



Dai cieli del mito
alle sfere di cristallo

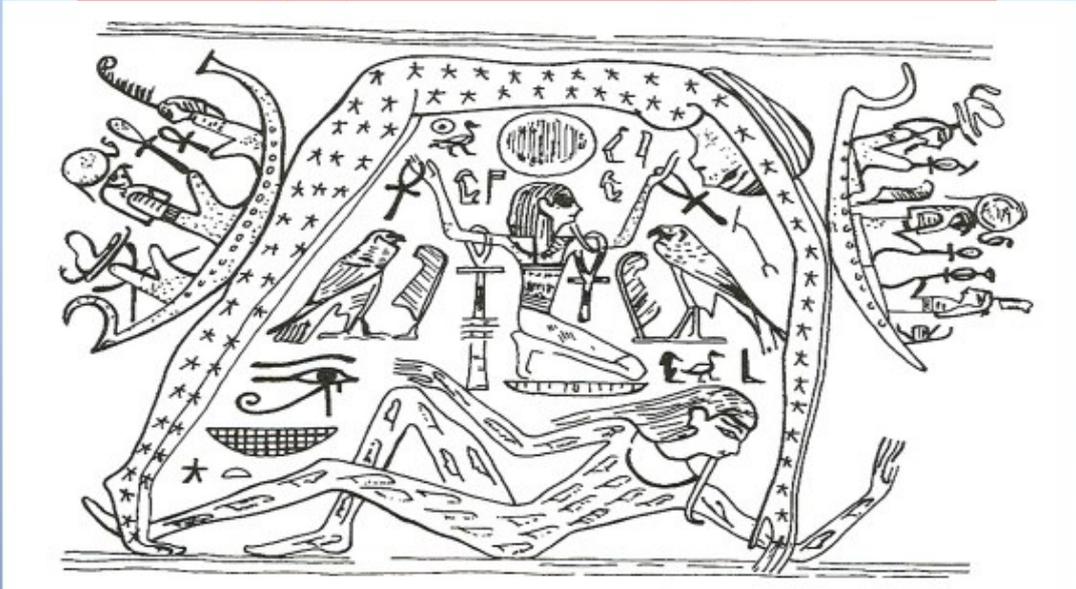
a cura di Luigi Torlai

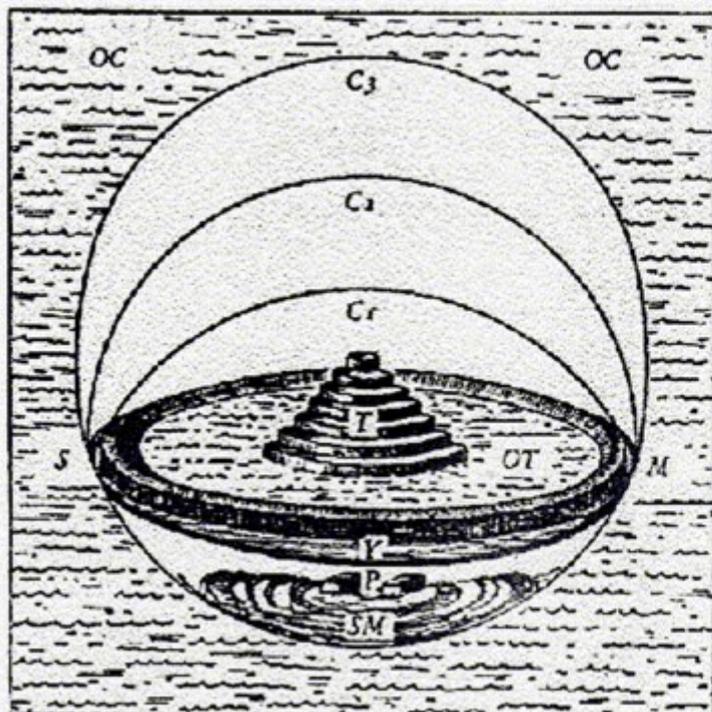
Premessa

Quella che segue vuole essere una modesta ricognizione, quasi un rapido ripasso, sui vari modelli cosmologici, proposti dagli antichi filosofi/astronomi, per spiegare come è fatto il mondo di sopra...

Pur non esistendo veri testi egiziani di astronomia, sono tuttavia stati rinvenuti notevoli quantità di documenti indiretti: iscrizioni templari, sarcofagi, pitture sepolcrali, ecc., che risalgono all'Antico e Medio Regno (III°- II°millennio a.C). Tra i documenti di carattere religioso-mitologico, che forniscono una qualche descrizione del cielo, troviamo il *Libro di Nut* nella tomba di Ramses IV. In questo tempio si trova la scena riportata nella figura seguente: la dea del cielo *Nut*, riprodotta insieme al dio *Shu* (suo padre, ritenuto la personificazione del vuoto, dell'aria e della luce solare), che con il fratello/sposo *Geb*, personificazione divina della terra, ne sostengono il corpo. Questa scena probabilmente raffigura il momento cosmogonico della creazione, cioè quando l'universo nasce nell'istante in cui la luce (*Shu*) dell'oscurità primordiale separa il cielo dalla terra. Il Sole attraversa il corpo della dea (*Nut*) su una barca e con questa deve superare vari pericoli nel corso della notte, fino al momento della rinascita.

Cosmologia Egizia – LA DEA DEL CIELO (NUT) VIENE SORRETTA DAL DIO DELL'ARIA (SHU) POGGIATO SULLA TERRA (GEB)





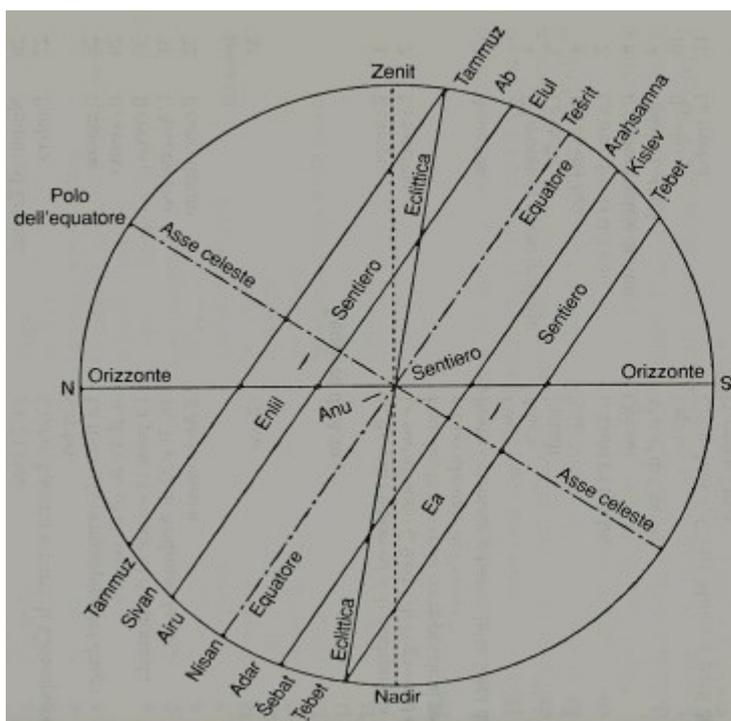
Cosmologia Sumero-Caldea

T = Terra, il mondo abitato
 OT = Oceano Terrestre
 C1, C2, C3 = tre Cieli sovrapposti
 OC = Oceano Celeste
 Y = Abisso
 S = Sera (Ovest); M = Mattino (Est)
 SM = Sette mura del regno dei Morti

Come si vede a fianco, la Terra è piatta, perché così appare all'occhio umano; essa poggia sul Regno dei Morti ed è sovrastata dal firmamento. Il cielo appare azzurro perché sopra di esso esiste un oceano immenso. Fu questo, abbattendosi sulla terra, a produrre il leggendario diluvio universale.

La figura in alto descrive uno schema della rappresentazione mitologica del mondo Sumero/Caldeo, ricostruito in base ai vari testi di tavolette di argilla. Questa rappresentazione è molto importante, perché se ne ritrovano analogie, a grandi linee, sia nella coeva civiltà egizia, sia in quelle successive della Grecia presocratica e in alcuni passi della Bibbia.

Nella figura in basso viene descritta parte della composizione del *manuale di astronomia MUL.APIN* (la stella dell'Aratro), che probabilmente costituiva, a partire dagli inizi del II° millennio a.C., il compendio delle conoscenze astronomiche dell'epoca. Il contenuto del *manuale* è suddiviso in varie parti dove sono descritti, tra gli altri argomenti di carattere astronomico, liste di stelle e costellazioni con i relativi "sentieri" di pertinenza delle principali divinità (Anu, Enlil ed Ea). Sembra che il totale, tra stelle e pianeti, fosse costituito da 71 corpi celesti!



