provare con lunghi ragionamenti che la Terra è sferica e che la sfera dell'acqua è concentrica a quella della terra, ma trova difficoltà a dare conto della esistenza delle montagne; per la qual cosa giustifica così<sup>1</sup>:

E però, dovendo ogni natura sottostare alla intenzione della natura universale, fu necessario che la terra, oltre alla semplice natura che la trae al basso, avesse in sè un'altra natura che la facesse obbediente all'intendimento della universale, come il lasciarsi levare in parte dalla virtù dei cieli, quasi seguendo un comando, [... ..]

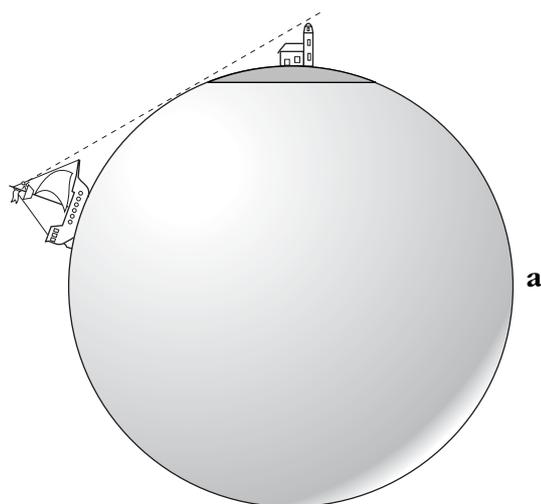
E per questo, sebbene la terra tenda, secondo la sua semplice natura, al centro ugualmente, [... ..] pure, secondo una sua certa altra natura, si lascia levare in parte, [... ..]

Dante anticipava a suo modo il principio di isostasia, anche se nelle conclusioni ricorrerà a influssi esterni irregolari, dovuti all'irregolarità della volta stellata. Nel commiato alla dissertazione, a testimonianza dell'asprezza della polemica del tempo, Dante lancia frasi ironiche contro coloro la cui presenza sarebbe stata opportuna (certo i sostenitori di Sacrobosco)

---

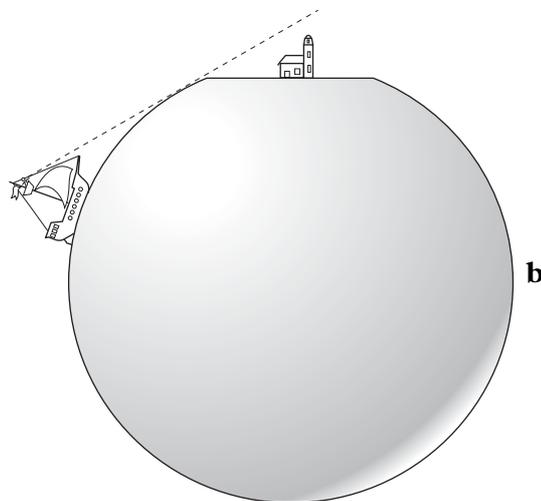
<sup>1</sup>Ivi.

*Dante Alighieri, nella dissertazione "Quaestio de aqua et de terra" del 1320, controbatté le tesi dei sostenitori della sintesi Cratete-Aristotelica fra Terra piatta e sferica. Uno degli argomenti del razionalismo greco in favore della sfericità della Terra (a), affermava che il paesaggio della terraferma veniva progressivamente nascosto agli occhi dei naviganti a causa della curvatura terrestre. I seguaci di Sacrobosco e della Ecumene piatta*



*stravolgevano a loro favore l'argomento, affermando che questo avveniva (b) a causa della depressione della "quarta abitata" (Ecumene) rispetto al mare.*

*Nella sua confutazione, Dante osservò che i fiumi, per sboccare nel mare, scorrono sempre verso il basso verso tutti i punti cardinali, mentre nella configurazione (b) dei seguaci di Sacrobosco avrebbero dovuto scorrere in salita, verso regioni più alte della sfera.*



ma che avevano invece significativamente disertato la sua conferenza. Questi concetti realistici si consolidarono molto lentamente, ritrovandosi nelle successive Quaestio scolastiche universitarie. Ad esempio Giovanni Buridano era giustamente convinto che fosse il mare la parte più bassa e per questo i fiumi convergessero a lui<sup>1</sup>:

Per questo motivo c'è una terza opinione, che mi sembra probabile, e in base alla quale si salverebbero per sempre tutte le apparenze: sia la terra, sia l'acqua hanno il medesimo centro del mondo, di modo che tutta la terra tende per natura a raccogliersi attorno al centro del mondo, ed ogni acqua tende per natura a scorrere verso un luogo più in pendenza rispetto al centro del mondo. Ma molta acqua si trova nelle viscere della terra, e molta anche è mista con l'aria a causa delle evaporazioni; non occorre perciò che in mare ci sia tanta acqua da superare i rilievi della terra.

Gli interventi sul tema si susseguirono numerosi, ed alla luce di que-

<sup>1</sup>Giovanni Buridano: Il Cielo e il Mondo. Commento al trattato «Del cielo» di Aristotele, Libro II, questione VII. Introduzione, traduzione, sommario e note di Alessandro Ghisalberti. Centro di Ricerche di Metafisica dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, Rusconi, Milano, 1983.

sta disputa appaiono ora significative alcune frasi di Leonardo da Vinci che spesso pubblicate in antologie di suoi frammenti, perdono se non il loro significato, certo il legame con il contesto delle problematiche del suo secolo<sup>1</sup>:

Nessuna parte di terra che non sia sommersa dall'oceano, sarà piú bassa di detto oceano.

La piú bassa parte del mondo si è i mari, dove corre tutti i fiumi.

Il fiume non ferma mai il suo moto se non in mare: adunque il mare è la piú bassa parte del mondo: nessuna superficie d'acqua può per sua natura essere piú bassa che quella del mare. La sfera dell'acqua desidera perfetta rotondità, e quella parte che supera la sua universal superficie non può durare e con breve tempo si spiana.

