

Sappiamo che il Sistema solare è un insieme di corpi celesti maggiori, i pianeti, e minori, pianeti nani, asteroidi e comete, che ruotano lungo orbite ellittiche intorno al Sole, una stella gialla che occupa uno dei fuochi dell'ellisse. Questi moti rispettano leggi matematiche la cui formulazione è il risultato finale di numerosissime osservazioni e congetture avvenute nel corso di più di 4000 anni.

Come si è giunti, dunque, a descrivere la geometria e la dinamica dei pianeti intorno alla nostra stella e attraverso quali tappe fondamentali?

Gli antichi greci: Aristotele

L'osservazione della volta celeste, praticata fin dai tempi delle civiltà mesopotamiche, quindi poco meno di 5000 anni fa, ha condotto alla costruzione di modelli per spiegarne la struttura.

Furono però gli antichi greci a proporre con Aristotele nel IV secolo a.C. il primo modello di universo geocentrico che sarebbe rimasto inalterato per quasi cinque secoli: esso era basato sulla centralità e immobilità della Terra, e sull'esistenza di sfere concentriche e ruotanti intorno al nostro pianeta sulle quali risiedevano il Sole, i pianeti e le stelle.

Questo modello, molto rigido, ma coerente con l'idea del cielo come luogo della perfezione divina, immutabile, spiegava il moto dei corpi come un moto circolare uniforme, tale che la sfera celeste compiva nel suo insieme un giro completo nelle 24 ore.

L'opera di Tolomeo

Claudio Tolomeo visse nel primo secolo d.C., e lavorò soprattutto ad Alessandria d'Egitto.

La sua opera principale è l'*Almagesto*, un trattato di astronomia che esponeva compiutamente le conoscenze accumulate nell'antica Grecia.

Nell'*Almagesto* Tolomeo perfezionò il modello aristotelico, cercando di spiegare alcune complessità dei moti planetari, tra cui i moti retrogradi, ma pur consapevole della loro esistenza non riuscì a darne una interpretazione corretta.

D'altra parte, la costruzione di un modello che integrasse i moti retrogradi implicava l'ipotesi che la Terra non fosse immobile al centro dell'universo e quindi che si muovesse intorno a qualcosa (figura 1).

Copernico e la teoria eliocentrica

Le idee di Tolomeo riaffermavano in sostanza la visione aristotelica centrata sulla preminenza del nostro pianeta, e quindi dell'uomo, al centro dell'universo e, per circa 1400 anni, le idee aristoteliche corrette da Tolomeo rimasero il caposaldo del sapere astronomico.

Nel 1530 l'astronomo polacco Niccolò Copernico propose una descrizione che rovesciava radicalmente tale visione: la Terra veniva ridotta al ruolo di un qualsiasi pianeta in rotazione attorno al Sole, immobile al centro dell'universo. Era la cosiddetta teoria eliocentrica (figura 2), in parte anticipata da Aristarco di Samo nel IV secolo a.C., troppo in anticipo sui tempi.

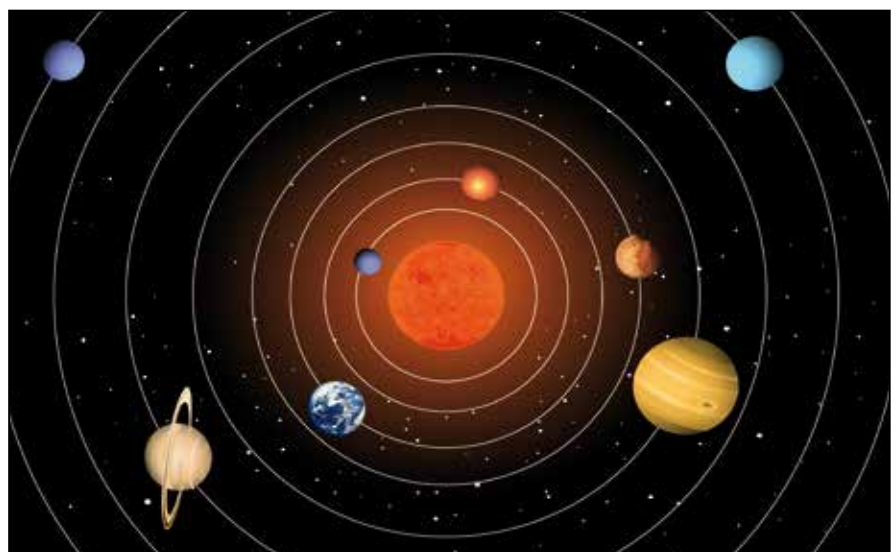


Figura 1 – Il modello geocentrico, in una tardiva raffigurazione di Andrea Cellario, grande cartografo tedesco-olandese del 1660.