LE COSTELLAZIONI DEL TESTO ASTRONOMICO MUL-APIN (II° MILLENNIO a.C.) SONO ORDINATE IN BASE AI TRE SEGMENTI, CHIAMATI SENTIERI, IN CUI ERA DIVISO IL CIELO DEI BABILONESI.

IL SENTIERO DI ENLIL VA DAI $+17^\circ$ IN SU, QUELLO DI ANU DA $+17^\circ$ A -17° E QUELLO DI EA DA -17° IN GIU'.

ENLIL, ANU ED EA ERANO LE TRE PRINCIPALI DIVINITA' DELL'EPOCA (G. Pettinato).



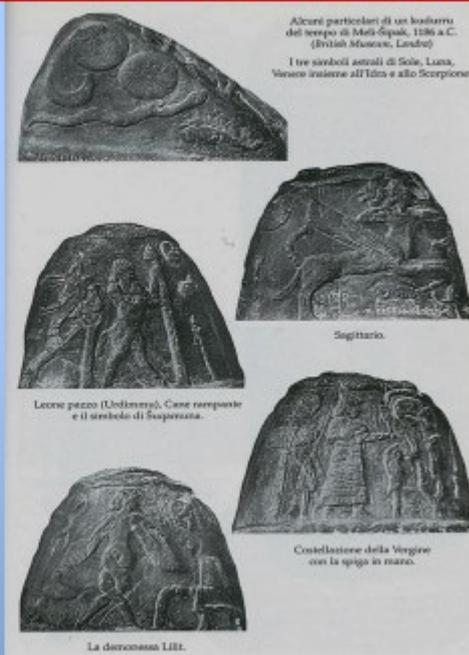
← tavoletta caldea del mondo conosciuto (VI° sec. a.C.)



La figura in alto a destra, elaborata sulla base del ritrovamento della tavoletta cuneiforme di sinistra, mostra la concezione babilonese del mondo conosciuto dell'epoca (VI° sec. a.C). La terra è circondata dall'oceano, sul quale si stagliano i vertici, a forma triangolare, delle varie regioni conosciute. Queste sono evidenziate da incisioni e figure, che ne sintetizzano le caratteristiche climatiche in base alla loro collocazione geografica. I vertici delle regioni sono immersi nel cosmo sconosciuto... Sotto a sinistra si nota un "kudurru" (pietra utilizzata per delineare i confini delle proprietà terriere) che, tra le varie incisioni, mostra (all'interno dell'ellisse) le effigi del Sole, Luna e Venere. A destra altri particolari di "kudurru" mostrano sia i simboli astrali presenti nel precedente cippo, sia molte delle costellazioni che tutt'oggi hanno mantenuto la denominazione loro assegnata dai Caldei.



LA NASCITA DELLE MODERNE COSTELLAZIONI

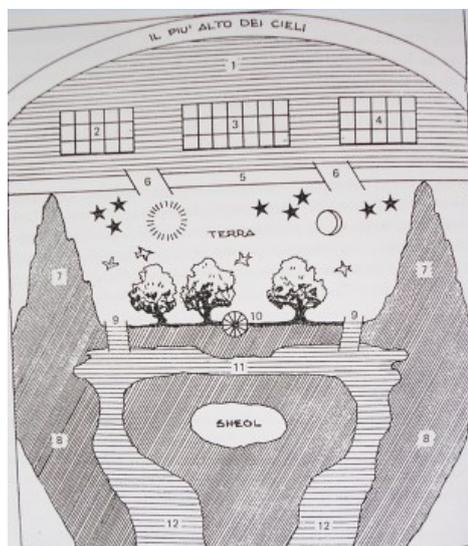


Nella Bibbia

La cosmologia biblica è fortemente influenzata da quella della Mesopotamia, poiché gli Ebrei furono deportati a Babilonia per cinquant'anni. Per accorgersene basta confrontare la **cosmologia Sumero-Caldea** con questo versetto della Genesi:

« Dio disse: Sia il firmamento in mezzo alle acque per separare le acque dalle acque. Dio fece il firmamento e separò le acque, che sono sotto il firmamento, dalle acque, che sono sopra il firmamento. E così avvenne. Dio chiamò il firmamento cielo. E fu sera e fu mattina: secondo giorno. » (Genesi 1, 8)

Si tratta evidentemente di una cosmologia che prevede una Terra piatta. Ciò dimostra che questa pagina non ha il senso di una "rivelazione divina" sulla struttura cosmologica dell'universo, bensì è l'ingenua risposta fornita da uomini antichi a domande eterne: "Com'è fatto il mondo? Chi lo ha creato? Perché la Terra appare piatta ed il Cielo concavo?" E via discorrendo. Alla pagina seguente, il disegno che illustra la cosmologia della Bibbia.



Concezione biblica del cosmo

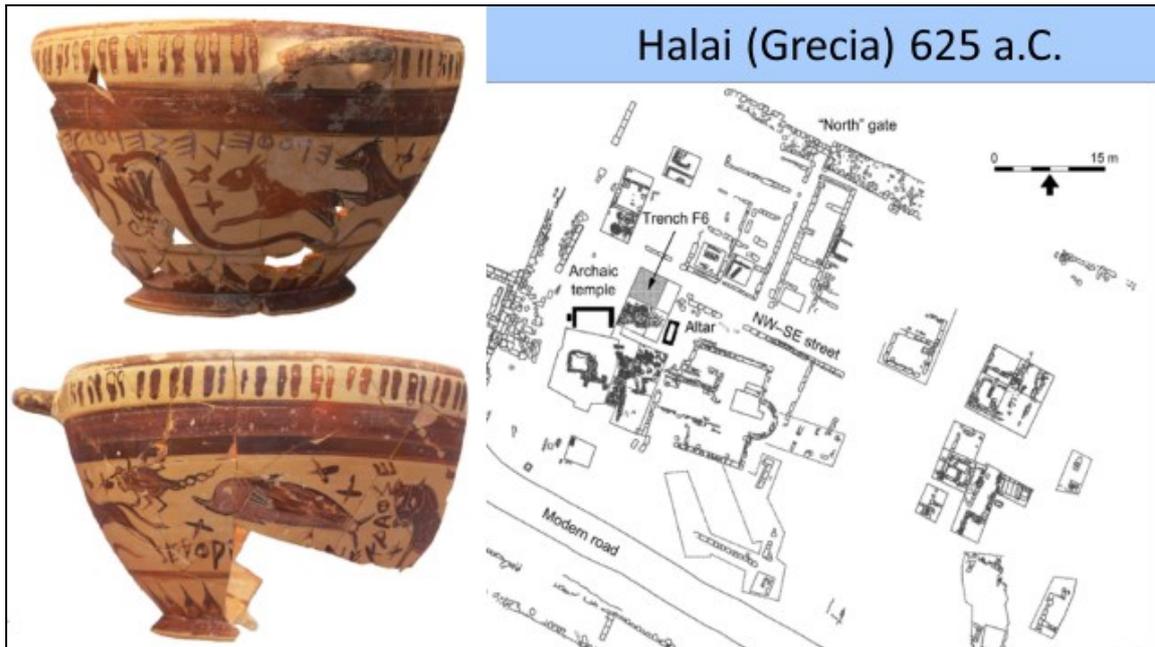
- 1 acque sopra il firmamento
- 2 depositi delle nevi
- 3 depositi della grandine
- 4 stanze dei venti
- 5 firmamento
- 6 chiuse
- 7 pilastri del cielo
- 8 pilastri della terra
- 9 fontana degli abissi
- 10 ombelico della terra
- 11 acque al disotto della terra
- 12 fiumi degli inferi

Perù: le nebulose oscure, rappresentate da animali, danno forma alle costellazioni.

Australia: l'Emu, animale sacro per gli aborigeni, rappresenta l'immagine della Via Lattea.

Il cielo sopra Cusco nel 1400 con indicate le costellazioni inca a nebulosa oscura
1. Pernice; 2. Volpe; 3. Piccolo del Lama; 4. Lama; 5. Pernice; 6. Rospo; 7. Serpente.





Halai (Grecia) 625 a.C.