L'argomento doveva essere molto sentito negli ambienti intellettuali, certamente per il suo legame con le correnti piú naturalistiche, realistiche, dell'incipiente rinascimento. L'accertamento con mezzi puramente concettuali della sfericità della Terra, unitamente all'argomento dello spostamento del geocentro (vedi parte III), quest'ultimo in radicale contrasto con il sistema aristotelico (ma non con le sacre scritture!) furono i primi timidi colpi di maglio, rimanendo cautamente nell'ambito di proposizioni non tacciabili di eresia, al vecchio sapere tradizionale<sup>2</sup>; successi non ancora improntati all'empirismo, alla mentalità dell'andare a vedere, sperimentare, che sebbene raccomandato in alcuni sistemi filosofici<sup>3</sup>, divenne una piú urgente esigenza comune dopo la riuscita di quella che fu la piú "grande verifica" mai portata a termine: la prima circumnavigazione del globo terrestre<sup>4</sup>.

Piú tardi, Cristoforo Colombo, difensore di un modello sferico realistico del mondo, subí le proteste epistolari del presidente della commissione reale di valutazione, il frate Talavera, quando i reali di Spagna accettarono il progetto del viaggio contro le conclusioni della commissione stessa: a dire del frate era peccato mortale tentare di oltrepassare i limiti fissati da Dio al mondo. Colombo stesso aveva in mente una immagine del mondo con forti residui della mitologia medievale se le caratteristiche del delta

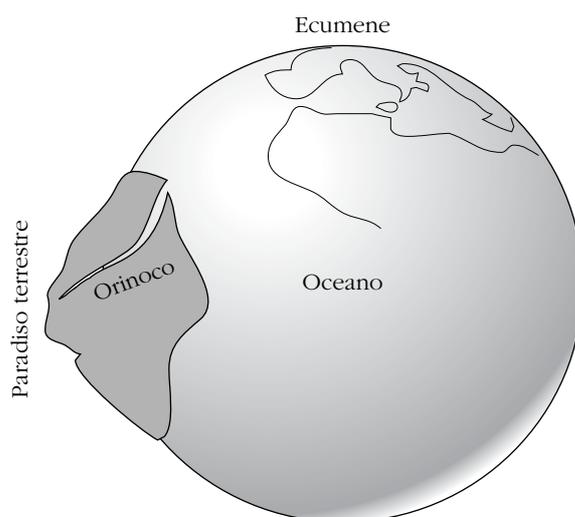
---

<sup>1</sup>Leonardo da Vinci: Scritti, VII-VIII. Con un proemio di Luca Beltrami. Istituto Editoriale Italiano. Milano, s.i. di anno.

<sup>2</sup>Si consideri che l'argomento che inaugurò la critica al sistema aristotelico fu la infinità dell'universo nel tempo. Questa affermazione del filosofo greco era davvero inconciliabile con l'atto creativo divino, e si ammise quindi immediatamente che le affermazioni di Aristotele contrarie alla fede cristiana dovevano essere abbandonate. La legittimità di elevare critiche allo stagirita si propagò lentamente ad argomenti di non pertinenza teologica.

<sup>3</sup>Come ad esempio quello di Ruggero Bacone (1210-1292) nel suo *La Scienza Sperimentale* (Rusconi, Milano, 1990). Ma anche insistenti appelli alla esperienza sono sparsi in moltissimi brani di Leonardo da Vinci.

<sup>4</sup>Molti ritengono la chiesa colpevole di errori che erano condivisi da tutto il mondo culturale del tempo e di scelte di campo mai prese. Ad esempio il cardinale Pietro Maffi (1857-1931) nel suo libro "Nei cieli, pagine di astronomia popolare" (1898) scrive: «Si è asserito che la Chiesa affermava e insegnava che la Terra era una superficie piana, circondata dal mare, sopra del quale il cielo tondeggiava come una volta. Ed invece il vero si è che la Chiesa non ha mai affermato nulla in proposito, lasciata sempre pienamente libera agli studiosi la questione. Che qualche padre o scrittore ecclesiastico abbia accettato una Terra piana, con un cielo che le si curvava sopra e la chiudeva, è verissimo: ma lo insegnavano questi padri e scrittori, personalmente, come una delle opinioni correnti ai loro tempi, senza però che nulla c'entrasse la Chiesa, la quale, nel suo insegnamento, diremo così, ufficiale, sul tema non si è mai pronunciata». (cit. in Gastone Imbrighi: *Galileo Galilei nella storia della geografia*. p. 110. Iapadre, L'Aquila, 1973).



*Il mondo secondo Cristoforo Colombo. Il navigatore genovese, oltrepassate le isole Azorre, osservò con stupore il fenomeno della variazione della declinazione dell'ago magnetico, particolarmente intenso in quella regione.*

*Poi, una volta giunto alle foci dell'Orinoco, la navigazione fu ostacolata da un impetuoso "muro d'acqua" generato dallo scontro della corrente del fiume con il montare della marea oceanica. La prima interpretazione di*

*Colombo fu quella di pensare che la variazione di declinazione sancisse l'inizio di un risalire delle navi su una gibbosità del pianeta e che questa culminasse nei monti da cui scaturiva l'Orinoco, sui quali si estendeva il Paradiso terrestre.*

dell'Orinoco gli fecero sospettare che quella tumultuosa acqua dolce proveniva dalla sommità a forma di pera del mondo, il Paradiso terrestre, che troviamo anche nella *Divina Commedia* dantesca. Solo in seguito trae conclusioni corrette: «E io dico che se non è dal paradiso terrestre che viene questo fiume, allora è da una terra infinita, situata nel mezzogiorno, e della quale finora nessuno ha saputo niente». In questo il pensiero e le aspettative di Colombo appaiono inizialmente allineate alla tradizione delle narrazioni dei viaggiatori medievali<sup>1</sup>. Le cronache di questi viaggi, a volte assai fantasiose, seguivano schemi abbastanza fissi, nei quali il pellegrino dapprima raggiungeva Gerusalemme, e poi si avviava verso l'estremo oriente, dove prima di invertire la marcia raccontava di essersi fermato alle pendici del paradiso terrestre. Nulla di strano quindi se Colombo, che era convinto di aver raggiunto l'oriente viaggiando verso occidente, si aspettasse di osservare le stesse meraviglie riportate nei vecchi resoconti dei viaggi terrestri<sup>2</sup>, salvo disingannarsi presto, o capire con tristezza al termine della sua vita di aver dato il via alla distruzione coloniale di un vero paradiso.

Solo il ritorno nel 1522 della spedizione di Ferdinando Magellano (1480-1521) dette prova della continuità sferica del globo osservando l'allora inatteso fenomeno del guadagno di un giorno. Scrive il vicentino Antonio

<sup>1</sup>Giuseppe Tardiola (curatore, introduzioni e note): *I viaggiatori del Paradiso*. Edizioni Le Lettere, Firenze, 1993.