Copernico giunse a elaborare questa teoria partendo da dati raccolti in numerosissime osservazioni che gli consentirono di costruire un modello più semplice e più elegante di quello tolemaico.

Tuttavia, i dati di cui Copernico disponeva non erano del tutto corretti e fu l'astronomo danese Tycho Brahe a rividerli e perfezionarli, introducendo una novità: Brahe, infatti, confermava la posizione centrale del Sole, ma la completava proponendo che anche il Sole si muovesse.

Figura 2 – Il Sole al centro dell'universo in una immagine che non rispetta ovviamente le proporzioni relative.



Johannes Kepler e Galileo Galilei

L'astronomo tedesco Johannes Kepler, il cui nome fu italianizzato in **Keplero** (figura 3), fu allievo di Ticho Brahe.

Partendo dalle osservazioni dell'astronomo danese riuscì a definire con esattezza le orbite dei pianeti, non più circolari, ma ellittiche e a stabilire che il Sole occupa uno dei due fuochi dell'ellisse.

Le leggi di Keplero spiegano la geometria complessa dei movimenti planetari.



Figura 3 – Johannes Kepler (1571-1630).

La sua opera, pubblicata nel 1609, fu pressoché contemporanea a quella di **Galileo Galilei** (figura 4), il quale introdusse nella pratica dell'osservazione astronomica uno strumento inventato in Olanda, ma da lui stesso perfezionato, che sarebbe divenuto per gli astronomi fondamentale e insostituibile: il telescopio.

Nel 1610 Galileo fece una scoperta che in certo modo metteva il suggello definitivo alla teoria eliocentrica: i quattro satelliti di Giove (oggi sappiamo che Giove ne possiede più di 60, ma a quei tempi solo i quattro satelliti galileiani erano sufficientemente grandi da consentire l'osservazione con i mezzi a disposizione).

Questa scoperta inferse un colpo decisivo alla teoria geocentrica, perché secondo questa teoria tutti i corpi avrebbero dovuto ruotare intorno alla Terra. Invece questi quattro satelliti ruotavano intorno a Giove. Sono note le controversie di Galileo con il potere ecclesiastico, che non accettava un modello in

grado di spostare la centralità della Terra e quindi dell'uomo, entrambi opera di Dio.

Dal punto di vista scientifico, rimaneva in sospeso una questione di fondamentale importanza: perché i pianeti ruotano attorno al Sole e non se ne allontanano con moto rettilineo uniforme? In altre parole, che cosa li tiene "legati" alla nostra stella?



Figura 4 – Galileo Galilei (1564-1642).

Isaac Newton

Newton (figura 5) nacque nel 1642, l'anno della morte di Galilei. Grandissimo matematico e fisico, ma anche bizzarro ed eccentrico cultore dell'alchimia, partendo dai risultati di Galileo, Newton sviluppò e definì le leggi che descrivono il moto degli oggetti materiali e quindi anche dei pianeti. Era esperienza comune che un oggetto lasciato privo di supporto cadesse sempre verso il basso. Newton inquadrò questa banale osservazione nell'ambito della legge della gravitazione universale.



Figura 5 – Isaac Newton (1642-1727).

La gravità è la forza che costituisce in certo modo il "collante" di tutti i corpi materiali. Qualunque oggetto che si muova di moto rettilineo uniforme continuerebbe all'infinito nel suo moto (trascurando gli attriti) se non intervenissero altre forze in grado di modificare lo stato di inerzia.

Nel moto dei pianeti, questa forza è la forza di gravità che interagisce tra i corpi celesti, per cui quelli minori vengono attratti verso quelli di massa maggiore e che, componendosi con la velocità relativa di ciascun corpo, definisce la forma ellittica delle orbite.

Con Newton si giunse quindi a una compiuta descrizione della meccanica celeste, almeno per quanto riguardava il Sistema solare.