

Monica Aimone  
(Planetario di Milano)

### *Astronomia nella Commedia\**

*1. Astronomia ed osservazioni celesti. I movimenti apparenti degli astri. Conoscenze dantesche.*

Per i classici ed i medievali l'astronomia comprendeva tutte le discipline che riguardavano il cielo e le stelle. Nel Medioevo fu considerata un'arte liberale e fece parte, assieme all'aritmetica, alla geometria e alla musica del "quadrivio", considerato il più alto grado dell'insegnamento medievale.

E' ben nota l'importanza della scienza astronomica per lo sviluppo dell'opera dantesca, poichè Dante si serve spesso di nozioni astronomiche, alcune volte in forma solenne, altre in forma enigmatica.

La sua visione del mondo, perfettamente descritta nella *Commedia*, anche se a noi uomini moderni sembra irreali, alquanto lontana dal nostro pensiero e molto fantasiosa, in realtà vuole essere una descrizione rigorosa, scientifica a tutti gli effetti, nient'altro che la perfetta sintesi fra le antiche dottrine dei filosofi greci, fra la cosmologia aristotelica e l'astronomia matematica tolemaica, alle quali vanno aggiunte anche le dottrine filosofiche cristiane e soprattutto gli scritti di Tommaso d'Aquino.

Nelle opere di Dante, l'astronomia viene designata come "astrologia", secondo l'uso corrente del suo tempo.

Possiamo riassumere brevemente i concetti fondamentali di questa antica visione del mondo indicando quelli che possono essere considerati i "postulati" fondamentali dell'astronomia antica:

**Concezione geocentrica:**

la terra immobile occupa il centro dell'universo.

**Divisione dell'universo in due mondi:**

il **Cosmo**, mondo di purezza dove nulla poteva mutare, mondo dell'etere e del moto circolare uniforme.

**Mondo sublunare**, mondo di impurità e mutamenti, mondo della Terra, dei quattro elementi e del moto rettilineo (verso l'alto e verso il basso).

**Caratteristiche del moto dei corpi celesti**

Solo il moto circolare uniforme, o una combinazione di moti di questo tipo era l'unico moto possibile per i corpi celesti.

Solo cerchi o sfere, o combinazioni di cerchi e di sfere potevano spiegare i moti celesti.

E' doveroso però aggiungere, a queste idee che rappresentano i veri e propri capisaldi dell'astronomia antica un importante risultato raggiunto e cioè quello della sfericità della Terra: gli uomini del Medioevo infatti, sapevano benissimo che la Terra aveva forma sferica e che era un corpo celeste isolato nello spazio, concezioni che risalgono al VI sec. a. C..

Ma ora, per comprendere l'antica visione del mondo medievale bisogna chiedersi: quali erano i principali problemi astronomici da risolvere per quelle lontane epoche? Per rispondere alla domanda bisogna innanzitutto partire dall'osservazione del cielo, la semplice osservazione ad occhio nudo, senza binocoli e telescopi, a quei tempi sconosciuti, dalla spiegazione dei principali movimenti apparenti degli astri, dai principali concetti di base dell'astronomia e, soprattutto dal fondamentale concetto di "sfera celeste".

Quando infatti si osserva il cielo, si ha l'impressione che abbia forma sferica e che le stelle siano tutte alla medesima distanza da noi. Tutto ciò in realtà è un errore, dovuto ai nostri occhi, i quali non ci consentono di percepire la terza dimensione e cioè la profondità spaziale, la reale distribuzione delle stelle nello spazio. Le stelle, infatti, si trovano a distanze diverse ed enormi da noi e, proprio perché lontanissime, ci appaiono come oggetti puntiformi e questo aumenta ancora di più l'impressione che siano tutte alla stessa distanza.

Quindi, la sfera celeste può essere definita semplicemente come la proiezione su di una superficie sferica delle stelle disperse nello spazio e non ha una realtà fisica, non esiste, ma ancora oggi gli astronomi utilizzano questa terminologia perché è più semplice per loro calcolare le posizioni degli astri utilizzando una superficie sferica (la cosiddetta astronomia sferica o di posizione)(fig.1).

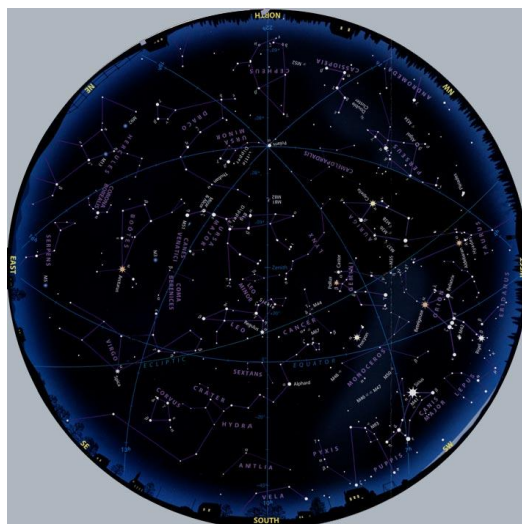


Fig1- Sfera celeste, mappa.

La volta celeste ci appare nera di notte e si possono osservare le stelle perché non vi è il Sole, la luce del quale viene diffusa in tutto il cielo di giorno dall'atmosfera terrestre.

Osservando poi più attentamente, si potrà notare che il Sole e i corpi celesti sembrano sorgere ad oriente e tramontare ad occidente ogni giorno. Questo spostamento è solo un

moto apparente, dovuto in realtà al fatto che è la Terra a muoversi, a compiere un giro completo su se stessa attorno al suo asse in 24 ore circa, in senso antiorario, cioè da occidente verso oriente : è questo il “Moto di Rotazione” che ha come conseguenza fondamentale l’alternarsi del dì e della notte sul nostro pianeta. E di conseguenza, a causa di questo moto, a noi sembra che siano invece i corpi celesti a ruotare in senso opposto, da oriente verso occidente.

Inoltre, ogni anno, la Terra compie un giro completo attorno al Sole, descrive cioè un’orbita (chiamata *eclittica*) attorno ad esso: è questo il secondo moto fondamentale del nostro pianeta, il “Moto di Rivoluzione”, fatto che porta ad avere stelle visibili di notte diverse da stagione a stagione (fig. 2).

Il movimento di Rotazione terrestre ci indica quindi la misura del giorno; la Rivoluzione terrestre quella dell’anno.

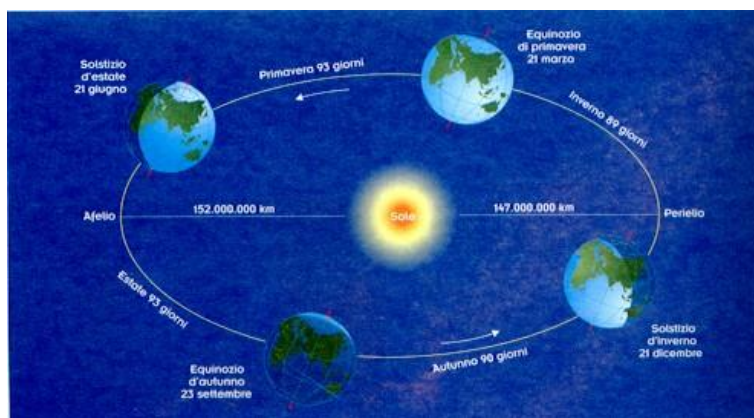


Fig.2 - Moto di Rivoluzione terrestre

Il moto di rivoluzione spiega anche l’alternarsi delle stagioni sul nostro pianeta, dovuto soprattutto all’inclinazione dell’asse terrestre, di 23° e 30’ rispetto all’asse del piano dell’orbita della Terra attorno al Sole: se l’asse terrestre, infatti, fosse perpendicolare all’orbita non ci sarebbero le stagioni. Inoltre, poiché quest’inclinazione durante l’anno non varia, poiché la Terra ha una forma rotonda e poiché in un anno si muove attorno al Sole, tutto questo determina appunto le stagioni.

Come il Sole sorge ad oriente e tramonta ad occidente, così ogni stella sembra sorgere e tramontare a causa della rotazione della Terra.

Per chi vive a nord dell’equatore però, c’è una stella che non sembra praticamente muoversi in cielo, la Stella Polare, che indica il Polo Nord Celeste. Questa stella ha per caso una posizione “speciale” nel cielo, perché si trova quasi perfettamente lungo il prolungamento dell’asse di rotazione terrestre nello spazio.

Esiste, ovviamente, anche un Polo Sud Celeste, ma nell’emisfero australe non vi è nessuna stella luminosa e dunque ben visibile nelle sue vicinanze ad indicarcelo.