<sup>2</sup>Giuseppe Tardiola: *Cristoforo Colombo e le meraviglie dell'America. L'esotismo fantastico medievale nella percezione colombiana del Nuovo Mondo*. De Rubeis, Anzio, 1992.

Francesco Pigafetta (1491-1534) nel suo famoso resoconto del viaggio<sup>1</sup>:

Mercoledì 9 luglio [1522]... Avevamo incaricato gli uomini che scendevano a terra di chiedere ai portoghesi quale giorno fosse e quelli avevano risposto loro che era giovedì. Allora ci stupimmo molto, poiché secondo i nostri calcoli doveva essere mercoledì. Non riuscivamo a trovare l'errore, anche perché io ero stato sempre sano ed avevo tenuto il conto giorno dopo giorno, senza interruzione. In seguito, ci spiegarono che non era stato commesso alcun errore: avendo navigato sempre verso occidente, fino a giungere al punto di partenza, come fa il Sole, avevamo chiaramente guadagnato ventiquattro ore.

[... ...]

Sabato 6 settembre 1522, entrammo nella baia di San Lucar con soli diciotto uomini, la gran parte malati: era ciò che restava dei sessanta partiti dalle Molucche. Alcuni erano morti di fame; altri erano fuggiti all'isola di Timor; altri ancora erano stati messi a morte per i crimini commessi. Da quando eravamo partiti da quella baia al giorno del nostro ritorno, avevamo navigato per quattordicimila e quattrocentosessanta leghe, compiendo per di più la circumnavigazione del mondo da levante a ponente.

Dal punto di vista tecnico, la scoperta dell'effetto del guadagno di un giorno, spiegato per la prima volta dall'amico di Colombo e Vespucci Pietro Martire d'Anghiera (1459-1526), fu decisivo per attestare la rotondità del mondo; solo esso dimostrava che si era seguita la traiettoria solare fino all'emisfero opposto, proseguendo poi sull'emisfero di partenza. In mancanza di esso tutti avrebbero potuto obiettare che la circumnavigazione era avvenuta solo intorno ad una Ecumene piatta. L'evento è ricordato da un traduttore inglese di resoconti di viaggio, Richard Eden, in una sua raccolta di versioni pubblicata nel 1577<sup>2</sup>:

Su questo viaggio fu scritto diffusamente da Don Pietro Martire di Anghiera, uno dei consiglieri dell'Imperatore delle Indie, a cui fu affidato il compito di scrivere la storia ed il commento di quanto era ritornato in Spagna, nella città di Siviglia, nell'anno 1522. Ma avendo mandato il libro a Roma per essere stampato, proprio nella miserabile epoca in cui la città fu saccheggiata, esso andò perduto e finora non più ritrovato [... ...]. E fra altre notevoli cose scritte da lui intorno a quel viaggio, c'è questa: che gli Spagnoli avendo navigato per circa tre anni ed un mese, con molti di loro che annotavano i giorni man mano che passavano (come è l'uso di quelli che navigano nell'Oceano), essi trovarono, allorché tornarono in Spagna, che avevano perso un giorno. Cosicché al loro arrivo al porto di Siviglia, pur essendo il settimo giorno di Settembre, fu da loro computato solo come il sesto. E quindi Don Pietro Martire spiegò lo strano effetto accaduto ad un uomo eccellente, che per la sua singolare sapienza era salito grandemente negli onori della sua comunità e nominato ambasciatore: questo valente gentiluomo, che era anche un grande filosofo e astronomo, rispose che egli non avrebbe potuto azzardare una spiegazione diversa da quella che essi avevano navigato per tre anni sempre seguendo il Sole verso Occidente; e disse anche che da lungo tempo si era osservato che tutti coloro che navigano

---

<sup>1</sup>Antonio Pigafetta: Il primo viaggio intorno al mondo. Traduzione di Michela Amendolea, introduzione di Nicola Bottiglieri, Edizioni associate srl, Roma 1989.

<sup>2</sup>Richard Eden: The history of travayle in the West and East Indies. Traduzioni da Pietro Martire d'Anghiera ed altri. Riproduzione in facsimile con una introduzione di Thomas R. Adams. Delmar, New York, 1992.

seguendo il Sole verso Ovest godono di un apprezzabile allungamento del giorno.

Tuttavia, la discussione sulla forma della Terra rimase attuale ben dopo i viaggi di Colombo (1492) e Magellano (1519), ed ancora Copernico dovette, nella sua opera, confutare fermamente le idee puriste di Terra piatta difese negli scritti dell'influente padre della chiesa Lattanzio (250-325 d.C). Si legge nel *De revolutionibus* nella *Lettera al Santissimo Signore Paolo III*<sup>1</sup>:

Non è infatti ignoto che Lattanzio, per altri aspetti scrittore famoso, ma non ferrato nelle scienze matematiche, parli in modo del tutto puerile della forma della Terra, insieme burlandosi di coloro che sostenevano che la Terra ha forma di sfera. E perciò non deve sembrare strano agli esperti se gente di questo tipo prenderà in giro anche noi. *Mathemata mathematicis scribuntur [... ...]*

Sul perché permanessero tante resistenze all'accettazione dell'idea di Terra sferica, bisogna considerare in cosa consistesse l'istruzione pubblica del tempo. La cultura veniva diffusa ai ceti "istruiti" tramite precettori, per la maggioranza ecclesiastici, basandosi su trascrizioni di manoscritti o sulla memoria dei tutori: i libri a stampa non esistevano ancora. La decisione che un figlio si dedicasse agli studi era associata spesso al suo entrare in un ordine monastico, o in un collegio religioso dove molto probabilmente avrebbe preso i voti, o in una università dove spesso arrivava già associato ad un ordine e nella quale la stragrande maggioranza del corpo accademico non era laico. La tradizione e le Scritture dominarono così nettamente la cultura medievale, realizzando infine quelle forme di manoscritti chiamati Quaestio, tipici della Scolastica Aristotelica, in cui varie ipotesi venivano discusse, considerandole seriamente come modelli a volte indicati come plausibili, ma alla fine messe da parte, scartate o sospendendone il giudizio, rispetto a quanto scritto nei testi tradizionali. L'importanza di questo approdo alla discussione franca ed aperta, ma apparentemente inconclusiva, di idee diverse dalle tradizionali, fu grandissima per la maturazione, solo qualche secolo più tardi, in un terreno reso fertile dal risascimento, della scienza nuova di Copernico, Galilei e successori, con la progressiva e sempre più coerente unificazione di fenomeni terrestri e celesti.