Tratto da:

HESPERIA 83 (2014)
Pages 257-276

ASTERAS EIPEIN: AN ARCHAIC VIEW OF THE CONSTELLATIONS FROM HALAI

di John T. Barnes

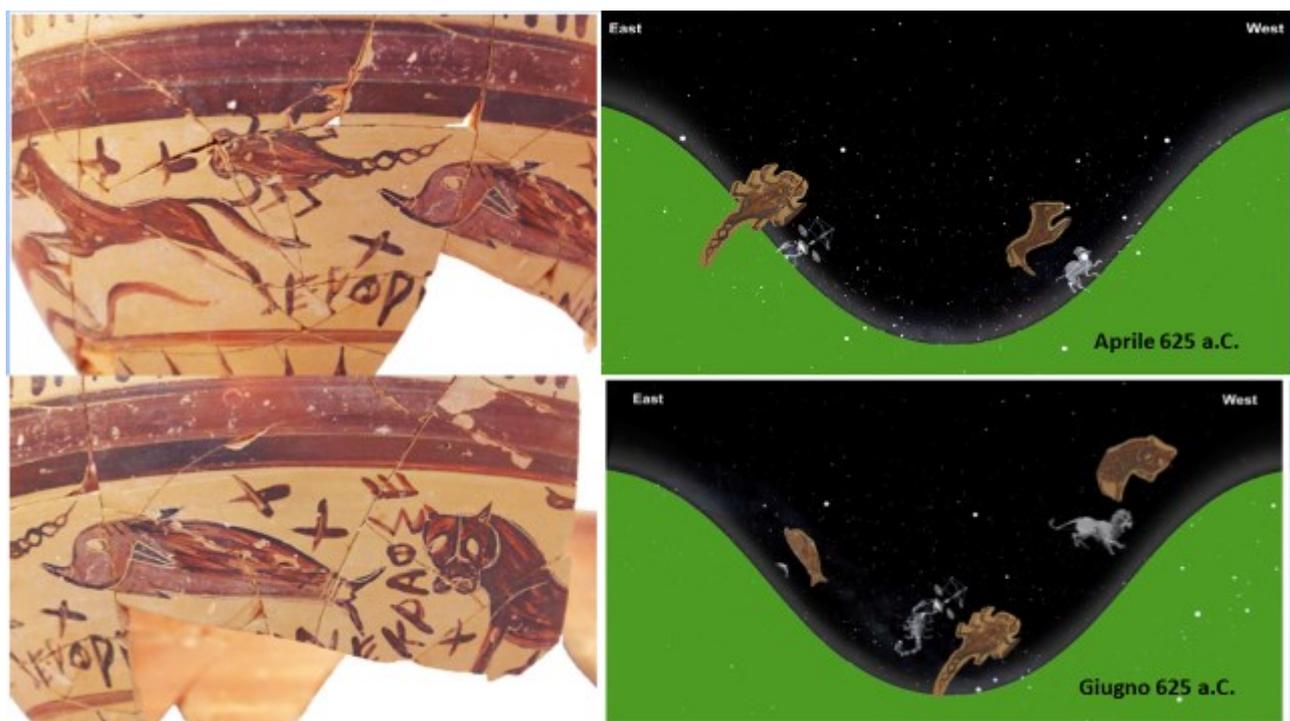


Durante una campagna di scavi condotta nei pressi della antica città di Halai, nella Locride, è stato rinvenuto uno skyphos (anfora con manico) con una particolare composizione pittorica. La fondazione di questa città sembra risalire al VII° sec. a.C. e, in base alla sua felice collocazione geografica, fu presto al centro di intensi scambi commerciali con i maggiori centri urbani dell'epoca (Tebe e Corinto in particolare). Fu in un sito della sua acropoli che venne rinvenuto il prezioso frammento di vaso riportato nella figura sopra. Successive indagini permisero di ipotizzare un nesso analogico naturale tra le figure di animali in esso rappresentate e quelle descritte, anche da Omero ed Esiodo nei loro celebri poemi, come rappresentazioni di alcune costellazioni del cielo. Quella che segue è una sintetica descrizione che mostra, in buona analogia di rappresentazione, il percorso in cielo di alcune costellazioni, durante il corso dell'anno, con la successione dei motivi pittorici raffigurati nel prezioso reperto. Il cielo è raffigurato con la proiezione di Mercatore. John T. Barnes, autore della presente ricerca, segnala che la posizione delle costellazioni è stata verificata con il software *Red Shift*.

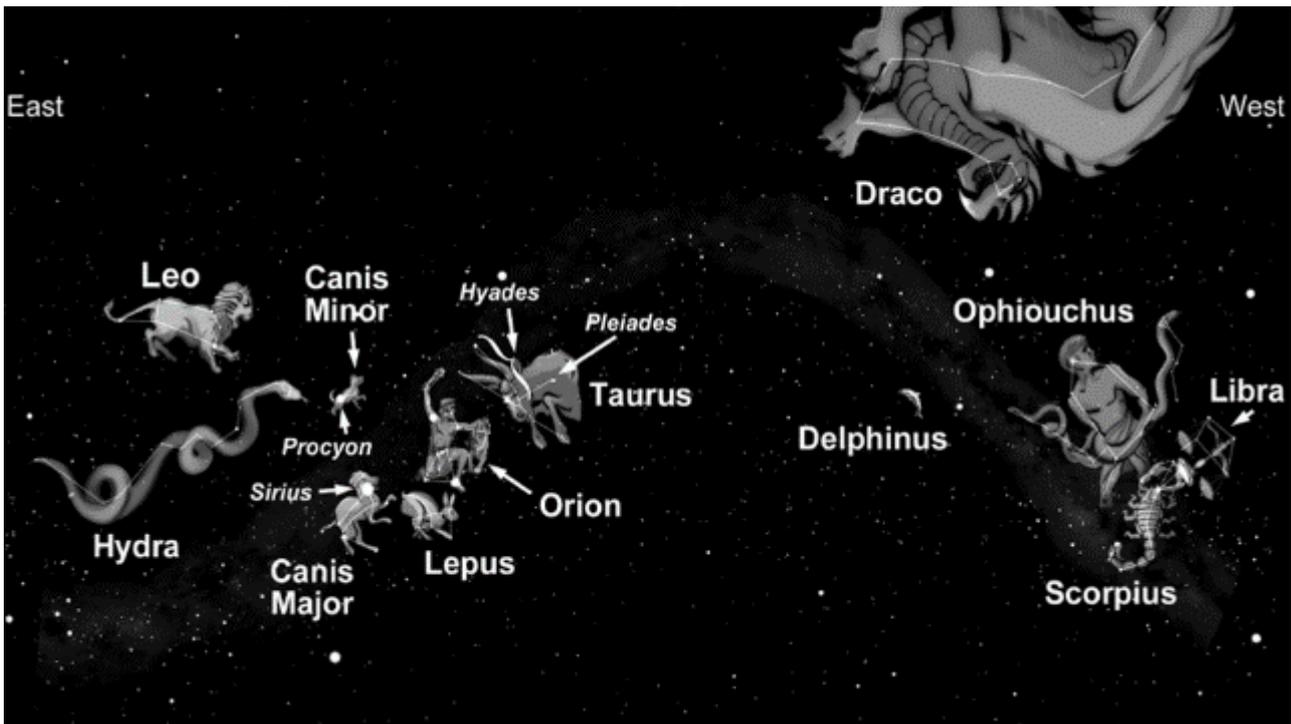


Sopra. Il cielo di Halai nel novembre e gennaio del 625 a.C. con le costellazioni celesti del Toro (al sorgere e al passaggio verso il Meridiano), Lepre, Cane e Serpente con, a sinistra, il corrispondente motivo dipinto sul vaso.

Sotto. Il cielo in aprile e giugno dello stesso anno con, rispettivamente, Cane, Scorpione (raffigurato, anticamente, insieme con la Bilancia in un'unica costellazione), Leone/Pantera e Delfino. A sinistra il corrispettivo dipinto sul vaso.

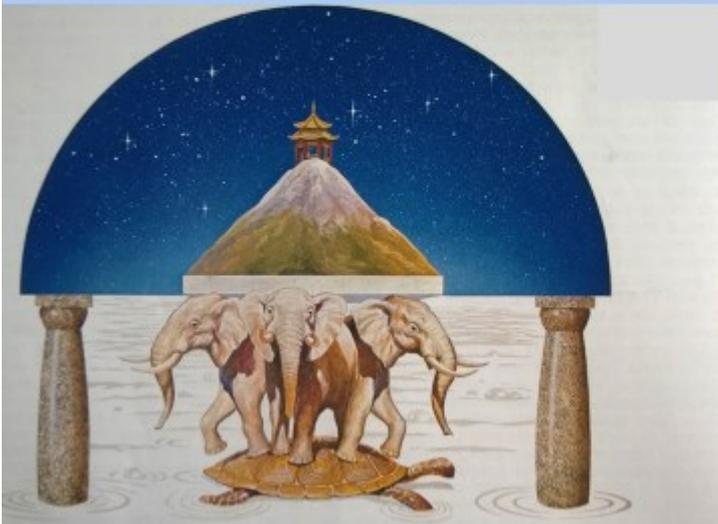


Raffigurazione complessiva del cielo, con le principali costellazioni riportate nella ricerca.