Alcune stelle vicine al polo celeste non sorgono e non tramontano mai, ma sono sempre visibili al di sopra dell’orizzonte: sono chiamate “stelle circumpolari”.

Poiché la Terra ruota attorno al proprio asse, le stelle sembrano tracciare dei cerchi in cielo, attorno ai poli celesti (per osservare questo fenomeno si può fare una fotografia a lunga esposizione puntando la macchina fotografica verso la Stella Polare) (fig.3).



Fig.3

Il numero di stelle circumpolari visibili da un luogo sulla Terra dipende dalla latitudine di quel luogo.

E così come la posizione del Sole può essere usata per misurare il tempo durante il giorno, così le stelle possono essere considerate come un orologio da usare per la notte. Ad esempio, due delle stelle del gruppo celeste chiamato “Grande Carro”, Dubhe e Merak, formano una linea che punta sulla Stella Polare e questa linea viene proprio considerata come una lancetta di un grande orologio notturno(fig.4).



Fig.4 I due “puntatori” del Polo Nord Celeste

Inoltre, sin da quando ha iniziato ad osservare il cielo di notte, l’uomo ha sempre immaginato di vedere, nelle configurazioni formate dalle stelle figure e disegni di personaggi, di animali e di oggetti: questi particolari gruppi di stelle vengono chiamate “costellazioni”.

Alcune costellazioni risalgono a migliaia di anni fa, mentre altre sono più recenti. Ad esempio, la maggior parte delle costellazioni dell’emisfero australe hanno soprattutto nomi moderni, perché gli astronomi non hanno preparato cataloghi dell’emisfero sud sino al XVII sec.

Il cielo risulta quindi diviso oggi in 88 aree, esattamente allo stesso modo in cui un paese è diviso in stati e regioni: ognuna di queste aree viene individuata dal nome

tradizionale della costellazione dato in base alle stelle brillanti che contiene e tutte le stelle, anche quelle più deboli contenute nei limiti dati ad ogni costellazione le appartengono. I nomi ufficiali delle costellazioni sono in lingua latina, in modo da essere capiti ed usati dagli astronomi di tutte le nazionalità

Dante conosceva le costellazioni, ma non tutte, solamente 48 di esse, quelle catalogate nell'Almagesto di Tolomeo, tutte quelle dell'emisfero boreale ed alcune dell'emisfero australe: infatti, più volte nella *Commedia* le nomina, soprattutto le due Orse celesti (fig.5) e quella dei Gemelli (fig.6), il suo segno zodiacale.



Fig.5- La costellazione dell'Orsa Maggiore

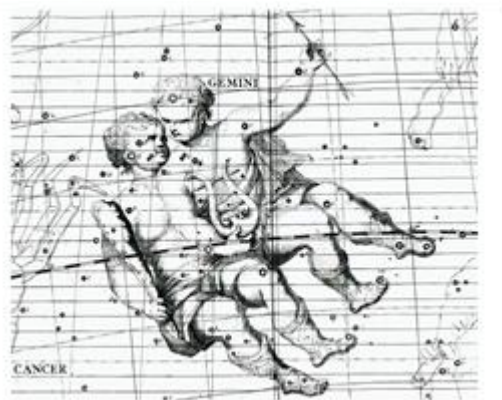


Fig.6- La costellazione zodiacale dei gemelli

Molto importanti sono infatti le costellazioni dello Zodiaco, conosciute sin dalla più remota antichità: una conseguenza del movimento di rivoluzione della Terra attorno al Sole è infatti l'identificazione sulla sfera celeste dell'arco zodiacale.

Si chiama *eclittica* il percorso apparente del Sole sulla sfera celeste.

L'*eclittica* in realtà, si è visto che è il nome dell'orbita descritta dalla Terra attorno al Sole in un anno, ma osservando il cielo dalla superficie terrestre, l'*eclittica* può anche

essere definita come il percorso apparente del Sole in cielo nel corso dell'anno attraverso le costellazioni ed appare come un grande arco celeste. Esso forma un angolo di  $23^{\circ} 30'$  col piano dell'equatore celeste, in conseguenza dell'inclinazione di  $23^{\circ}30'$  dell'asse della Terra rispetto al piano della sua orbita attorno al Sole.

Quindi si chiama *Zodiaco* una fascia del cielo, situata da una parte all'altra dell'*eclittica* che contiene le traiettorie, cioè i percorsi apparenti sulla volta celeste del Sole, della Luna e dei pianeti: le costellazioni che si trovano in questo settore, sono quindi dette zodiacali: Ariete, Toro, Gemelli, Cancro, Leone, Vergine, Bilancia, Scorpione,(Ofiuco), Sagittario, Capricorno, Acquario, Pesci (fig.7).

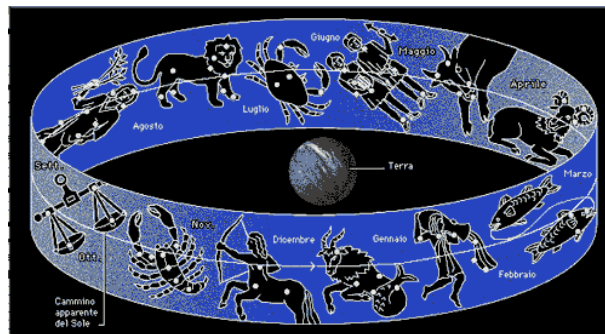


Fig.7- Le costellazioni dello Zodiaco.

Se si disegna la Terra nella sua orbita attorno al Sole, le stelle delle costellazioni dello Zodiaco sembrano comprenderla entro un cerchio ( a causa dell'illusione della "sfera celeste").

Con buona approssimazione, le orbite di tutti i pianeti attorno al Sole e l'orbita della Luna attorno alla Terra giacciono tutte sullo stesso piano: la forma del Sistema Solare, per dirlo con parole molto semplici è quella di un grosso disco.

La conseguenza di questo fatto è che i corpi principali del Sistema Solare (Sole, Luna e pianeti) ci appaiono sempre proiettati in cielo su di uno sfondo costituito proprio dalle costellazioni zodiacali.

Due volte all'anno il Sole, nel suo percorso apparente in cielo, taglia l'equatore celeste (la proiezione in cielo, sulla "sfera celeste" dell'equatore terrestre): il 21 marzo (equinozio primaverile) e il 23 di settembre (equinozio autunnale).

I piani dell'eclittica e dell'equatore celeste s'intersecano infatti in due punti: il punto "gamma", detto anche punto equinoziale o Primo Punto d'Ariete, il punto dove si trova il Sole nel giorno dell'equinozio primaverile e nel punto "omega", punto dove si trova il Sole nel giorno dell'equinozio autunnale (fig.8).

E in questa sede, non si dimentichi l'importanza che per Dante ha l'equinozio (soprattutto primaverile) e in modo particolare, il Primo Punto d'Ariete o punto equinoziale, ribadita nel X Canto del *Paradiso*, quando invita il lettore ad alzare gli occhi al cielo e ad osservarlo. ( fig.9).

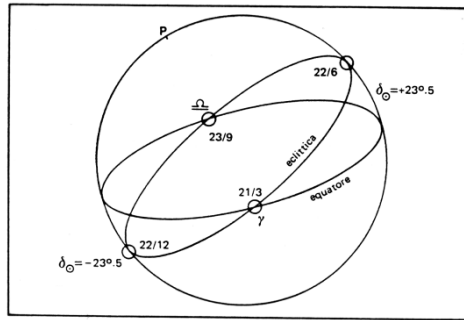


Fig.8- L'eclittica e l'equatore celeste sono due cerchi massimi della sfera celeste e, a causa dell'inclinazione dell'asse terrestre, si intersecano in due punti, chiamati punti equinoziali.

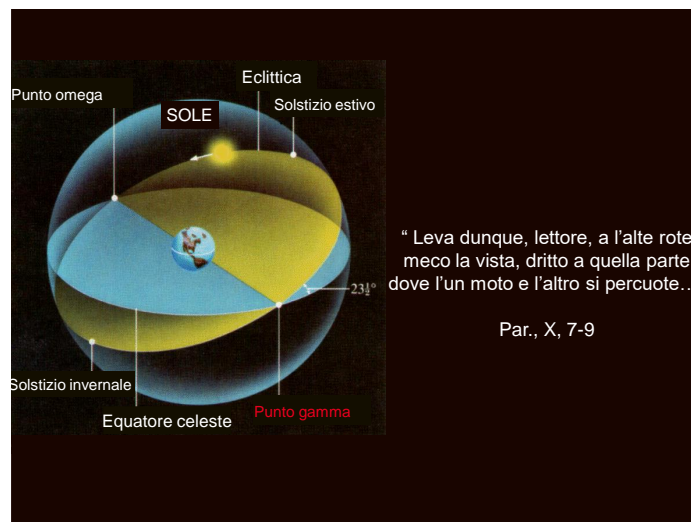


Fig.9

Siamo entrati ora nella parte forse più difficile dell'astronomia, la parte più propriamente matematica, quella della cosiddetta astronomia sferica o di posizione, che studia la posizione degli astri sulla volta celeste e ne calcola e prevede i movimenti.