## La rinascita delle forme sferiche aiuta Colombo

La rinascita di interesse per i classici di scuola platonica comportò anche la diffusione di una delle istanze estetiche del platonismo, la predilezione per le forme circolari, sferiche, rotonde e del ruolo addirittura fisico che queste forme e "l'armonia delle sfere" potevano avere nel sistema del mondo. Questa istanza si saldò, in Italia, con la riscoperta delle architetture

---

<sup>1</sup>Nicola Copernico: Opere. A cura di Francesco Barone. UTET, Torino, 1979.

degli antichi templi romani a pianta circolare come il Panteon, le tombe imperiali, Castel Sant'Angelo, il Colosseo e gli altri anfiteatri, il tempio di Venere. Giovanni Cimabue (1240-1303) fu forse il primo a reintrodurre nei dipinti elementi di paesaggio dal vero, e significativamente, nei suoi affreschi di Assisi, raffigurò dei monumenti romani. Gli architetti cercavano le divine proporzioni contenute come un messaggio nelle antiche costruzioni. La musica assurse a regina delle arti in cui confluiscono numero ed armonia, immagine della divina sinfonia delle sfere<sup>1</sup>. Nelle arti figurative progressivamente viene accantonata la linearità, la rigidità delle forme, dando spazio a composizioni più morbide, dalle linee e sfumature dolci, in cui il cerchio e la sfera sono importanti. È illuminante il passo con cui Giorgio Vasari (1511-1574) nelle sue *Vite* descrive questo passaggio dalla vecchia maniera a quella di Giovanni Cimabue (1240-1303) e Giotto Bondone (1266-1336)<sup>2</sup>:

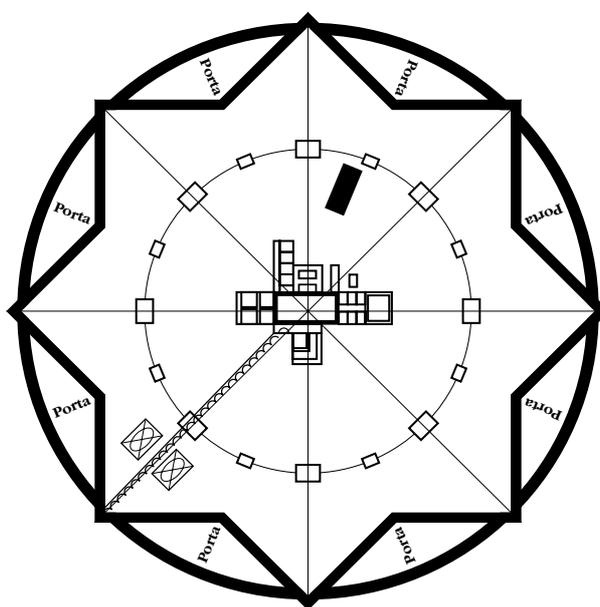
Così si vede che la maniera greca [bizantina], prima col principio di Cimabue, poi con l'aiuto di Giotto, si spense del tutto, e ne nacque una nuova, la quale io volentieri chiamo maniera di Giotto... E si vede in questa levato via il proffilo che ricigneva per tutto le figure, e questi occhi spiritati e' piedi ritti in punta, e le mani aguzze, et il non avere ombre, et altre mostruosità di que' Greci, e dato una buona grazia nelle teste e morbidezza nel colorito. E Giotto in particolare fece migliori attitudini alle sue figure, e mostrò qualche principio di dare una vivezza alle teste, e piegò i panni che traevano più alla natura che non quelli innanzi, e scoperse in parte qualcosa de lo sfuggire e scortare le figure. Oltre a questo egli diede principio agli affetti, che si conoscesse in parte il timore, la speranza, l'ira e lo amore; e ridusse a una morbidezza la sua maniera, che prima era ruvida e scabrosa.

Perfino l'episodio del disegno richiesto dal Papa Benedetto IX a Giotto come prova delle sue capacità in vista di un affresco da realizzare in San Pietro, e il cerchio perfetto tracciato dall'artista ed inviatogli come risposta<sup>3</sup>, ha un significato che appare metaforico e filosofico alla luce del clima culturale di rinnovamento in atto. Il rinnovamento procedette più spedito per merito di Marsilio Ficino (1433-1499), che con la protezione della corte dei Medici, poté fondare una accademia in cui si eseguirono le traduzioni degli antichi testi di scuola platonica giunti a noi tramite gli intensificati contatti con gli arabi dovuti alle crociate. Le traduzioni di Ficino ed i suoi scritti neoplatonici diedero inizio alla fase più piena del Rinascimento, ma a loro si unirono anche le riscoperte di classici greci non platonici, di stampo più razionalista (per es. la scuola di Samo, Aristarco, Epicuro). Fu dalla fusione, o contrapposizione dialettica, di queste componenti assai diverse che maturò quella vera e propria bomba culturale che fu il rinascimento scientifico. Ne troviamo esempio nelle concezioni di Copernico che all'armonia platonica delle sfere cristalline aveva unito il pensiero eliocentrico, razionalista, di Aristarco di Samo. Negli intelletti del-

<sup>1</sup>Teresa Samonà Favara: La filosofia della musica, dall'antichità greca al cartesianesimo. Fratelli Bocca Editori, Milano, 1940.

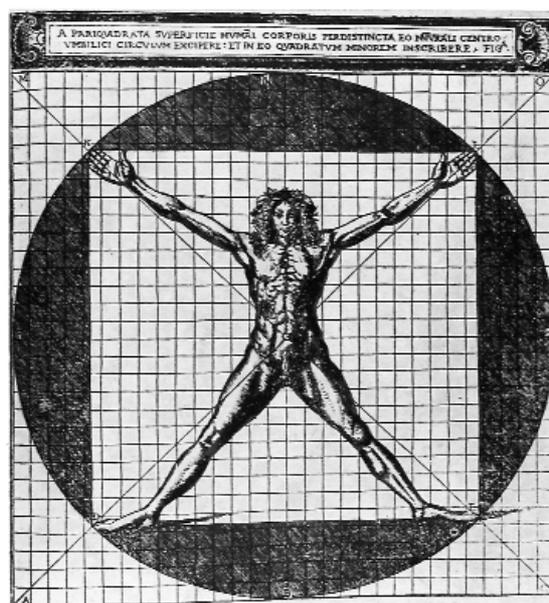
<sup>2</sup>Giorgio Vasari: Le Vite dei più celebri pittori, scultori, architetti (1550). Proemio alla Parte Seconda. Introduzione di Maurizio Marini. Newton Compton, Roma, 1997.