Datemi un punto di appoggio e ...

Concezione del cosmo secondo miti orientali



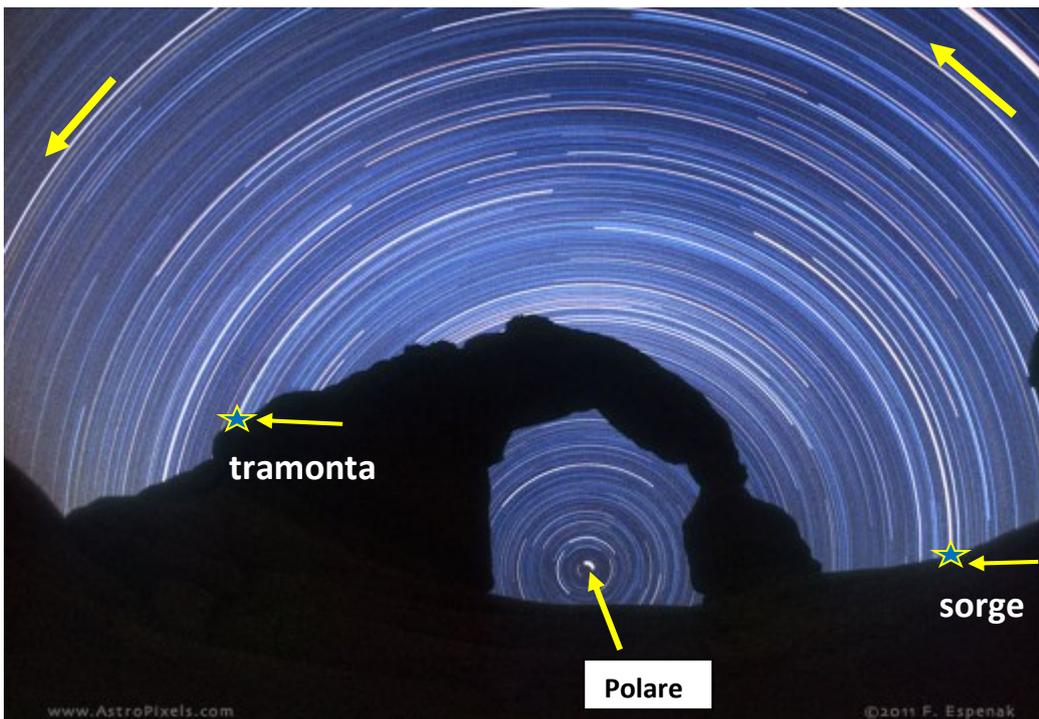
Fin dalla più remota antichità, l'uomo si è sempre chiesto come poteva sostenersi in cielo il globo terrestre. Il tema, di grande e insondabile mistero, pare fosse affrontato e (probabilmente) compreso dai filosofi presocratici. Secondo il noto fisico A. Rovelli, del quale riporto ampi stralci del suo libro *"Che cos'è la scienza"*, si deve ad Anassimandro l'intuizione che ha portato alla comprensione dell'annoso dilemma.

La cartina sotto riportata mostra l'area geografica, che in virtù delle particolari condizioni socio-economiche delle sue principali città-stato, consentì, alle brillanti menti che vi abitavano, di sviluppare notevoli successi in molti campi del sapere.



La Ionia del VI°-V° sec. a.C.: una fucina di cervelli

Mileto: Talete, **Anassimandro**, Anassimene, Leucippo
Samo: Pitagora
Efeso: Eraclito
Colofone: Senofane
Clazomene: Anassagora

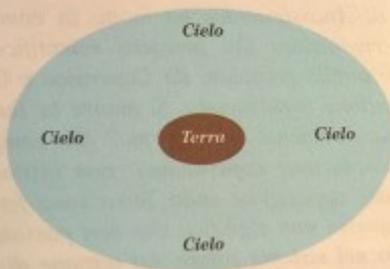


Dove vanno le
stelle quando
tramontano?

L'originale foto (sopra) presenta il moto apparente della volta celeste, intorno alla stella Polare, per un osservatore rivolto verso la parte nord del cielo. Le stelle nell'arco della notte compiono un arco di circonferenza in senso antiorario, che un obiettivo fotografico poggiato su un cavalletto ci mostra come scie. In prossimità dell'orizzonte locale le stelle scompaiono alla vista (tramonta), per poi riapparire sull'altro lato del cielo (sorge). Il ragionamento fatto da Anassimandro è questo: se una stessa stella tramonta sotto l'orizzonte e riappare dall'altra parte del medesimo, vuol dire che nel suo percorso in cielo non incontra ostacoli, pertanto non ci sono blocchi/sostegni che ne impediscono il moto. Quindi la Terra non ha bisogno di essere appoggiata su qualche supporto, ma è semplicemente sospesa nel cielo (vedi sotto).

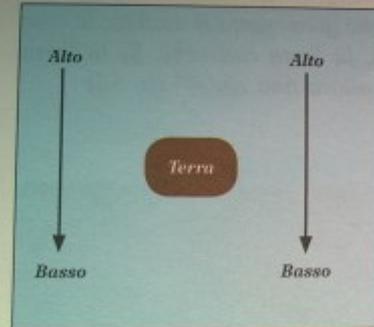


La Terra appoggiata.....

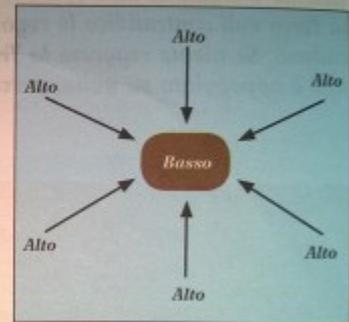


o la Terra che vola?

E' necessario avere un sostegno per la Terra?
(da «*Che cos'è la scienza*» di A. Rovelli)

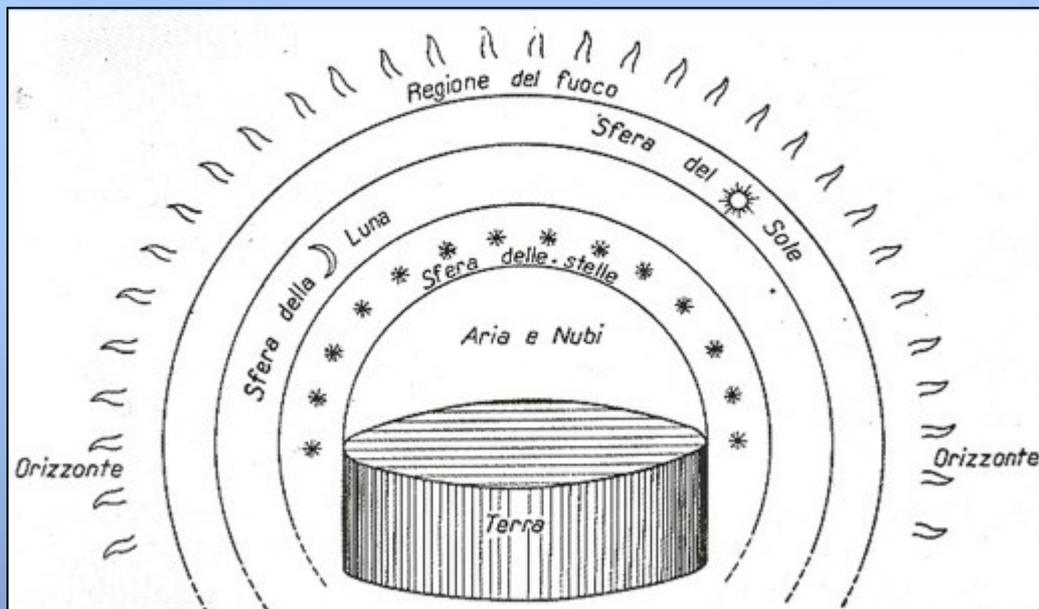


Prima di Anassimandro:
l'intuizione dice che le cose
cadono dall'alto verso basso.