Ed è proprio in questo frangente che si può comprendere quanto l'Alighieri fosse esperto in questa materia.

Nel I canto del *Paradiso* vv. 37-42, Dante ci parla infatti di quattro cerchi che si uniscono per formare tre croci, un passo molto difficile, la cui corretta interpretazione ha messo alla prova un gran numero di studiosi. Non credo sia necessario, in questa sede, ricordare tutte le varie proposte. Voglio semplicemente indicare la più probabile e forse anche la più semplice.

Solo due volte all'anno, nei giorni degli equinozi, il Sole sorge esattamente ad est e tramonta esattamente ad ovest, perché tutti gli altri giorni dell'anno, i punti di levata e di tramonto del Sole si spostano lungo l'orizzonte, verso sud in autunno ed in inverno nel nostro emisfero e verso nord in primavera ed in estate : *"Surge ai mortali per diverse foci/la lucerna del mondo..."* Par. vv37-38.

Ma “...da quella/che quattro cerchi giugne con tre croci,/con miglior corso e con miglior stella/ esce congiunta...”*Par.* vv. 38-41.

Quali potranno essere i quattro cerchi che si uniscono per formare tre croci? E' possibile darne una spiegazione scientifica, cioè visualizzarli sulla sfera celeste?

Ebbene, parrebbe proprio di sì. E, secondo l'interpretazione comunemente più accettata, i quattro cerchi sarebbero, l'eclittica, l'equatore celeste, l'orizzonte del luogo di osservazione ed il coluro equinoziale (il cerchio che sulla sfera celeste unisce il polo nord celeste, il polo sud celeste ed i due punti equinoziali) (fig.10).

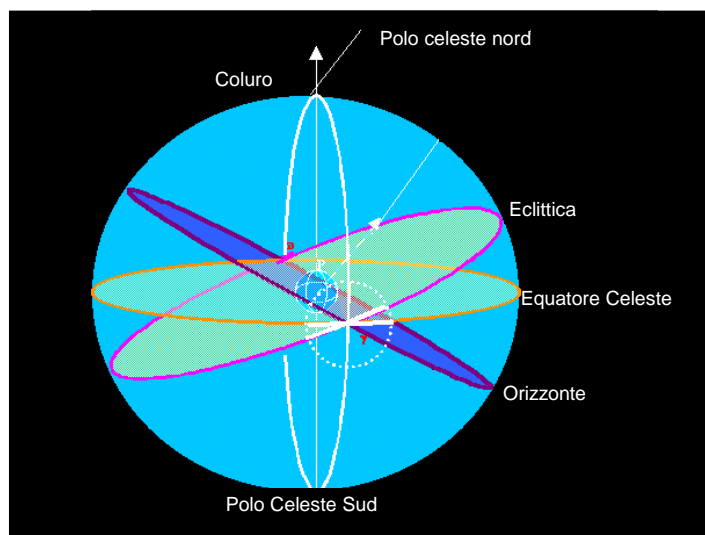


Fig 10

Ora, quando nel giorno dell'equinozio il Sole sorge esattamente ad est, in questo punto si ha l'intersezione dei cerchi che origina non vere e proprie croci (cioè con i bracci ad angolo retto), ma una semplice intersezione .

In realtà, quattro cerchi unendosi in un punto non possono generare tre croci ed è forse questa la ragione per cui gli sforzi interpretativi di tanti illustri studiosi sono stati vani. Vari combinazioni di cerchi sono state infatti proposte nel corso degli anni, alcune anche molto complicate, e tutte non sembrano comunque risolvere senza ombra di dubbio il problema.

Tutto quello di cui abbiamo trattato sino a questo punto sono alcuni importanti concetti astronomici di base desunti dalla semplice osservazione celeste, fenomeni e movimenti apparenti che Dante dimostra di conoscere molto bene come abbiamo sottolineato più volte.

Ad esempio, ritornando alla semplice osservazione delle costellazioni, nel XIII del *Paradiso*, il poeta descrive prima il Grande Carro sottolineando proprio il fatto che è circumpolare “...al cambiare della direzione del suo timone non viene mai meno al nostro sguardo, sia di notte sia di giorno...”e poi parla della piccola costellazione dell'Orsa Minore, immaginata però come un corno che ha per bocca le due stelle più basse e per punta la Stella Polare...”alla quale tutte le altre stelle e i vari cieli sembrano ruotare attorno...”



imagini quel carro a cu' il seno  
basta del nostro cielo e notte e giorno,  
sì ch'al volger del temo non vien meno;  
imagini la bocca di quel corno  
che si comincia in punta de lo stelo  
a cui la prima rota va dintorno, ( Par.XIII,7-12)

Quando poi, uscito dalle tenebre infernali tornerà a “ rivedere le stelle”, sulla spiaggia del Purgatorio, osserverà la volta celeste e noterà, guardando verso sud (ci si trova ora nell'emisfero australe) che il “...Carro era sparito...”. A latitudini australi, infatti, il Grande Carro non è più un gruppo celeste circumpolare

Com'io da loro sguardo fui partito,  
un poco me volgendo a l'altro polo,  
là onde il Carro già era sparito, ( Purg.I, 28-30)

Inoltre, sempre nel X del *Paradiso* , dimostra di conoscere bene anche l'importanza dello Zodiaco, che descrive precisamente come un cerchio obliquo che porta i pianeti. E, anche in questo caso dimostra in modo inconfutabile le sue profonde conoscenze astronomiche, perché sottolinea che se lo Zodiaco non fosse inclinato di 23° e mezzo rispetto all'equatore terrestre e soprattutto se non avesse proprio quella particolare inclinazione, tutta la vita sulla Terra sarebbe sconvolta.

Noi oggi, in termini moderni diciamo che se l'asse della terra non fosse inclinato rispetto all'asse del piano dell'orbita della Terra attorno al Sole e se non avesse proprio quella precisa inclinazione, non ci sarebbero le stagioni sul nostro pianeta e tutto verrebbe sconvolto. Dunque lo stesso fenomeno con due spiegazioni diverse: in termini antichi ed in termini moderni.

Vedi come da indi si dirama  
l'oblico cerchio che i pianeti porta,  
per sodisfare al mondo che li chiama.  
Che se la strada lor non fosse torta,  
molta virtù nel ciel sarebbe invano,  
e quasi ogni potenza qua giù morta;  
e se dal dritto più o men lontano  
fosse 'l partire, assai sarebbe manco  
e giù e sù de l'ordine mondano. ( Par.X, 14-21)

Andando oltre, un problema di non poco conto rappresentò per gli antichi l'osservazione dei pianeti sulla volta celeste.

Per gli antichi greci e per i medievali, sette erano i corpi planetari, il Sole, la Luna e i cinque pianeti visibili ad occhio nudo dalla Terra, Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno (fig.11).



Fig.11a- I “sette corpi planetari”: Sole,Luna,



Fig.11b- I pianeti, osservati senza strumenti Mercurio, Venere, Marte e Giove. astronomici appaiono come delle stelle.

Il rapporto fra questi astri e il tentativo di spiegare le irregolarità dei loro movimenti , possiamo dire abbia rappresentato il lavoro principale di tutta l’astronomia antica, fino al XVI secolo, quando ebbe inizio il periodo della cosiddetta Rivoluzione Scientifica e quindi la nascita dell’astronomia moderna: si doveva infatti cambiare l’antica visione geocentrica, prendere in considerazione anche i movimenti della Terra nello spazio, e abbandonare l’idea dei moti circolari uniformi e la circolarità delle orbite planetarie e tutto ciò fu possibile solamente in epoca moderna.

L’osservazione del cielo senza strumentazione astronomica ci porta ad osservare che le stelle non modificano le loro posizioni relative le une rispetto alle altre (e per questo vennero chiamate “fisse” ) e le costellazioni che esse disegnano sul firmamento non cambiano mai d’aspetto né di grandezza: solamente il Sole, la Luna e i pianeti sfuggono a questa relativa fissità.