<sup>3</sup>Giorgio Vasari: Ivi. Vita di Giotto.



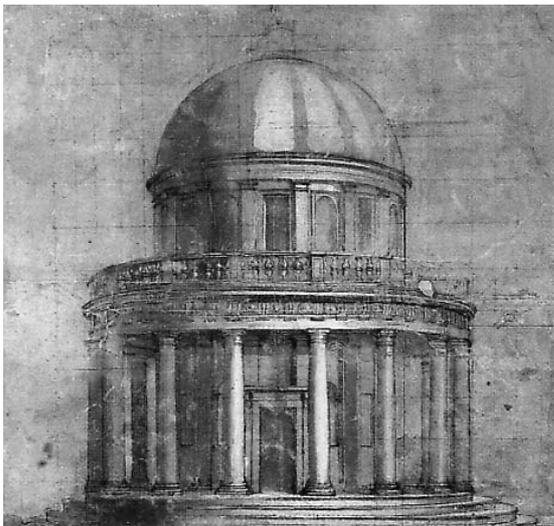
*La riscoperta dei classici platonici e la loro traduzione eseguita dalla accademia di Marsilio Ficino fecero sì che si tornasse ad una predilezione per le forme dolci, rotonde, sferiche e in generale regolari. Giotto rispose con un cerchio all'invito papale di inviargli un saggio della sua bravura. Questo clima culturale, che favorì la riproposta del modello geografico sferico ed il viaggio di Colombo, si ritrova nei tanti progetti di "Città Ideale" del Rinascimento, come ad esempio Sforzinda del Filarete e nel celebre quadro conservato ad Urbino, con il tempio rotondo centrale, attribuito a Piero della Francesca.*

*Anche la figura umana veniva idealizzata come circoscrivibile in figure geometriche perfette. Qui vediamo una ritmica figura vitruviana contenuta in un cerchio ed in un quadrato.*





*Palladio fu l'architetto che più incarnò la nuova tendenza per il circolare e introdusse elementi rotondi anche nella edilizia residenziale: le sue celebri ville sono a pianta centrale e tipicamente sfoggiano una cupola.*



*L'affresco di Giovanni Antonio Bazzi, detto il Sodoma (1477-1540), eseguito nei primi anni del '500 nel refettorio degli Olivetani di S. Anna in Camprena (Pienza), sembra illustrare il passo del Palladio,*

*citato nel testo, sui templi rotondi. L'arcobaleno che nasce dall'anfiteatro romano suggella il legame tra queste dolci forme architettoniche e la perfezione divina. (foto di Luigi Innocenzi).*

*La rinascita di interesse per la filosofia di Platone si collegò subito ad una nuova preferenza per le forme architettoniche su "pianta centrale" in cui l'elemento circolare era messo in risalto. Con viaggi e visite si tornò a stu-*

*diare gli antichi monumenti romani e particolare interesse destarono il Panteon e il Colosseo. In figura un tipico progetto di cappella rotonda dovuto a Bramante in un disegno di Federico Barocci (1528/35-1612).*



l'epoca si radicò sempre piú l'idea espressa da Platone (IV sec.a.C.) nel *Timeo* della superiorità delle forme sferiche<sup>1</sup>:

Per questo motivo e ragionamento [il creatore] fece un unico tutto di tutte le totalità, perfetto e immune da vecchiezza e da morbo [Nel *Timeo* l'universo è inteso quasi come un organismo vivente]. E gli diede una forma conveniente e affine.... Perciò lo arrotondò [l'universo] a mo' di sfera, ugualmente distante, in ogni parte, dal centro alle estremità, in orbe circolare, che è di tutte le figure la piú perfetta e la piú simile a se stessa, giudicando il simile infinitamente piú bello del dissimile.

In architettura, questa predilezione per forme armoniose ed arrotondate crebbe anche a causa della diffusione in Italia ed Europa di uno stile gotico, esportato da maestranze tedesche, giudicato sgraziato, estraneo alle nostre tradizioni e di effetto pesante. Inoltre il gotico architettonico, con le sue guglie ed arcate slanciate, aveva un significato di unione dell'umano al divino, sempre piú estraneo al nascente umanesimo. Bisognava anche in architettura rinnovare tornando all'antico, nel quale era facile imbattersi in costruzioni dette "a pianta centrale", basate sul cerchio e sulla sfera. La cupola, per secoli e secoli dimenticata, fu riportata in auge, grazie anche alle influenze arabe.

Famoso è rimasto il viaggio di studio di Filippo Brunelleschi (1377-1446) a Roma ed il suo rimanere in contemplazione estatica dei monumenti antichi. In particolare fu colpito dal Pantheon e dal Colosseo, ma molti altri monumenti romani contenevano elementi circolari importanti. Di tutti Brunelleschi eseguì le planimetrie. Leonardo da Vinci (1452-1519) ha lasciato svariati schizzi di chiese circolari con cupola e cappelle rotonde laterali. Michelangelo Buonarroti (1475-1564), quando nel 1547 assunse la direzione della Fabbrica di San Pietro, rifiutò il progetto a croce latina di Antonio Sangallo (1483-1546) e ritornò, rielaborandolo, a quello a pianta centrale di Donato Bramante (1444-1514), per il quale progettò la prevista cupola, di dimensioni mai raggiunte. Molti templi e le bellissime ville venete a pianta centrale con cupole furono costruiti da Andrea Palladio (1508-1580) che si esprime in maniera illuminante<sup>2</sup>:

I templi si fanno: ritondi; quadrangolari; di sei, otto e piú cantoni, i quali tutti finiscano nella capacità di un cerchio; a croce, e di molte altre forme e figure, [...]. Ma le piú belle e piú regulate forme, e dalle quali le altre ricevono le misure, sono la ritonda e la quadrangolare [...].