Dopo Anassimandro:
le cose cadono verso la Terra.

L'UNIVERSO DI ANASSIMANDRO (VI°sec. a.C)



Anassimandro risulterebbe pertanto uno tra i primi giganti del pensiero greco, che ha cercato di “investigare la natura” con uno sguardo “razionale” e a tutto campo. Si rivelò valente biologo e grande geografo, oltre che esperto astronomo e cosmologo (sopra la sua “concezione” dell’universo). Compì la prima grande rivoluzione scientifica mettendo in discussione alcune asserzioni del suo maestro Talete, aggiornando la sua approssimativa concezione sulla caduta dei corpi e dando una nuova visione dello spazio intorno al mondo, eliminando i vecchi concetti di “alto” e “basso” assoluti. In seguito Pitagora sviluppò i concetti del suo predecessore, giungendo a concretizzare razionalmente, tramite “l’osservazione dei fenomeni”, l’idea della sfericità della Terra (vedi sotto). Il suo contributo allo studio della natura, anche tramite lo sviluppo della matematica e della geometria, ne farà il “padre” di una millenaria scuola di “discepoli” di altissimo livello: Copernico, Keplero e Galileo.

Pitagora

Pitagora da Samo, che visse e lavorò a Crotona nel VI sec. a.C., oltre al notissimo teorema rappresentato nel francobollo greco qui sotto ed alla teoria della metempsicosi, fu il primo a parlare di **sfericità della Terra**. Egli apportò tre famose prove di questa sfericità:

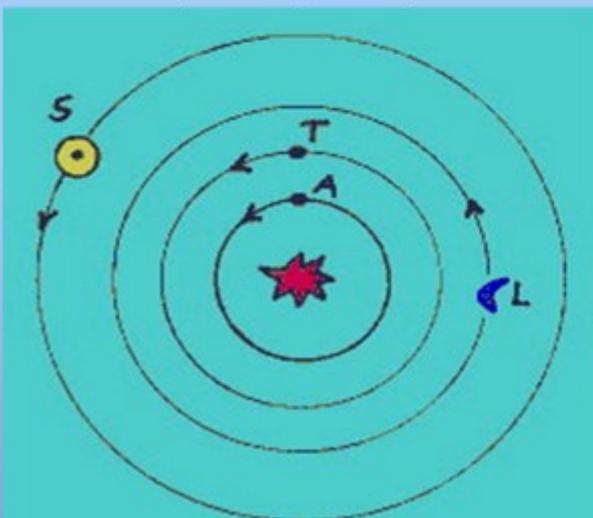
- 1) l'orizzonte marino, se osservato dalla spiaggia, appare curvo;
- 2) quando una nave si allontana dalla riva, dietro l'orizzonte scompare prima lo scafo e poi le vele, come se sparisse dietro la sfericità della Terra;
- 3) durante un'eclisse di luna, l'ombra della Terra appare circolare.



FILOLAO V° sec. a.C.

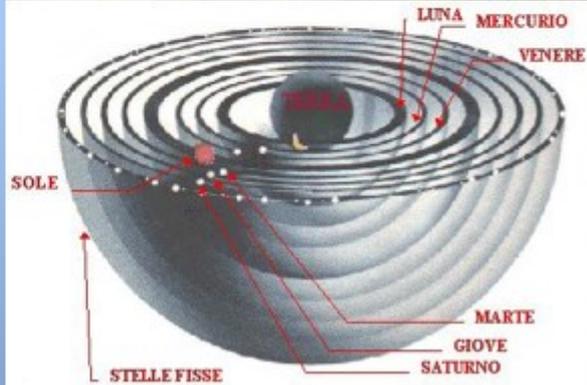
IL PRIMO MODELLO COSMOLOGICO CON LA TERRA IN MOTO, SIA RISPETTO AL SUO ASSE CHE AD UN FUOCO CENTRALE INVISIBILE COPERTO DALL'ANTITERRA.

A = ANTITERRA, T = TERRA, S = SOLE, L = LUNA



EUDOSSO IV° sec. a.C.

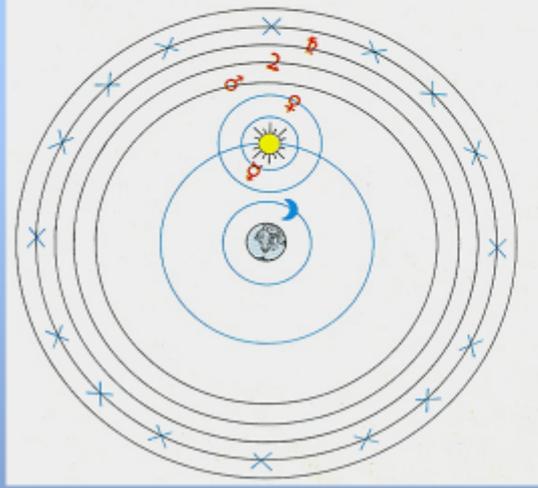
Pianeti	numero delle sfere secondo Eudosso	numero delle sfere secondo Callippo	numero delle sfere secondo Aristotele
SATURNO	4	(+ 0) 4	(+ 3) 7
GIOVE	4	(+ 0) 4	(+ 3) 7
MARTE	4	(+ 1) 5	(+ 4) 9
VENERE	4	(+ 1) 5	(+ 4) 9
MERCURIO	4	(+ 1) 5	(+ 4) 9
SOLE	3	(+ 2) 5	(+ 4) 9
LUNA	3	(+ 2) 5	(+ 0) 5
Totale	26	(+ 7) 33	(+ 22) 55



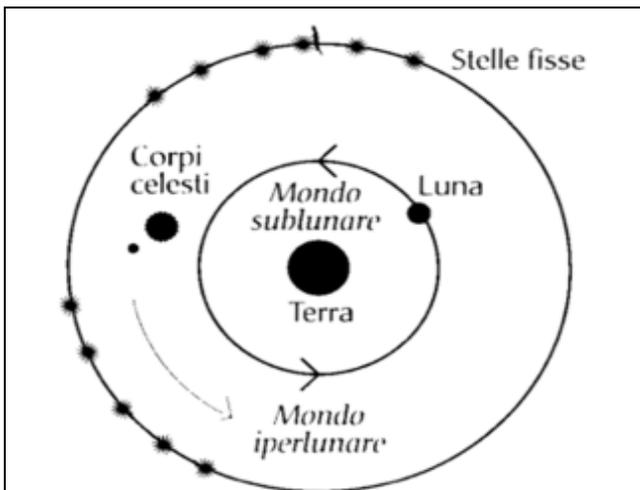
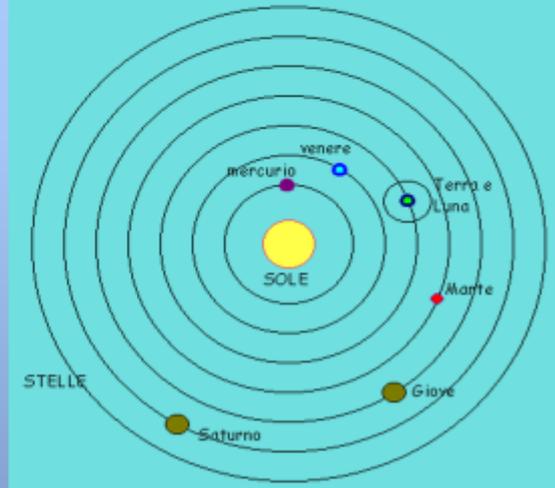
Il primo discepolo di Pitagora a sviluppare una originale concezione cosmologica fu Filolao (sopra a sinistra). Fu sua la prima ipotesi di esistenza di un "fuoco centrale" intorno al quale ruotava la Terra. In seguito un allievo di Platone, Eudosso, sviluppò (ad una precisa richiesta del suo maestro) il primo "sistema" del mondo basato su "solidi" gusci sferici (a mo' di cipolla), che al loro interno incastonavano i vari pianeti. La struttura di questo modello divenne sempre più sofisticata e complessa con Callippo (suo allievo) ed Aristotele (in alto a destra). L'idea di un universo "quasi eliocentrico", partorita da Filolao, dette l'impulso a Eraclide Pontico per concepire il suo "modello". E' un sistema che si potrebbe considerare a metà strada tra la concezione geocentrica e quella eliocentrica vera e propria. Nel "modello" di Eraclide Mercurio e Venere ruotano intorno al Sole (in basso a sinistra). La concezione propriamente eliocentrica (è quella odierna) deve invece la sua paternità ad Aristarco. Purtroppo non ebbe molta fortuna all'epoca: occorreranno altri 1.700 anni per la sua definitiva riscoperta (Copernico).