I pianeti cioè, presentano il cosiddetto “moto normale”, un movimento apparente che sembra farli avanzare da occidente verso oriente attraverso lo Zodiaco (e fin qui nessun problema, perché si tratta del loro moto di rivoluzione attorno al Sole). Tuttavia il “moto normale” ogni tanto viene interrotto, il pianeta sembra fermarsi( si dice che diventa stazionario), per poi invertire il suo corso spostandosi verso occidente e quindi indietro e diventare più luminoso: è questo il cosiddetto “moto retrogrado”, la spiegazione del quale ha impegnato seriamente le menti degli antichi astronomi.

Esiste inoltre un'ulteriore particolarità che differenzia i moti planetari e dipende dalla posizione e dalla distanza dei pianeti nei confronti del Sole: Mercurio e Venere, ad esempio, vengono chiamati pianeti "inferiori" (poiché la loro distanza dal Sole è inferiore a quella della Terra dal Sole) e possiamo quindi osservarli in cielo sempre nelle vicinanze del disco solare. E si può notare che, per un certo periodo questi astri si muovono verso oriente assieme al Sole, in seguito, retrocedendo, sembrano incrociare il disco solare ed invertire la direzione per raggiungerlo nuovamente. Quando il pianeta si trova dunque ad oriente del sole sarà visibile alla sera, poco dopo il tramonto; dopo la retrocessione, invece, apparirà al mattino, poco prima dell'alba.

Bisognava dunque trovare una spiegazione per questi complicati movimenti, (dovuti in realtà al movimento di rivoluzione dei pianeti attorno al Sole, Terra compresa e all'ellitticità delle loro orbite) per quel nodo, quel "cappio" che soprattutto il pianeta Marte sembrava disegnava in cielo (fig.12).



Fig-12- Il moto apparente del pianeta Marte rispetto alle stelle

## 2. Il sistema del mondo antico e medievale.

### *La cosmologia aristotelica e l'astronomia tolemaica.*

Tutti i fenomeni astronomici, dei quali abbiamo sin qui trattato, avevano bisogno di una spiegazione e la visione del mondo degli antichi greci, ereditata in seguito dagli uomini del Medioevo, si basava soprattutto sull'osservazione diretta della volta celeste e su modelli matematici adatti a spiegare le irregolarità dei movimenti di alcuni astri, come ad esempio i pianeti.

Credo di avere dimostrato come Dante avesse una visione completa e precisa delle problematiche astronomiche del suo tempo.

A quanto pare, il grande poeta trasse queste nozioni dall'opera di Alfragano, che nella traduzione latina reca il titolo *Liber de Aggregationibus Scientiae Stellarum et Principiis Coelestium Motuum*, ma quest'opera non è altro che un riassunto dell'*Almagesto* di Tolomeo, per cui si comprende come mai il modello astronomico fondamentale per l'idea del sistema del mondo dantesco fosse tolemaico.

Due infatti sono le figure alle quali fare riferimento per comprendere la visione dell'universo medievale alle quali abbiamo già accennato: Aristotele, filosofo greco e Tolomeo, astronomo ellenistico.

Da Aristotele i medievali ereditarono la visione cosmologica, che cercherò ora, per quanto possibile, di riassumere brevemente.

La visione aristotelica dell'astronomia e quindi il suo modello di universo erano più che altro basati sulla speculazione filosofica "a priori", più che sulle osservazioni; benché egli riconoscesse l'importanza dell'astronomia "scientifica" (studio delle posizioni, distanze e moti degli astri), egli trattò questa scienza in maniera astratta, subordinandola alla sua visione filosofica del mondo.

Il sistema cosmico aristotelico, geocentrico, distingue nettamente tra i cieli, che rappresentano la regione dell'ordine immutabile e del moto circolare e lo spazio inferiore al concavo della Luna, dove tutto è disordine e mutamento ed il solo tipo di moto naturale è il rettilineo. Quest'ultima regione è occupata dai quattro elementi fondamentali (terra, acqua, aria e fuoco), tra i quali la terra, l'elemento più pesante, occupa il luogo più vicino al centro ed è seguita dall'acqua, poi dall'aria e infine dal fuoco, che si innalza più in alto di tutti. Dalla mescolanza dei quattro elementi fondamentali si originano tutti gli altri elementi esistenti.

Nella fisica aristotelica, ciascuno di questi quattro elementi occupa quindi un luogo particolare, determinato in base alla sua pesantezza relativa, o, in termini moderni, quello che viene definito "peso specifico". Ognuno di questi elementi si muove secondo la sua natura in linea retta, la terra verso il basso, il fuoco verso l'alto, verso il suo luogo specifico, dove raggiungerà lo stato di quiete; sulla Terra il moto locale, pertanto è lineare e ha sempre termine.

Attorno alla Terra vi è poi un sistema di sfere concentriche ad essa, le cosiddette "sfere omocentriche", teoria che Aristotele ereditò da un suo predecessore, Eudosso di Cnido. I cieli (le sfere) ruotano incessantemente per loro natura in un complesso moto circolare e devono quindi essere costituiti da un quinto elemento, diverso dagli altri, chiamato "etere", l'elemento divino, ingenerato, eterno, incorruttibile, invisibile e privo di peso. Esso esiste nelle sue forme più pure nelle regioni celesti, ma si decompone nelle regioni sublunari (fig.13).



Fig.13- Semplificazione della cosmologia aristotelica

Secondo Aristotele l'universo è finito e di forma sferica. Sferico perché questa è la forma più perfetta, finito perché ha un centro, cioè il centro della Terra e un corpo con un centro non può essere infinito.

Per Aristotele anche la Terra è una sfera, relativamente piccola rispetto alle stelle e sempre immobile.

Il fatto poi che i corpi celesti abbiano anch'essi forma sferica può essere determinato dalla semplice osservazione: nel caso delle stelle, Aristotele riteneva che esse "devono" avere forma sferica, dato che questa forma, che è la più perfetta, permette loro di mantenere la propria posizione. Quindi anche gli astri, secondo Aristotele, sono di forma sferica, sono fissati alle loro sfere e solamente queste ultime possiedono un movimento.

Fu Aristotele ad introdurre l'idea della materialità delle sfere celesti, al contrario del loro inventore, Eudosso, per il quale le sfere rappresentavano semplicemente un'ipotesi matematica e geometrica. Per Aristotele, invece, esse erano vere e proprie entità fisiche, veri e propri corpi materiali, invisibili e ruotanti gli uni negli altri; bastava infatti che le sfere fossero immaginate di purissimo etere cristallino (la sostanza impalpabile propria al mondo celeste) e striscianti le une sulle altre senza attrito.

Aristotele quindi, oltre a pensare le sfere esistenti fisicamente, le immaginò anche facenti parte di un immenso meccanismo mediante il quale i corpi celesti venivano mantenuti in moto dalle rispettive anime.

Si venne così a creare una gigantesca macchina cosmologica formata da ben 56 sfere, interagenti fra di loro e concentriche alla terra.

E i cieli del Paradiso descritti da Dante, non sono nient'altro che una semplificazione del meccanismo aristotelico.

Ci doveva naturalmente essere qualcosa che mettesse in movimento il tutto.

L'etere, d'altra parte, secondo Aristotele, si muoveva per sua natura in circolo e quindi, tutto ciò che si muoveva doveva essere messo in moto da qualcos'altro e per sfuggire ad un regresso all'infinito, propose un primo motore, il "Motore Immobile".

Questa fonte del moto universale era di natura divina, non era soggetta al movimento e quindi non dipendeva da altro.

Il motore immobile non agiva direttamente su tutti i corpi: il movimento si trasmetteva dal motore immobile alla prima sfera, la più esterna e da questa alle altre più interne. Ogni sfera aveva un suo motore particolare che riceveva come per un "influsso a distanza" la propria energia dal cielo e dal motore superiore e la trasmetteva all'inferiore. Così, di grado in grado verso il centro fino alla Terra e agli elementi materiali che la costituiscono.

Ma le sfere aristoteliche presentavano dei problemi: infatti le grandi variazioni di splendore che si notavano nei pianeti, (di Venere e in particolar modo di Marte), erano indice di una variazione delle distanze di questi astri dalla Terra ed imponevano la ricerca di nuove combinazioni di movimenti atte a spiegarle. La soluzione, infatti, non poteva essere trovata nelle sfere, essendo queste concentriche alla Terra: qualche nuova teoria doveva andare loro in soccorso.