Così leggiamo che gli Antichi nell'edificare i templi si ingegnarono di servare il decoro, nel quale consiste una bellissima parte dell'architettura. E però ancora noi, che non abbiamo i dèi falsi, per servare il decoro circa la forma de' templi eleggeremo la piú perfetta e piú eccellente; e conciosiachè la ritonda sia tale, perché sola tra tutte le figure è semplice, uniforme, uguale, forte e capace, faremo i templi ritondi. A' quali si conviene massimamente questa figura, perché, essendo essa da un solo termine rinchiusa, nel quale non si può nè principio nè fine trovare, nè l'uno dall'altro distinguere, e avendo le sue parti simili tra di loro, e che tutte partecipano della

<sup>1</sup>Platone: *Timeo*, VII. Traduzione di Cesare Giarratano. In: *Opere complete*, vol. 6. Laterza. Bari, 1996.

<sup>2</sup>Cit. in: Jestaz, B.: *Il Rinascimento dell'architettura da Brunelleschi a Palladio*. Electa Gallimard, Trieste, 1995.

figura del tutto, e finalmente ritrovandosi in ogni sua parte l'estremo egualmente lontano dal mezzo, è attissima a dimostrare la unità, la infinita essenza, la uniformità e la giustizia di Dio. [...]. Onde, e per questa ragione ancora, si deve dire che la figura ritonda, nella quale non è alcun angolo, a i tempj sommamente si convenga.

Fu anche il tempo in cui fiorirono i progetti di "Città Ideale", di cui le più famose rimasero *La Città delle Dame*<sup>1</sup> (1405) di Cristine de Pizan (1365-1430), quella identificabile nel reale (Firenze) di Leonardo Bruni<sup>2</sup> (1370-1444), Sforzinda di Filarete (Antonio Averlino 1400-1466), *Utopia*<sup>3</sup> di Tommaso Moro (Thomas More, 1477-1535), *La Città del Sole*<sup>4</sup> di Tommaso Campanella (1568-1639), la *Nuova Atlantide*<sup>5</sup> di Francesco Bacone (1561-1626), che in parte traevano ispirazione, in un rinnovato bisogno di razionalizzazione della vita umana e della città medievale, da più antiche descrizioni fantastiche (Atlantide, di Platone; *La Storia Vera*<sup>6</sup> di Luciano, II sec. d.C.) e nella *Repubblica* di Platone. Molte città ideali<sup>7</sup> erano a pianta circolare e si sviluppavano per cerchi concentrici e per precise gerarchie. L'organizzazione circolare o gerarchica delle città ideali incontrò il favore dei potenti e della consolidata ideologia dei signorotti per i quali tutto doveva ruotare intorno alla loro figura centrale<sup>8</sup>. L'immagine pittorica più nota di queste città è quella conservata ad Urbino, attribuita da alcuni a Piero della Francesca (1416-1492), che al centro pone un tempio neoclassico rotondo. Sinanche la figura umana veniva inscritta in un cerchio, e sebbene famosa sia rimasta quella di Leonardo, la figura vitruviana più significativa è forse quella di Cesare Cesariano (1483-1543) in cui l'uomo è contemporaneamente inscritto in un cerchio e in un quadrato, i cui centri sono nell'ombelico della figura, a simboleggiare la coincidenza del centro dell'universo e di quello umano<sup>9</sup>.

In questo evolversi di preferenze estetico-filosofiche si deve collocare anche la vicenda dell'accertamento della sfericità della Terra, primo passo

---

<sup>1</sup>Cristine de Pizan: *La Città delle Dame*. Con testo francese a fronte. A cura e traduzione di Patrizia Caraffi. Luni Editrice, Milano-Trento, 1997.

<sup>2</sup>Eugenio Garin: *Scienza e vita civile nel Rinascimento italiano*. Cap. II, *La città ideale*. Laterza, Bari, 1965.

<sup>3</sup>Tommaso Moro: *Utopia*. A cura e con introduzione di Luigi Firpo. UTET, Torino, 1971. Anche in traduzione e a cura di Franco Cuomo. Newton Compton, Roma, 1994.

<sup>4</sup>Tommaso Campanella: *La Città del Sole*. A cura e con introduzione di Adriano Seroni. Feltrinelli, Milano, 1983.

<sup>5</sup>Francesco Bacone: *La nuova Atlantide*. A cura, traduzione, introduzione e note di Clavio Ascari. Istituto Geografico De Agostini, Novara, 1966.

<sup>6</sup>Luciano di Samòsata: *Storia vera*. Testo greco a fronte. Introduzione, traduzione e note di Quintino Cataudella. Rizzoli, Milano, 1990.

<sup>7</sup>Roland Le Mollè: *Le mythe de la ville ideale a l'epoque de la Renaissance Italienne*. Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Lettere e Filosofia, Ser. III, Vol. II (1), p. 275-310, Tipogr. Pacini Mariotti, Pisa, 1972. Ne vennero proposte, ed anche costruite, molte di più di quelle oggi maggiormente note e la loro storia si protrae sin quasi ai giorni nostri. Si veda per esempio Jerzy Kowalczyk: *Zamosc, città ideale in Polonia*. Il fondatore Jan Zamoyski e l'architetto Bernardo Morano. Accademia Polacca delle Scienze, Biblioteca e Centro di Studi a Roma, Conferenze, Fascicolo 92, Ossolineum, Warszawa, pp. 56, 1986. Per Pienza di Enea Silvio Piccolomini (Pio II), Sabbioneta di Vespasiano Gonzaga ed altre non a pianta centrale si veda Hanno-Walter Kruft: *Le città utopiche*. Editori Laterza, Bari, 1990. Ed anche Carlo Fumian: *La città del lavoro. Un'utopia agroindustriale nel Veneto contemporaneo*. Prefazione di Luciano Cafagna. Marsilio, Venezia, 1990.

<sup>8</sup>Roland Le Mollè: Op. cit.

<sup>9</sup>Roland Le Mollè: Op. cit.

verso la possibilità del suo moto, che vide protagonisti Cristoforo Colombo (1451-1506) e Magellano (1480-1521). Cristoforo Colombo si vide certamente spianata la strada dalle nuove tendenze culturali quando cercò, ed ottenne infine credito sia dalla chiesa che dai regnanti, per il suo modello di Terra sferica. Determinante fu la grande sottostima delle dimensioni terrestri che gli provenne dalle sollecitazioni del cosmografo Paolo Dal Pozzo Toscanelli (1397-1482)<sup>1</sup>, amico personale di Nicola Cusano, che in una delle sue esortazioni epistolari ad affrontare il viaggio dirette al navigatore italiano, diceva<sup>2</sup>:

Dalla città di Lisbona per dritto verso ponente sono in detta carta ventisei spazii, ciascuno de' quali contiene dugento e cinquanta miglia, fino alla nobilissima e gran città di Quisai, la quale gira cento miglia, che sono trentacinque leghe; ove sono dieci ponti di marmo. Il nome di questa città significa Città del cielo, della qual si narrano cose maravigliose intorno alla grandezza de gl'ingegni, e fabbriche, e rendite. Questo spazio è quasi la terza parte della sfera.