VERSO L'UNIVERSO ELIOCENTRICO

CON **ERACLIDE PONTICO** (IV° sec a.C.) SI RITORNA AD UN PARZIALE SISTEMA ELIOCENTRICO, ALMENO PER I PIANETI INTERNI MERCURIO E VENERE. IL LORO MOTO UN PO' CAOTICO, DA ORIENTE AD OCCIDENTE RISPETTO AL SOLE, MA OCCORRERANNO OLTRE 1.800 ANNI PER LA SUA FACEVA SUPPORRE CHE GLI RUOTASSERO ATTORNO.



ARISTARCO (III° sec. A.C.), ULTIMO DEI PITAGORICI, ESTESE IL SISTEMA DI ERACLIDE ANCHE AI PIANETI ESTERNI. IL SUO MODELLO DI SISTEMA SOLARE SI RIVELERÀ QUELLO CORRETTO, MA OCCORRERANNO OLTRE 1.800 ANNI PER LA SUA DEFINITIVA CONFERMA.

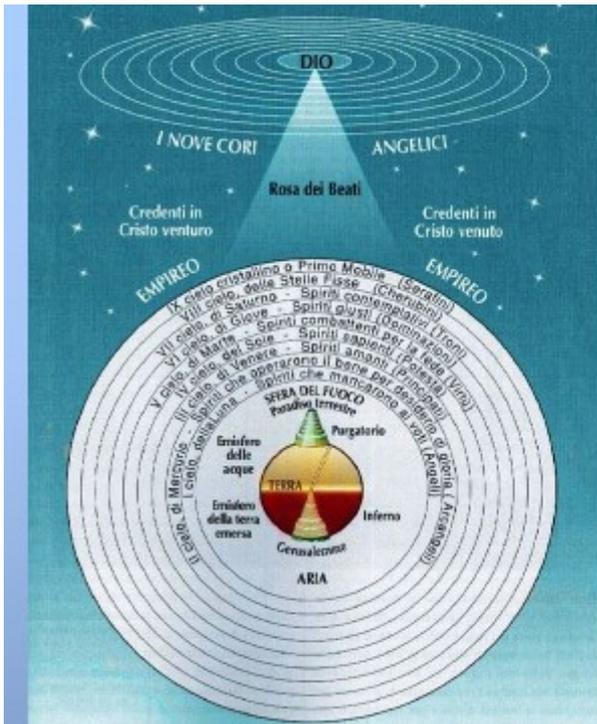


La tradizione cristiana avrebbe poi aggiunto un nono cielo (il Primo mobile) e l'Empireo, il cielo in cui risiede Dio



Per Aristotele le sfere in cui si trovavano incastonati i pianeti erano di cristallo, perché in natura il cristallo era considerato l'elemento con proprietà molto prossime alla "quinta essenza". E' puro, duro e trasparente (quest'ultima era una caratteristica fondamentale in quanto permetteva la visione totale dei corpi celesti).

Possiamo sicuramente affermare che una delle menti più brillanti della storia del pensiero dell'uomo, Aristotele, congelò per oltre due millenni qualsiasi sviluppo sia nel campo scientifico che filosofico. Il suo "modello" cosmologico (in alto, a sinistra e a destra), incentrato sulle "sfere di cristallo" attraversò, senza apprezzabili variazioni, tutto il periodo storico greco-romano fino al Rinascimento. Perfino Dante, che per la sua epoca oltre che sommo poeta fu anche un grande erudito, attinse alla concezione cosmologica aristotelica, elaborata ed arricchita da Tolomeo, per concepire il suo modello di universo descritto nella *Divina Commedia*. Recenti studi sul poema dantesco, approfonditi anche sotto l'aspetto scientifico (vedere in bibliografia Roman Patapievici), hanno permesso di ipotizzare una sorta di analogia concettuale, tra la moderna concezione cosmologica derivata dal **Big-Bang** e quella nella descrizione dell'**Empireo** (vedi sotto). Il cosmo dantesco sarebbe concepito come un'**Ipersfera** che, se potesse dispiegarsi nello spazio a quattro dimensioni, il punto divino diverrebbe una sfera che racchiuderebbe tutte le altre!



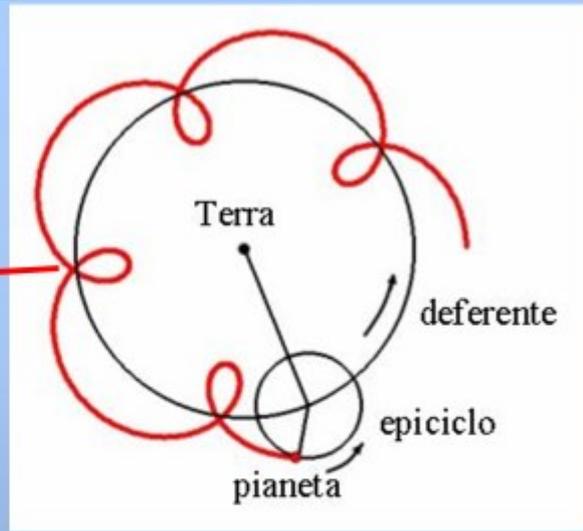
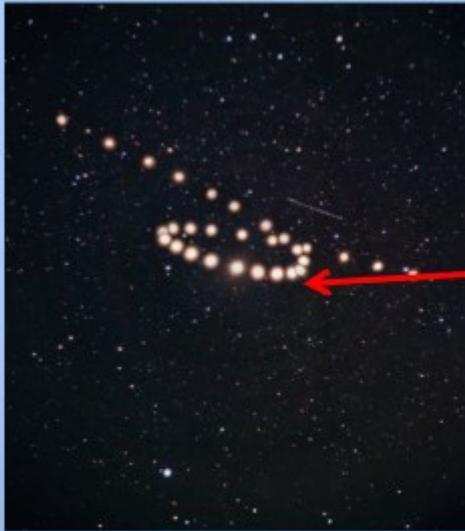
Ecco come il poeta **Dante Alighieri** immagina il mondo nella *Divina Commedia*: il modello è sostanzialmente quello aristotelico, con l'aggiunta del Primo mobile e dell' Empireo



Ipparco (II°sec. a.C.) e il problema dei moti retrogradi

- I pianeti seguono a volte dei moti retrogradi.
 - **Retrogrado** è il movimento di un corpo celeste quando si muove nel verso opposto a quello normalmente atteso.
 - Il sistema aristotelico non era in grado di spiegare i moti retrogradi, né di prevedere con esattezza quale posizione avrebbe occupato un astro.

Ipparco si può probabilmente considerare il più grande astronomo dell'antichità. Anch'egli tuttavia non abbracciò il corretto *modello* eliocentrico del cielo ipotizzato da Aristarco, preferendo dare più credito a quello geocentrico, ma errato, di Aristotele. Uno dei principali limiti di questo *modello* era rappresentato dalla estrema difficoltà nello spiegare i *moti retrogradi*, ai quali periodicamente sono soggetti i pianeti (vedi sopra). L'artificio/stratagemma che permise di risolvere il problema in modo brillante e duraturo (ahimè, fino a Copernico!), fu l'aver introdotto, anche sulla base dei precedenti studi sulle figure dei solidi geometrici da parte di Apollonio, una geniale variante ai consueti moti circolari dei pianeti. In definitiva i "corpi erranti" (è questo il significato del termine "pianeta") vennero fatti ruotare su piccole circonferenze (gli *epicicli*), i cui centri ruotavano a loro volta su circonferenze più grandi, chiamate *deferenti* (vedi sotto).