Secondo Simplicio, le variazioni di luminosità dei pianeti sarebbero state già note a Polemarco Ciziceno, il quale tuttavia, le avrebbe tenute in poco conto: lo stesso Aristotele non sarebbe stato interamente soddisfatto delle sue sfere.

L'impossibilità di spiegare con la teoria delle sfere aristoteliche le variazioni di splendore dei pianeti e la successiva scoperta della variazione dei diametri apparenti del Sole e della Luna, furono le cause principali che portarono a criticare quella teoria e a proporre di nuove in aggiunta ad essa .

Era necessario allontanarsi dai moti circolari intorno ad un unico centro e tentare di cercare altri punti, fuori dalla Terra, che potessero essere centri di rotazioni celesti.

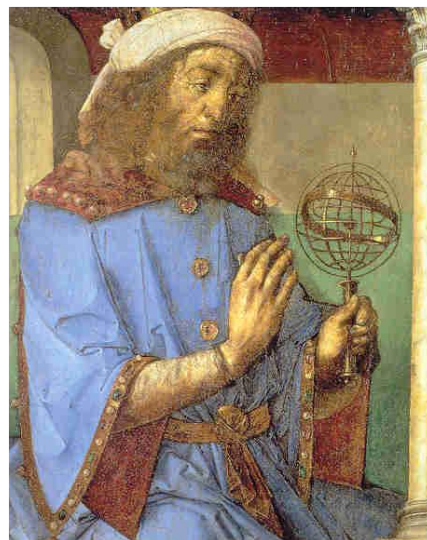
Questo fu il compito che si assunsero i successivi studiosi del cielo .

Per salvare il principio dell'uniformità del moto, le sfere celesti e accettati naturalmente anche i dogmi della immobilità e della centralità della Terra, furono create delle nuove, particolari forme geometriche per spiegare le anomalie dei moti planetari. Queste forme geometriche furono gli "epicicli " e gli "eccentri" mobili.

E a questo punto entra in gioco Claudio Tolomeo.

Infatti, per quanto riguarda l'astronomia più strettamente "matematica", cioè per quanto riguarda più strettamente le teorie per il calcolo delle posizioni degli astri sulla volta celeste, l'altro importante referente per comprendere la visione cosmologica medievale è Claudio Tolomeo.

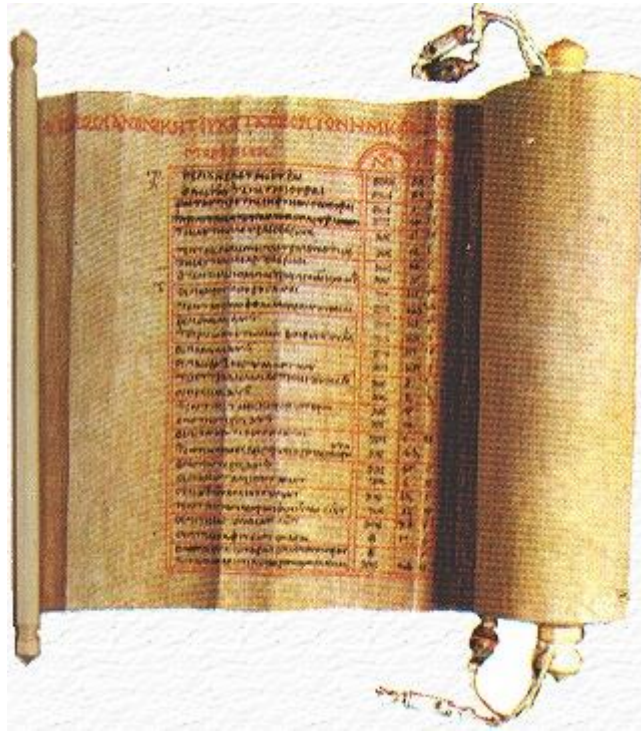
Tolomeo (fig.18), rappresenta l'ultimo grande nome dell'astronomia greca: il sistema da lui creato offre la prima costruzione completa ed elaborata grazie alla quale l'uomo riuscì a risolvere, in modo soddisfacente alle esigenze dei tempi, il problema della rappresentazione geometrica e della previsione dei moti e delle posizioni degli astri e per quanto totalmente falso nel principio fondamentale ( il geocentrismo), può essere posto fra i prodotti più belli dell'intelligenza umana.



TOLOMEO  
(II sec. d.C.)

*Almagesto*

fig.14 Tolomeo



Non sappiamo quasi nulla sulla vita di questo grande astronomo (neppure le sue date di nascita e di morte), ma possiamo situare il periodo della sua attività scientifica, che dovette svolgersi prevalentemente ad Alessandria, sulla base delle sue osservazioni, comprese fra il 127 ed il 150 d.C.

La fama del grande alessandrino è legata a quella del suo trattato: *l'Almagesto*, la vera "summa" dell'astronomia antica, risalente al 140 d.C., opera nella quale Tolomeo riprende e completa l'opera dei suoi predecessori.

In questo libro, partendo dai risultati ottenuti da Ipparco (che vi sono largamente descritti ed elogiati), Tolomeo costruisce, elaborandola anche nei più minuti dettagli, la grande macchina dell'universo geocentrico.

L'*Almagesto* si apre con un compendio delle ipotesi fondamentali dell'astronomia. Il cielo è una vasta sfera che ruota attorno ad un asse, come ci induce a pensare la rivoluzione circolare delle stelle sempre visibili ( le stelle circumpolari), tanto più che questa rivoluzione ha luogo attorno ad un centro unico per tutte le stelle. Questo punto centrale viene preso necessariamente per polo della sfera celeste, poiché le stelle più vicine ad esso percorrono cerchi più piccoli rispetto a quelle più lontane.

Anche la Terra è una sfera ed è situata al centro del cielo, non è altro che un punto in proporzione all'estensione degli spazi celesti, è assolutamente immobile ed il suo centro è anche il centro dei gravi.

Ma sono gli ultimi cinque libri dell'opera tolemaica (dove si possono trovare esposte le teorie dei cinque corpi planetari), che rappresentano la parte più originale dell'opera.

Attorno alla Terra ruotavano le sfere dei sette pianeti in quest'ordine: Luna, Mercurio, Venere, Sole (considerato anch'esso un pianeta), Marte, Giove, Saturno( ordine indicato dalla tradizione, che voleva collocati più vicini alla Terra i pianeti aventi rivoluzioni celesti più brevi ).

Al di là delle sfere planetarie, Tolomeo, come già Aristotele, poneva la sfera delle stelle fisse, ma mentre per Aristotele il firmamento rappresentava anche il primo mobile, al

quale era dovuta la rotazione diurna di tutto il sistema, per Tolomeo, firmamento e primo mobile erano separati.

La necessità di separare l'ultima sfera, che produceva il moto diurno, dalla sfera delle stelle fisse, sorgeva dalla scoperta fatta da Ipparco, nel II sec. a.C., del fenomeno della precessione degli equinozi, che veniva spiegato con una rotazione di tutta la sfera stellata da occidente ad oriente intorno ai poli dell'eclittica (fig.15)

Le posizioni dei poli e dell'equatore celesti non sono fissati in modo definitivo sulla sfera celeste. I poli celesti descrivono infatti un cerchio che si completa ogni 25.800 anni circa: è il risultato di quel fenomeno che viene definito "precessione".

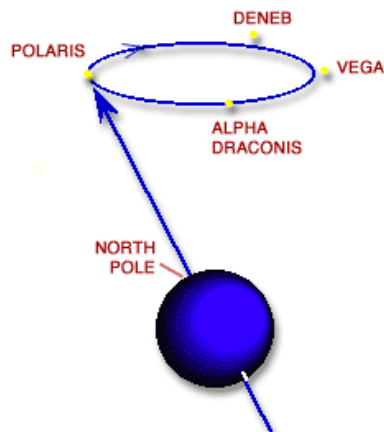


Fig.15 - La precessione dell'asse terrestre

A causa della precessione dunque, l'attuale Stella Polare, non sarà più un giorno la stella sopra il nostro polo nord celeste. Nell'anno 10.000 d.C. la nuova stella che lo indicherà sarà Deneb, la stella più luminosa della costellazione del Cigno, nel 14.000d.C. sarà invece Vega, la stella più luminosa della costellazione della Lira (fig.16).