Altri fattori politici influenzarono la sua impresa, ma è innegabile che la cultura importata in Europa dalle crociate (l'ultima nel XIII secolo), i testi greci da ritradurre, la numerazione posizionale a dieci cifre indiano-araba, la cifra zero, ed anche i cicli poetici, letterari e mistici dell'Islam, furono ingredienti di base per la partenza di nuove avventure intellettuali in un contesto europeo più vivo e diversificato commercialmente, politicamente e socialmente, rispetto alle regioni di provenienza. Si pensi che anche il grande poema dantesco subì, consapevolmente o meno, le influenze di precedenti cicli di leggende islamiche sui viaggi del profeta Maometto nell'oltretomba, condottovi da un inviato di Ahllà, ed in cui era già posta la "legge del contrappasso"<sup>3</sup>.

L'anno della conclusione della spedizione di Magellano, il 1522, segnò la data in cui fu data prova fisica della sfericità del pianeta. Da allora in poi poté avere senso il rimuovere la Terra dalla sua immobilità: la forma era quella giusta per ruotare. Anche in questo nuovo spostarsi del fronte su posizioni più avanzate ebbe importante ruolo un lento lavoro critico contro le concezioni tolemaiche che era andato svolgen-

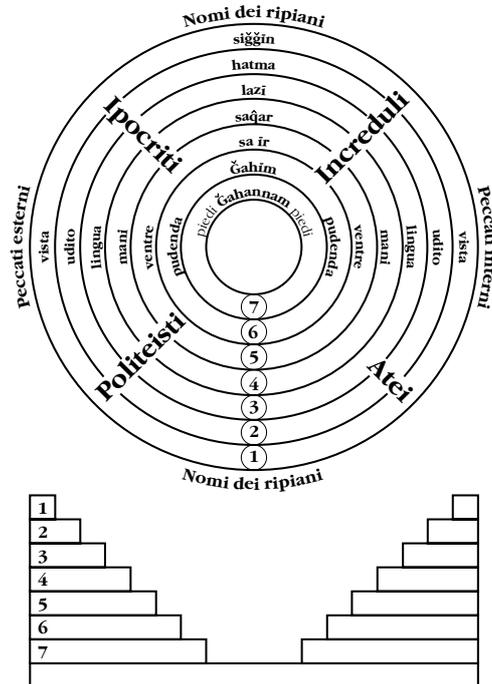
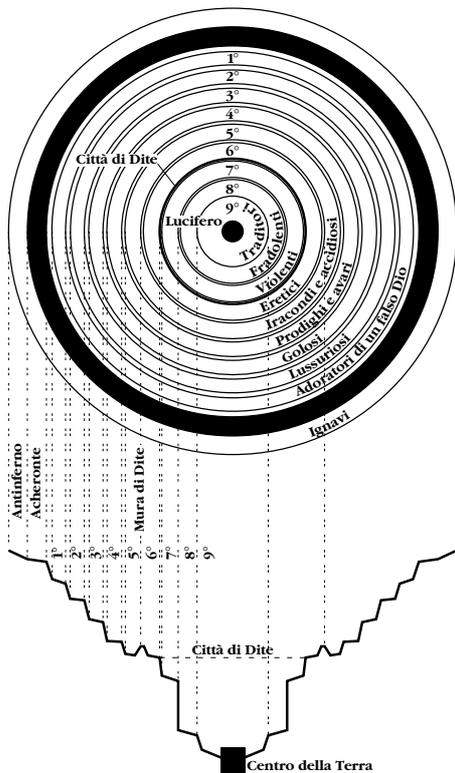
<sup>1</sup>Eugenio Garin: *Ritratto di Paolo Dal Pozzo Toscanelli*. In E. Garin: *La cultura filosofica del Rinascimento italiano: ricerche e documenti*. Sansoni Editore, Firenze, 1992. Si veda anche Claudio Asciti: *Appendice critica V, Toscanelli, Colombo e il concepimento della scoperta*. In Ferdinando Colombo: *La vera storia di Cristoforo Colombo*. I Dioscuri-Melita, Genova, 1989.

<sup>2</sup>Cit. in: Fernando Colombo: *Le historie della vita e dei fatti di Cristoforo Colombo*. Cap. VIII. *Le lettere di Paolo fisico Fiorentino all'Ammiraglio sopra lo scoprimento delle Indie*. Due volumi a cura, studio introduttivo e note di Rinaldo Caddeo. Edizioni Alpes, Milano, 1930. Si deve ricordare che anche nel sistema aristotelico si trovava sostegno ad una dimensione contenuta del nostro pianeta. Scrive Aristotele (*Del Cielo*, II B, 14, Laterza cit.): «Per modo che da tutto questo risulta evidente non solo che la forma della Terra è quella di una sfera, ma anche di una sfera non molto grande, perché altrimenti non renderebbe così rapidamente visibile il mutamento degli astri, quando noi ci spostiamo di così poco. Perciò non ci deve sembrare troppo incredibile l'opinione di quelli che ritengono che la regione delle colonne d'Ercole confina con quella dell'India e che in tal modo il mare è uno solo. Essi affermano questo ritenendo che ne siano indizio anche gli elefanti, la cui specie si ritrova nelle due regioni estreme; e questo accadrebbe in quanto i due estremi si toccano». Può essere che questa affermazione abbia influenzato anche le decisioni di Colombo.

<sup>3</sup>Miguel Asín Palacios: *Dante e l'Islam*. 2 volumi. Traduzione di Roberto Rossi Testa e Younis Tawfik. Introduzione di Carlo Ossola. Nuova Pratiche Editrice, Milano 1997.



*Il famoso quadro "I tre Filosofi" di Giorgione da Castel Franco detto Giorgione (1478-1510) sembra alludere al passaggio della cultura dalla attitudine ad attingere il sapere solo dai testi antichi aristotelici, alla mediazione araba che permise la riscoperta di correnti diverse del pensiero greco, fino alla acquisita attitudine a fondare la conoscenza sulla osservazione diretta della natura.*



*Le influenze arabe furono favorite dalle crociate ed ebbero sensibili effetti su tutte le arti. Persino la Divina Commedia di Dante, che conosceva le tradizioni ebrae ed isla-*

*miche, mostra straordinarie analogie con le concezioni arabe: in figura (tratta da Palacios, Op. cit.) sono a confronto l'inferno islamico e l'inferno dantesco.*

dosi tra gli astronomi arabi senza purtuttavia arrivare ai passi decisivi compiuti dalla cultura europea<sup>1</sup>.