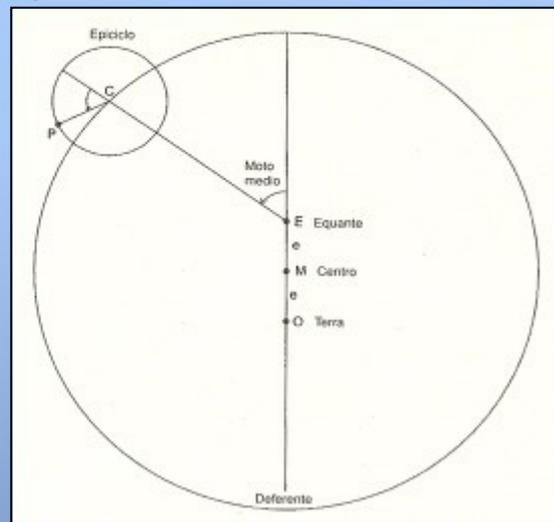
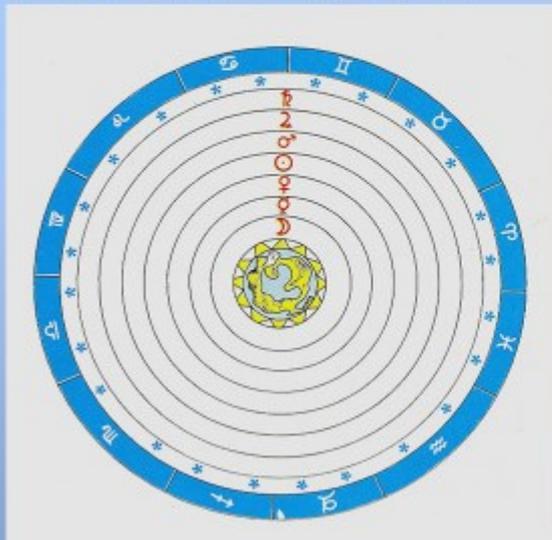


Ipparco, che sarà poi ripreso da Tolomeo, per spiegare i moti retrogradi suppose che i pianeti percorressero delle circonferenze di raggio relativamente piccolo (**gli epicicli**), i cui centri a loro volta si muovevano su circonferenze di raggio molto maggiore (**i deferenti**).

TOLOMEO (II° sec. d.C.) - EPILOGO DELL'ASTRONOMIA GRECA

MODELLO GEOCENTRICO CLASSICO DELLA COSMOLOGIA TOLEMAICA. RIMARRA' IN AUGE FINO AL RITORNO DELL'IPOTESI ELIOCENTRICA CON COPERNICO.

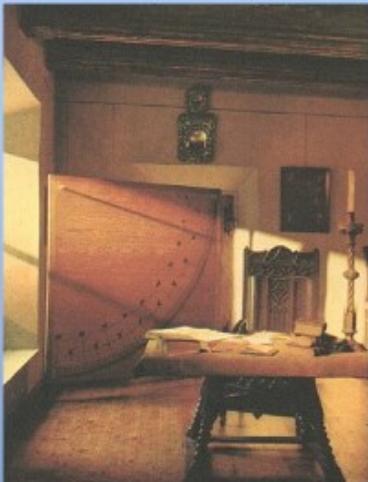
IL PIANETA PECORRE UN EPICICLO, CON PERIODO ANNUALE, IL CUI CENTRO E' PORTATO DAL DEFERENTE. LA TERRA NON OCCUPA IL CENTRO DEL DEFERENTE E IL MOTO E' UNIFORME SOLO RISPETTO ALL'EQUANTE.



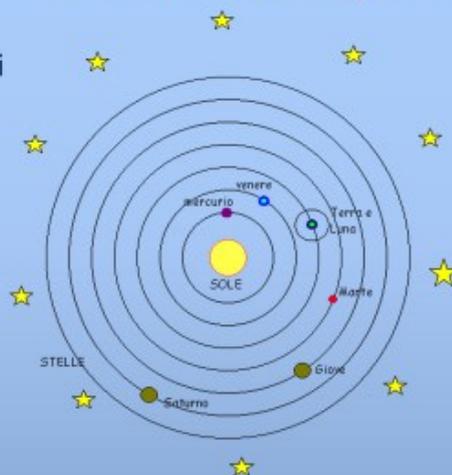
Il *modello* geocentrico proposto da Aristotele e perfezionato da Ipparco, dovette subire un successivo aggiornamento, da parte di Tolomeo, al fine di giustificare altre incongruenze che si presentavano alle sempre più accurate osservazioni dei moti planetari. In particolare non risultavano ben spiegati, a causa della errata concezione delle orbite planetarie (circolari e non ellittiche), i punti vicini (*perigeo*) e lontani (*apogeo*) dei pianeti stessi rispetto alla Terra. La soluzione proposta (sopra a destra) consisteva nel far ruotare l'epiciclo, di moto uniforme, non intorno al centro M del deferente, ma su un punto E spostato rispetto a M verso l'apogeo del deferente, di un fattore pari alla distanza della Terra, ma in direzione opposta (l'*Equante*). Questo artificio, pur essendo criticato in epoche successive (si pensava che alterasse, in qualche modo, l'armonia delle orbite circolari), risultò in ogni caso più confacente e pratico per spiegare le osservazioni dei moti planetari. Del resto anche Copernico, pur elaborando correttamente il *modello eliocentrico* del sistema solare, non risolse il problema delle orbite planetarie, confermandone i moti circolari anziché ellittici (sotto a destra).

Secondo Copernico, la Terra compie due "rivoluzioni" o moti:

- intorno a se stessa in un giorno;
- intorno al Sole, come gli altri pianeti



il sistema copernicano



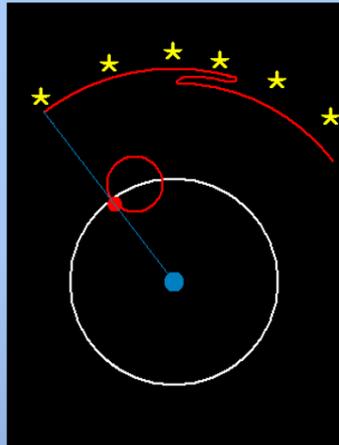
La prefazione di "Osiander"

Il de *De revolutionibus* conteneva una prefazione (cioè un'introduzione) firmata da un certo Osiander (un soprannome sotto il quale non si sa chi si nascondesse), che sosteneva che il sistema descritto da Copernico era semplicemente **uno strumento matematico per fare dei calcoli astronomici e che non voleva rappresentare la realtà**. Con questa prefazione e con la dedica al Papa, Copernico si mise al riparo dall'Inquisizione. Egli infatti non subì alcun processo per eresia. Il libro fu poi messo all'indice nel 1616.

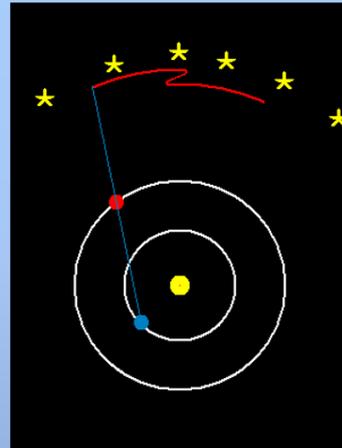
La struttura del sistema solare elaborata da Copernico e documentata nel suo celeberrimo libro *De revolutionibus orbium coelestium* (vedi sopra), fu un parto assai travagliato. Sottopose l'opera a continui aggiornamenti e revisioni finché, nel 1539, grazie anche alle pressioni del suo allievo Joachim Rheticus, cominciò a prepararne il manoscritto finale. Il primo resoconto del testo (*Narratio Prima*) apparve quindi nel 1540 ad opera del Rheticus e la prima copia del libro il 24 maggio 1543, giorno della sua morte. Copernico, da un punto di vista delle attività connesse alle osservazioni del cielo, pur non essendo un astronomo paragonabile ad Ipparco, giunse alla corretta elaborazione del sistema solare. L'errata idea delle orbite planetarie, ellittiche anziché circolari, verrà poi risolta, a favore delle prime, solo da Keplero. In ogni caso il modello copernicano semplificò notevolmente i moti dei pianeti. Questi, nelle loro orbite, non necessitavano più di artefatti concettuali come gli *epicicli* e i *deferenti* per spiegare l'annosa questione, mai completamente risolta da Tolomeo, dei loro periodici *moti retrogradi* (vedi sotto).

Confrontiamo i due modelli

Modello Geocentrico



Modello Eliocentrico



Il modello eliocentrico spiega in modo semplice il moto retrogrado, **senza fare ricorso ad epicicli e deferenti**: l'inversione del moto dei pianeti è solo apparente ed è un prodotto della diversa velocità dei pianeti.