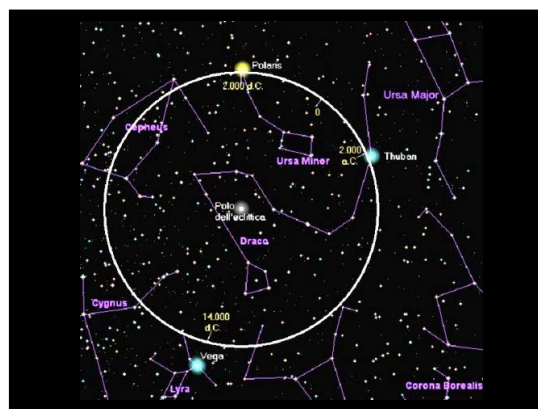


Fig.16- Spostamento del polo nord celeste fra le stelle

Essendo quindi la sfera delle stelle fisse dotata del movimento di precessione, il compito di produrre la rotazione diurna attorno ai poli del mondo doveva essere



assegnato ad un'altra sfera esterna. Ed il primo mobile era, appunto, questa nona sfera che con rapidissimo moto trascinava tutte le sfere sottostanti.

Tolomeo, inoltre, per spiegare le irregolarità planetarie, riprese la cosiddetta “teoria epiciclica”, elaborata nel III secolo a.C. da Apollonio.

Tutti i pianeti, infatti, tranne il Sole, descrivevano un cerchio (che in realtà è il cerchio massimo di una sfera), l'epiciclo, il cui centro percorreva un altro cerchio (massimo di una sfera) più grande, concentrico alla terra, il deferente (fig.17) .

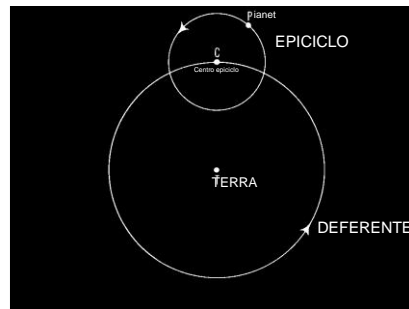


Fig.17 - Epiciclo e Deferente.

Il pianeta si muove sull'epiciclo, il centro del quale ruota sul deferente concentrico alla Terra.

Egli riferisce i loro moti al piano dell'eclittica, rispetto al quale il piano del cerchio deferente di ogni pianeta è inclinato di un piccolo angolo. Per spiegare la relazione delle posizioni dei pianeti interni (Mercurio e Venere) nei confronti del Sole, i centri dei loro epicicli erano mantenuti sempre sulla congiungente Terra – Sole; per cui i due pianeti non potevano essere osservati dalla Terra in una direzione formante con la congiungente un angolo superiore ad un certo valore dipendente dal raggio del rispettivo epiciclo (maggiore quindi per Venere , minore per Mercurio )

Per elaborare una teoria corretta sui movimenti planetari occorreva determinare numericamente gli elementi del moto attribuito a ciascun pianeta, costruire tavole che enunciassero con sufficiente anticipo i movimenti apparenti dei pianeti medesimi, verificare con l'osservazione l'esattezza delle previsioni : e proprio tutto questo fece Tolomeo nell'Almagesto. Dei pianeti furono spiegate così le stazioni, le retrogradazioni, i loro moti in longitudine, in latitudine e furono studiati attentamente i loro epicicli (fig18)

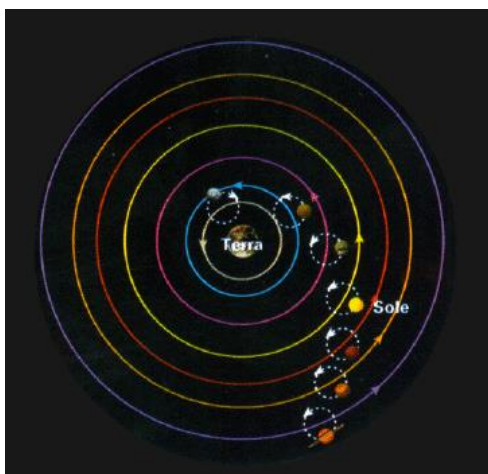


Fig.18 -L'universo tolemaico.

Dante fa riferimento proprio agli epicicli, nell'VIII canto del *Paradiso*, quando si trova nel cielo di Venere

Solea creder lo mondo in suo periclo  
 che la bella Ciprigna il folle amore  
 raggiasse, volta nel terzo epiciclo; (Par.VIII, 1-3)

L'opera di Tolomeo è un capolavoro di complessi calcoli geometrici ed il suo successo si fondava in gran parte su di un'intensa attività anteriore di osservazioni dei moti planetari. Egli esegue una trattazione separata per ogni pianeta, ma gli schemi matematici da lui adottati per spiegare le irregolarità di ciascuno presentavano una struttura generale simile. Ma per quanto riguarda la verifica con l'osservazione dell'esattezza delle previsioni, Tolomeo si propose solo di spiegare le apparenze, non il moto reale nello spazio dei corpi celesti; il suo modello era un espediente geometrico destinato a consentire predizioni corrette delle posizioni dei pianeti in cielo e le varie teorie esposte non sembrano integrarsi per formare un sistema complessivo.

Per la scienza antica, il sistema di Tolomeo, benché fondato su presupposti errati (sistema geocentrico e posizione di osservazione fissa da una Terra in quiete), rappresentò la più completa e perfetta delle teorie sui fenomeni naturali: nessun altro ramo del sapere riuscì infatti a vantare un trattato meglio elaborato dell'*Almagesto* e nessuna altra scienza venne esposta con regole più precise. Non ci si deve quindi meravigliare se l'astronomia di Tolomeo ed il suo testo abbiano avuto tanta diffusione e se per molti secoli abbiano tenuto, praticamente incontrastato, il dominio degli studi astronomici: per tutto il Medioevo, infatti, e per buona parte dell'età moderna, l'*Almagesto* fu considerato il testo classico, fondamentale ed indiscutibile dal quale si apprendeva l'ordinamento del sistema del mondo, addormentando così per quattordici secoli la scienza astronomica, sino a quando non fu risvegliata dall'opera di Copernico.

### 3. La *Commedia* e la struttura del cosmo.

E' molto interessante a questo punto, analizzare in quale modo la scienza astronomica e la visione cosmologica si possono porre al servizio della poesia quando necessario, senza per questo perdere la loro esattezza. Lo si può chiaramente mettere in evidenza proprio nella *Commedia*.

Il poema dantesco risulta essere un'opera ben strutturata nel tempo e nello spazio, ma, è doveroso sottolinearlo, anche con notevoli margini di incertezza, voluti solamente per esigenze di poesia. Per mettere in evidenza questo fatto, basti citare, ad esempio, la data di inizio del viaggio.

Precisate infatti le posizioni planetarie quali le descrive Dante nella *Commedia*, non è possibile evitare di fare un'osservazione molto seria: per nessuna delle varie date della primavera del 1300, che dai numerosi commentatori vengono considerate come date dell'inizio del viaggio, le posizioni dei pianeti sulla volta celeste si accordano con quelle descritte dal poeta, posizioni che poteva aver osservato direttamente o, più probabilmente, ricavate da tavole astronomiche. Esiste invece una data, il 25 marzo 1301, per la quale le posizioni degli astri, quali risultano dai più rigorosi calcoli astronomici, si accordano perfettamente con quelle dantesche.

È una questione veramente molto complessa, per cui non credo sia il caso di procedere oltre. E' sufficiente in questa sede solo mettere in evidenza che esiste questo disaccordo: i dati astronomici sono infatti quelli della primavera del 1301, mentre i riferimenti storici sono per il 1300.

I passi a carattere astronomico nella *Commedia* sono circa un centinaio e sono presenti principalmente nel *Purgatorio* e nel *Paradiso*.

Numerose sono le indicazioni di posizioni o di aspetti di astri o costellazioni, di movimenti delle varie sfere dell'antico sistema geocentrico, di posizioni geografiche espresse astronomicamente. Ma bisogna operare una netta distinzione fra le tre Cantiche del poema: nell'*Inferno*, infatti, l'intervento dell'astronomia è limitato quasi esclusivamente ad indicare i tempi, mediante le posizioni o i movimenti delle stelle o della Luna rispetto all'orizzonte di Gerusalemme. In questo regno, collocato all'interno della Terra, il cielo non si vede, e vi è la mancanza di riferimenti diretti al Sole per indicare i tempi, anche quando sono indicate ore in pieno giorno: questo fatto è un evidente simbologia di mancanza della grazia divina, grazia che non può essere presente in un luogo di dannazione eterna.

Contrariamente, per le indicazioni astronomiche nel *Purgatorio* si fa riferimento soprattutto al Sole che accompagna l'ascesa di Dante e Virgilio, i quali, avanzando tutt'intorno al monte, procedono proprio nel senso del suo corso diurno.