Il brano precedente di Palladio, alla luce della vicinanza del Concilio di Trento (1545-1563), che diede luogo ad una condanna delle forme rotonde come “pagane” e quindi disdicevoli<sup>2</sup>, suona quasi come una accorata difesa del nuovo corso dell’architettura, già minacciato dalla Controriforma. Copernico aveva pubblicato il *De Revolutionibus* nel 1543, appena due anni prima del Concilio di Trento, indetto per rimettere ordine nell’ormai corrotta casa della cristianità. Se l’obbiettivo principale era quello di contrastare la Riforma di Martin Lutero, il vero problema era di risollevere la tensione morale e civile del clero cattolico proprio per ripararsi dalle critiche, più che fondate, di corruzione, commercializzazione degli affari spirituali, lussuria e asservimento al potere temporale mosse dal canonico tedesco, ma tutte già in maturazione dal tempo di Gerolamo Savonarola (1452-1498). Non è improbabile che il rinnovamento filosofico, l’abbandono della Scolastica e di Aristotele, in favore di un platonismo e naturalismo meno rigidi e con conseguenze libertarie in molti campi, abbia fatto individuare (specie da parte dei luterani) proprio queste nuove tendenze filosofiche ed il loro “modernismo” come corresponsabili dei guai in cui la chiesa si dibatteva. Lutero era molto duro proprio sui diversi aspetti della rivoluzione scientifica in atto, ma in particolare combatteva contro la ragione<sup>3</sup>:

Non occupatevi della ragione, il vero credente non ha nulla da spartire con essa. Anzi, è necessario ch’egli l’annichili in tutto e per tutto, o che almeno egli la seppellisca nel fondo dell’anima sua. È vero che gli anabattisti vanno dicendo che la ragione è la fiaccola della fede, e aggiungono che il suo dovere è d’illuminare e indicare la via da seguirsi. La ragione spargere luce! Sì luce, come quella che sparge una... sporcia messa dentro una lanterna... Solo il diavolo ha potuto ispirare ai preti romani il pensiero di costituire la ragione giudice della volontà e delle opere divine.

[... ...]

Bisogna che noi riduciamo il nostro intelletto e la nostra ragione a non essere altro che ciò che esse sono nell’infanzia; cioè, facoltà morte o latenti. solo a questa condizione potremo dire di possedere la fede alla quale niuna cosa è tanto contraria ed ostile quanto la ragione.

Sotto i suoi strali cadde persino quell’università di Parigi da dove per merito di Buridano e colleghi si era diffuso il primo ritorno di pensiero critico razionalista, e l’unità tra fede e ragione<sup>4</sup>:

<sup>1</sup>Owen Gingerich: L’astronomia islamica. Le scienze, n° 212, aprile 1986. Si veda anche Roshdi Rashed (editore): Histoire des sciences arabes. Vol. I, Astronomie, théorique et appliquée. Edition du Seuil, Paris, 1997.

<sup>2</sup>Dresden, S.: Umanesimo e Rinascimento. Cap. I, pag. 104. Il Saggiatore, Verona, 1967.

<sup>3</sup>Martin Lutero: Prediche. Cit. in Enrico Costanzi: La Chiesa e le dottrine copernicane, note e considerazioni storiche. Seconda ediz. Parte II, Cap. VII. Biblioteca del clero, Tip. Edit. S. Bernardino, Siena, 1897.

<sup>4</sup>Ivi. Queste idee retrive e reazionarie di Lutero suscitarono disagio, movimenti di critica ed esortazioni ad assumere posizioni più realistiche anche in campo protestante, dove in questo si distinse Sébastien Castellion (1515-1563) che in un suo libro *De Arte Dubitandi et Confidendi Ignorandi et Sciendi* (1563), ripropone una giusta visione e lettura critica dei testi sacri, ed in numerosi pamphlets scrive in favore della tolleranza religiosa. S. Castellion: *De Arte Dubitandi...* Introduzione e note di Elisabeth Feist Hirsch. Brill, Leiden, 1981.

La Sorbona, questa madre di tutti gli errori e di tutte le eresie, professava un principio assolutamente odioso e detestabile affermando che ciò che è vero in teologia doveva necessariamente esserlo anche in filosofia.

Oltre i fattori politici maturati nel frattempo, meriterebbe di essere indagato meglio quel momento iniziale del Rinascimento che con il rifiuto che perdurasse la costruzione in Italia di edifici di stile gotico da parte di maestranze tedesche, creò forse quella prima frattura Nord-Sud, con conseguenze probabilmente economiche, che meglio fa comprendere il perché lo scisma potè avere successo e radicarsi in vasti strati popolari in quel nord europa che, anche per questo, estraneo ed emarginato si sentí rispetto alle istanze rinascimentali sin dai primi anni.

Durante i complicati anni del concilio tridentino la chiesa nell'inutile tentativo di evitare lo scisma protestante abbandonò l'atteggiamento di cauta e complice apertura alle nuove idee scientifiche che aveva permesso nel periodo aureo l'accettazione della sfericità della Terra e l'insegnamento delle idee eliocentriche in una famosa lezione in Vaticano<sup>1</sup>. Gli effetti della controriforma, con la cappa di censure che calò in tutti i campi delle attività umane, sortirono risultati forse peggiori dei difetti che si proponevano di eliminare.

---

<sup>1</sup>Una lapide in Vaticano ricorda ancora questo evento in cui nel 1533 Alberto Widmanstadt, discepolo di Copernico, su invito di papa Clemente VII, in una solenne adunanza nei giardini vaticani spiegò a tutta la corte papale la dottrina del moto della Terra intorno al Sole, ricevendo alla fine in dono dal pontefice un prezioso codice greco di Alessandro Afrodiseo De sensu et sensibili. La lapide recita così:  
JOHANNEM VIDMANSTADIUM AVSTRIAE CANCELLARIUM DE MOTV TERRAE CIRCA SOLEM IN HORTIS VATICANIS DISSERENTEM CLEMENS VII P M PRETIOSO CODICE DONAVIT ANNO PONT X.