Tycho Brahe



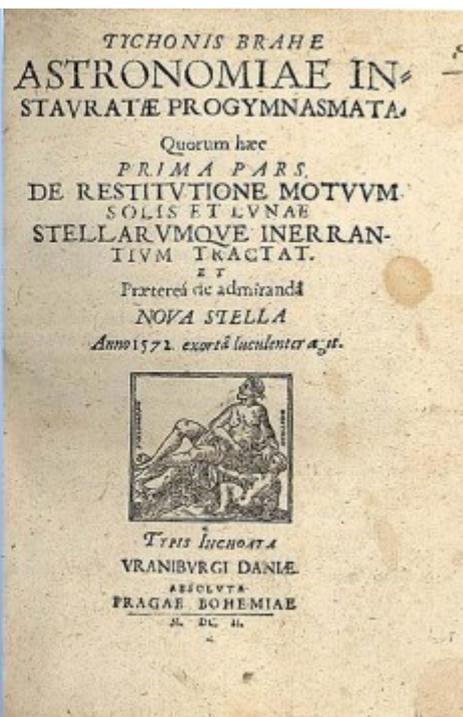
L'avvistamento di una nuova stella in Cassiopea nel 1572, la cui intensità luminosa variava, metteva in dubbio la passata teoria di un universo eterno ed immutabile formato da stelle fisse.

Molti osservatori tentarono di giustificare il fenomeno ipotizzando che fosse interno all'atmosfera terrestre.

Tycho Brahe, a differenza di tutti i suoi illustri predecessori astronomi nacque, come suol dirsi, con la camicia. Faceva parte di una famiglia danese nobile, i cui membri erano al servizio del Consiglio del Regno. Questo gli consentì di disporre di molti aiuti economici per finanziare le proprie ricerche. Insieme ad Ipparco può senz'altro essere considerato tra i massimi astronomi di tutti i tempi, prima dell'invenzione del telescopio. Pose mano alla revisione sia delle celebri *Tavole Alfonsine*, sia a quelle, più recenti, compilate da Copernico (*Tavole Pruteniche*), rilevando grossi errori nelle date delle congiunzioni planetarie tra Giove e Saturno. La accurata stesura di queste effemeridi, accompagnata da una precisa attività osservativa del cielo, gli consentirono di arrivare a stupefacenti risultati in occasione dell'eccezionale avvistamento di una stella mai osservata prima (vedi sopra). Studi accurati della posizione del nuovo astro, che non mutava nel tempo, e con l'aiuto di altri astronomi dislocati in aree lontane, concluse che il corpo celeste doveva collocarsi oltre le orbite planetarie (vedi sotto).

Nel trattato " De stella nova" Brahe argomentò la sua tesi osservando che la **parallasse** dell' oggetto in questione non mutava al passare del tempo, ciò dimostrava come questo fosse molto lontano.

Brahe fu il primo a coniare il termine "nova" per una nuova stella che attualmente prende il nome di supernova.



L'osservazione delle comete

Più tardi, nel 1577 e negli anni successivi, Tycho osservò e misurò con estrema cura le posizioni di quattro comete. Dopo l'osservazione della prima cometa era giunto alla conclusione che doveva essere un oggetto celeste, poichè **confrontò i propri dati con quelli di altri astronomi che l'avevano osservata da località diverse, non notando alcuna parallasse.**

Come principale conseguenza delle sue verifiche, essendo quindi le comete oggetti astronomici, posti quindi oltre l'atmosfera terrestre, nel loro tragitto dovevano necessariamente **tagliare le sfere dei pianeti.**

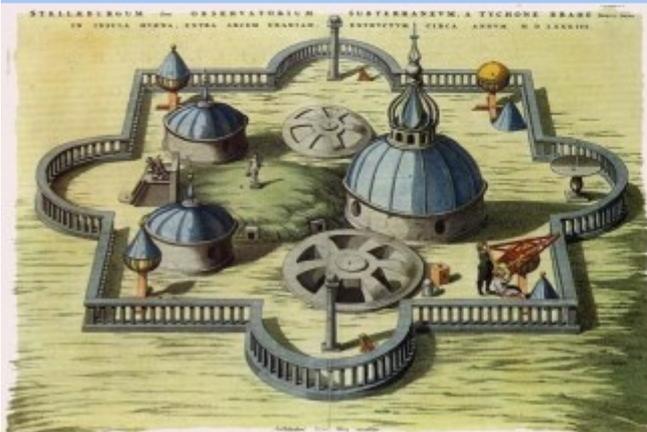
L'osservazione empirica di Brahe testimoniò pertanto che **le orbite non erano solide e materiali** come sostenevano Aristotele e Copernico.

Fu l'inizio della fine dei cieli di cristallo!!!

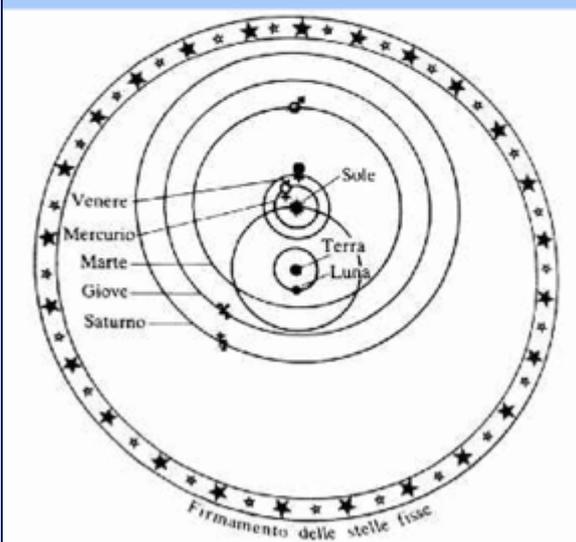
Con l'avvistamento della nuova stella in Cassiopea, unitamente allo studio della posizione (parallasse) di alcune comete (sopra), dette un notevole contributo all'abbattimento dell'antica concezione aristotelica dei cieli imutabili. Ormai era chiaro che la dinamica di questi nuovi corpi celesti faceva a pugno con la presenza di rigide sfere trasparenti di cristallo tra un pianeta e l'altro. Il cosmo di Aristotele cominciò così ad andare in frantumi! Se Tycho ottenne questi notevoli risultati, fu soprattutto grazie agli accurati strumenti di misura che riuscì a fabbricarsi (sotto). Come accennato prima, la sua condizione di grande agiatezza economica, unita al generoso contributo finanziario dei regnanti danesi, gli permisero di attrezzare un sito con una raffinata strumentazione, senza uguali per la sua epoca. Il suo notevole lavoro di catalogazione della esatta posizione dei pianeti (Marte in particolare), permise al suo allievo Keplero di pervenire alla grande scoperta delle orbite planetarie a forma di **ellisse.**

L'apporto che Tycho Brahe diede all'astronomia fu quello di realizzare numerose e attente osservazioni. Infatti sosteneva che i suoi predecessori, Tolomeo e Copernico, si fossero basati su tavole che davano la posizione dei pianeti con troppa scarsa precisione.

In ciò fu aiutato dal re di Danimarca e Norvegia Federico II che finanziò la costruzione di due osservatori nei quali furono installati molti strumenti astronomici.



Il sistema elaborato da Brahe, o sistema **ticonico**, riconosceva la validità del sistema copernicano, tuttavia voleva evitare di imbattersi nelle critiche che gli venivano mosse (Bibbia e senso comune). Creò quindi un sistema ibrido.



Intorno alla Terra, al centro dell'universo, fa girare il Sole e la Luna. Attorno al Sole invece tutti gli altri pianeti seguendo l'ordine di grandezza di Copernico.

La vera novità fu però che Tycho Brahe continuò a riconoscere il moto circolare dei pianeti, ma definendo quello delle comete a ovale, ossia a cerchio deformato.

I suoi dati (l'orbita di Marte) furono in seguito ripresi da Keplero, che invece identificò il moto dei pianeti e di ogni corpo celeste come ellittico.

Tycho sviluppò un suo particolare *modello* di sistema solare, a mezza strada tra quello di Eracleide (che per primo ipotizzò il moto di Mercurio e Venere intorno al Sole) e quello di Copernico. In questo *modello* (vedi qui sopra) i pianeti esterni ruotavano intorno al Sole, che a sua volta ruotava (si potrebbe dire "prudentemente" e in buon accordo con la Bibbia...) intorno alla Terra.

Bibliografia

La scrittura celeste – di G. Pettinato; *Che cos'è la scienza* – di A. Rovelli; *L'astronomia prima del telescopio* – a cura di C. Walker; *L'Astronomia Egizia* – di C. Gallo; *Astronomia egizia* – di M. Franci; *La nascita della scienza* – di A. Pichot; *I cieli del mito* – di G. Chiarini; *Astronomia: alla scoperta del cielo* – 6 vol. di autori vari; *I sonnambuli* – di A. Koestler; *La rivoluzione dimenticata* – di L. Russo; *Gli occhi di Beatrice* – di H. Roman Patapievic; *L'avventura della scienza moderna* – di J. Gribbin.