In questo regno lo scorrere del tempo risulta infatti molto chiaro: si ha in esso il recupero del paesaggio terrestre dopo l'attraversamento delle tenebre infernali e le albe, i tramonti, i giorni e le notti sono visti e vissuti naturalmente dato che si è all'aperto, su di una montagna, sulla superficie terrestre.

Nel *Paradiso*, con l'ascesa di cielo in cielo sotto la guida di Beatrice, Dante può ripercorrere tutta la struttura del mondo aristotelico tolemaico, per culminare infine nell'Empireo, il cielo cristiano, la meta finale del suo viaggio, dove potrà godere della visione di Dio. Ed è proprio in questa ultima Cantica che la scienza astronomica trova la sua più completa affermazione.

Agli antipodi di Gerusalemme si ergeva dunque l'isola montagnosa del Purgatorio “...un solo orizzonte, ma diversi emisferi...”, un'ampia collina di forma conica, composta appunto dalle terre fuoriuscite dal cuore della Terra all'epoca della ribellione degli angeli.

In cima alla montagna del Purgatorio, creazione dell'immaginario cristiano, Dante colloca il Paradiso Terrestre del racconto biblico, il luogo terrestre più vicino al cielo, dove avverrà l'incontro con Beatrice .

Il *Paradiso* è strutturato secondo la rappresentazione cosmologica nata nell'epoca ellenista con gli scritti di Tolomeo e risistemata dai teologi cristiani secondo le esigenze della nuova religione.

Dante, nel suo viaggio nel regno celeste attraversa dunque i nove cieli sferici (di derivazione aristotelica), concentrici alla Terra, i cieli di quel cosmo che si può definire come astronomico-teologico, al di sopra dei quali vi è l'Empireo, in cui ha sede la Rosa dei Beati, posti a diretto contatto con la visione di Dio.

Seguendo poi le dottrine tomistiche, ai nove cieli corrispondono nell'Empireo, i nove cori angelici che, con il loro movimento circolare intorno all'immagine di Dio, mossi dal desiderio che ogni loro punto ha di avvicinarsi a lui, provocano il relativo movimento rotatorio del cielo a cui ciascuno di essi è preposto.

In tutto vi sono sette cieli planetari, dalla Luna a Saturno compresi (prima di essi , vi sono le due sfere dell'aria e del fuoco, anch'esse, naturalmente, concentriche alla Terra). I cieli planetari si distinguono poi in infrasolari, solare e soprasolari: nei primi si pensava esistesse ancora una certa “influenza” della Terra, per la sua ombra che si credeva arrivasse fino al Cielo di Venere.

Ogni cielo è quindi governato dalle Intelligenze angeliche motrici, che si dividono in tre gerarchie: la prima, cominciando dal cielo della Luna, comprende gli Angeli, gli Arcangeli, i Troni; la seconda le Dominazioni, le Virtù, i Principati e la terza le Potestà, i Cherubini e i Serafini.

Il nono cielo è il primo Mobile, il moto velocissimo del quale ( le ventiquattr'ore circa) si comunica a tutti gli altri cieli sottostanti: in questo nono cielo ha dunque origine il tempo, che si esprime attraverso la sua rotazione diurna.

Le stelle sono poste nell'ottavo cielo, nella sfera delle “stelle fisse”che, come già sottolineato all'inizio, oggi sappiamo non esistere oggettivamente, ma che si continua ad usare semplicemente come proiezione su di una superficie sferica delle stelle disperse nello spazio.

L'esistenza del nono cielo, il Primo Mobile, era postulata dai medievali per lasciare all'ottavo il solo, lentissimo moto di precessione : si pensava che il Primo Mobile avesse e comunicasse a tutto l'Universo il moto diurno; ogni altro cielo aveva poi un suo moto proprio. Il Motore Immobile infatti, non agiva direttamente su tutti i corpi: il movimento si trasmetteva da esso alla prima sfera, la più esterna e da questa alle altre più interne. Ogni sfera, come si è visto, aveva poi un suo motore particolare che riceveva come un “influsso a distanza” la propria energia dal cielo e dal motore superiore e la trasmetteva all'inferiore: così, di grado in grado verso il centro fino alla Terra e agli elementi materiali che la costituiscono.

Il primo mobile serviva a determinare Equatore e Poli, tutti considerati invariabili; il cielo delle stelle fisse aveva come moto proprio una rotazione estremamente lenta (per dar ragione del fenomeno della precessione degli equinozi). In epoca medievale il periodo di rotazione di questo cielo si valutava in 36.000 anni (cioè un grado ogni

secolo), mentre in realtà sappiamo oggi essere di 25.800 anni. Polo di questo moto era ovviamente il polo dell'eclittica.

Il Primo Mobile aveva dunque il compito di spiegare la rotazione diurna da oriente verso occidente, il cielo stellato quello di spiegare il moto di precessione da occidente verso oriente supposto di 36.000 anni ( fig.19).

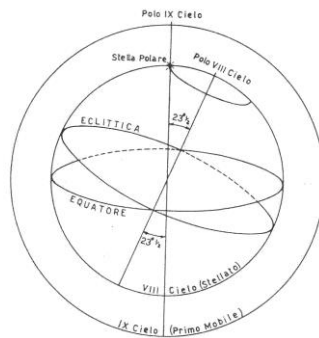


Fig.19 – Cielo delle Stelle fisse e Primo Mobile.

Per gli altri cieli i periodi di rotazione venivano dati dai periodi dei deferenti e da quelli degli epicicli dedotti dalle osservazioni celesti.

Mercurio e Venere, come già sottolineato, risultano avere sempre il centro dell'epiciclo allineato con il Sole, poiché questi pianeti, essendo i più vicini al Sole, sulla volta celeste non si allontanano mai molto dal disco solare.

E' necessario l'uso dell'epiciclo per i pianeti perché il loro moto relativo alla Terra è uguale alla differenza di due moti intorno al Sole: quello loro e quello della Terra.

Il Sole non ha epiciclo, la Luna sì, perché è necessario render conto della sua orbita che è abbastanza ellittica.

Il cielo che Dante attribuisce ad ogni astro abbraccia dunque deferente ed epiciclo: quest'ultimo viene ancora chiamato cielo, ma non viene considerato nella numerazione dei cieli principali (fig.20).

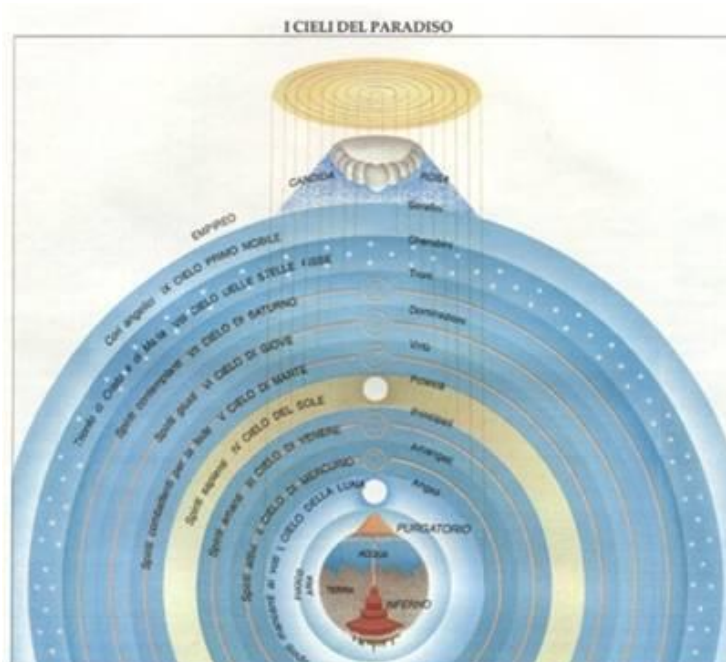


Fig. 20 La struttura del cosmo dantesco

E anche il periodo sidereo (il periodo che il pianeta impiega a tornare nello stesso punto in cielo rispetto alle stelle) dei pianeti il nostro poeta dimostra di conoscere, come si può notare nel XVI del *Paradiso*, dove Cacciaguida, per indicare a Dante la sua data di nascita, il 1091, utilizza un riferimento alle posizioni del pianeta Marte sulla volta celeste: dal giorno dell'annunciazione di Maria a quando nacque, Marte si trovò nella costellazione del Leone 580 volte. Come si arriva a trovare il 1091? Con una semplice operazione matematica:  $580 \times 687 : 365$ , dove 580 rappresenta il numero di volte che Marte ebbe come sfondo in cielo la costellazione del Leone dal giorno dell'Annunciazione, 687 è il periodo sidereo di Marte e 365 il numero dei giorni dell'anno.

.....«Da quel dì che fu detto 'Ave'  
 al parto in che mia madre, ch'è or santa,  
 s'alleviò di me ond'era grave,  
 al suo Leon cinquecento cinquanta  
 e trenta fiata venne questo foco  
 a rinfiammarsi sotto la sua pianta.

Li antichi miei e io nacqui nel loco  
 dove si truova pria l'ultimo sesto  
 da quei che corre il vostro annual gioco. ( Par.XVI, 34-42)

Il grande poeta, nel suo viaggio può dunque comprendere la struttura dell'Universo e alla fine di questo viaggio potrà anche ammirarne l'intera struttura dall'alto: immagine indimenticabile e grandiosa, resa immortale dai versi della sua opera

Col viso ritornai per tutte quante  
le sette spere, e vidi questo globo  
tal, ch'io sorrisi del suo vil sembiante; (Par.XXII, 133-135)

L'aiuola che ci fa tanto feroci,  
volgendom'io con li eterni Gemelli,  
tutta m'apparve da' colli a le foci; (Par.XXII, 151-153)

Certamente quello che Dante ci lascia descritto è un Universo chiuso, molto piccolo, finito, limitato, a misura d'uomo, ma la scienza e le concezioni cosmologiche di quella lontana epoca, non potevano senz'altro offrirne uno più vasto.

E sappiamo tutti come terminano le tre Cantiche della *Commedia*: con la parola “stelle”. E certamente le stelle devono essere considerate come la meta finale del viaggio di Dante e dell'intera umanità, come il raggiungimento della conoscenza delle più profonde conoscenze filosofiche, teologiche, morali, il raggiungimento cioè della visione di Dio.

Ma, forse forzando un po' la mano, si può pensare a “stelle” anche come un omaggio alla scienza astronomica, perché un'altra considerazione viene messa in evidenza dall'analisi dei suoi scritti : il grande poeta aveva una profonda ammirazione per l'ordine che regola l'Universo e per la Sapienza Divina che lo governa.

Gli astri sono infatti per Dante le “...cose belle...” create da Dio, attraverso i quali Egli riesce ad esprimere la sua infinita potenza.

E quindi uscimmo a riveder le stelle. (Inf.XXXIV, 139)

..puro e disposto a salire alle stelle. (Purg. XXX, 145)

l'amor che move il sole e l'altre stelle. (Par.XXX, 145)

#### *4. Concezioni geografiche nella Commedia.*

E' interessante dire anche due parole sulle concezioni geografiche che possedevano gli uomini nel Medioevo, perché Dante, soprattutto nella seconda Cantica, utilizza spesso nozioni astronomiche per dare delle indicazioni geografiche.

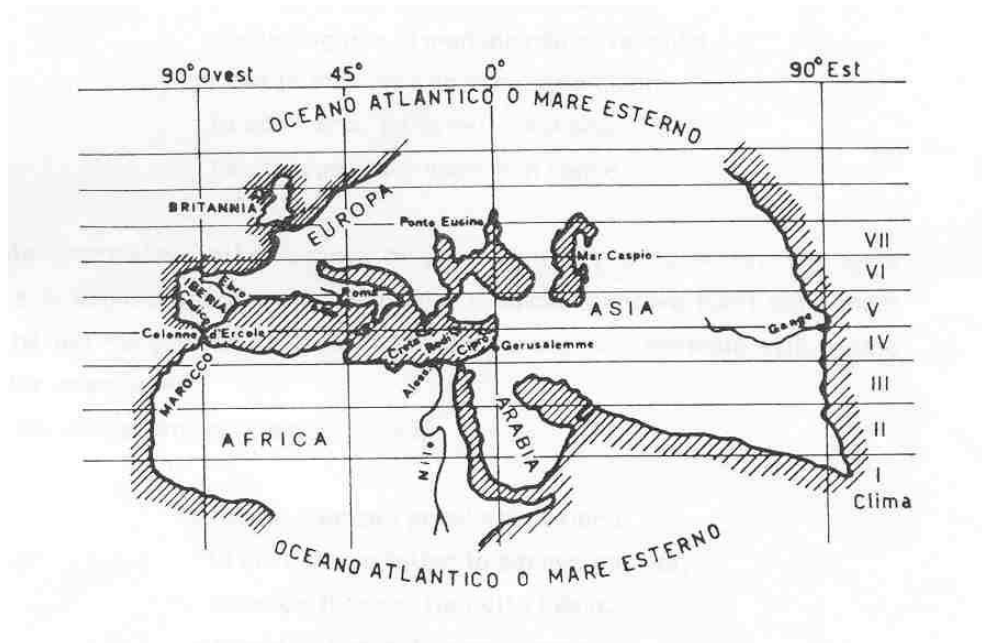
Si è già visto che i medievali consideravano abitato solamente l'emisfero boreale, dove, secondo le conoscenze del tempo, si trovavano tutte le terre emerse, mentre l'emisfero australe veniva considerato formato solo da acqua. L'unica terra emersa in questo emisfero, secondo la concezione dantesca, era la gigantesca montagna del Purgatorio.

La terra emersa, quella che Dante definisce la “gran secca” aveva per centro Gerusalemme: si estendeva infatti in longitudine 90° a Est e 90° a Ovest e in latitudine fino al Circolo Polare Artico e poco a sud dell'Equatore.

Le latitudini erano ben note agli antichi medievali, che le suddividevano in “Climi”( in tutto risultavano 7 “climi”).

Le misure di longitudine invece erano errate per eccesso: se si assume infatti come 0 di longitudine il meridiano che passa per Gerusalemme, i meridiani 90°W, 45° e 90°E della figura andrebbero infatti corretti rispettivamente in 42°W, 24°W, 55°E. Tutto ciò portava dunque a pensare ad un'estensione delle terre emerse molto più grande di quanto in realtà non fosse.

Sulla figura compaiono tre dei quattro meridiani fondamentali più volte citati da Dante nella *Commedia*: 0° Gerusalemme, 90°E l'estremo est, il Gange, 90°W, l'estremo ovest, Cadice, o Ibero (Ebro), o Morocco (Marocco). Il quarto sarebbe a 180° la montagna del Purgatorio.



Estratto di una “Mappa Mundi” medievale. Le terre emerse, la “gran secca” secondo la concezione medievale.



## BIBLIOGRAFIA

- Dante Alighieri, *La Divina Commedia* a cura di D. Mattalia con le illustrazioni di Gustave Dorè, BUR, 1960
- Dante Alighieri, *La Divina Commedia* a cura di U. Bosco e G. Reggio, Le Monnier, 1984
- G. Buti e R. Bertagni, *Commento astronomico alla Divina Commedia*, Ed. Sandron, Firenze, 1966
- I. Capasso, *L'Astronomia nella Divina Commedia*, Domus Galileiana, Pisa, 1967
- I. Capasso, *Dante Astronomo* in "Sapere", luglio 1949
- I. Capasso, *Cosmologia. Dalle origini ad Einstein*, ed. Hoepli, Mi., 1983
- P. Caligaris, *Astronomia dantesca*, in "Coelum", 1954, N. 11/12
- P. Caligaris, *Nota di astronomia dantesca*, in "Lettere italiane", 1952, N.3
- G. Ceri, *La datazione del viaggio* in "L'Alighieri", rassegna bibliografica dantesca n°15 gennaio-giugno 2000, Angelo Longo Editore
- R. Barletti, *Una pausa per risolvere un enigma dantesco*, in "L'Astronomia" n°42, marzo 1985
- J.L.E. Dreyer, *Storia dell'Astronomia da Talete a Keplero*, Mi, Feltrinelli
- G.C. Garfagnin, *Cosmologie medievali*, To, Loescher Ed. ("Storia della scienza" collana diretta da Paolo Rossi)
- T.S. Kuhn, *la Rivoluzione Copernicana*, Einaudi, To, 1972
- *Storia dell'Astronomia di Cambridge*, a cura di M. Hoskin, Bur, Mi, 2001
- L. Russo, *La rivoluzione dimenticata*, Feltrinelli, seconda ed., Mi, 2001
- [www.mogi-vice.com](http://www.mogi-vice.com)

\* in *Leggere e rileggere la Commedia*, a cura di Barbara Peroni, Milano, Unicopli, 2009, pp. 141 – 174.