

Copernico e la diffusione del copernicanesimo

Introduzione

Niccolò Copernico era già sul punto di morire quando, nel 1543, i suoi amici pubblicarono la sua unica opera: il *De Revolutionibus Orbium caelestium libri IV*. L'opera è divisa in sei libri ed il titolo fa riferimento a concetti dell'astronomia antica: per Copernico il termine *revolutio* denotava le rotazioni costanti e uniformi delle sfere celesti, chiamate *orbi*, le quali trascinavano con sé i pianeti. Ma l'opera di Copernico fu in realtà una vera e propria "rivoluzione": in astronomia perché cercò elegantemente una questione fondamentale sul movimento dei pianeti e aprì un cammino alla conoscenza delle dimensioni del sistema solare; in fisica perché eliminò l'ipotesi di un centro del mondo e cambiò l'idea della gravitazione; in filosofia, perché apriva la mente ad una nuova concezione del mondo, del quale l'uomo non occupava più "il centro", e dell'universo immenso e difficile da capire.

Già all'inizio della sua opera, Copernico propone quale fondamento l'**ipotesi** di un movimento di traslazione della Terra intorno al Sole, e di conseguenza anche uno di rotazione della Terra intorno al proprio asse. Questa concezione è ormai universalmente nota con il nome di "copernicanesimo". Il resto della sua opera è dedicato a dimostrare che era possibile creare un'intera astronomia, cioè un impianto matematico-descrittivo, basata su questo principio. Conviene subito notare che, alla fine del Cinquecento, gli astronomi accettarono la proposta di Copernico pur ritenendo l'ipotesi fondamentale ancora qualcosa di "assurdo". Questa astronomia fu presto abbandonata all'inizio del Seicento, perché ancora fondata su molti concetti antichi, come ad esempio lo erano gli "orbi cristallini". Alla fine del Cinquecento, grazie alle osservazioni del danese **Tycho Brahe**, vi furono progressi spettacolari che rovesciarono molti vecchi schemi. In compenso si fece strada, se pur lentamente, l'idea dell'eliocentrismo. Con gli studi di **Johannes Kepler** e di **Galileo Galilei**, il copernicanesimo diventò il centro di un puro scontro soprattutto tra i filosofi tradizionali di eredità aristotelica e la nuova scienza fisico-matematica, allora nascente, fino a richiedere l'intervento del Sant'Uffizio di Roma.

Il sistema copernicano

1-*Lo stato dell'astronomia nel Cinquecento.* Parlare dell'astronomia anteriore a Copernico è lo stesso che parlare di **Claudio Tolomeo (100-165)**: questi scrisse nel II secolo d.C. ad Alessandria di Egitto la sua opera principale, conosciuta con il nome di *Almagestum* (*Almagesto*), corruzione araba del titolo greco *Megale Syntaxis*, cioè "grande composizione". L'*Almagesto* era un trattato quasi completo di astronomia, scritto in linguaggio altamente geometrico. Per molti secoli nessuno fu in grado di imitare l'*Almagesto*, un'opera che rimase in fondo insuperata fino al *De Revolutionibus*. Dopo la caduta dell'impero romano, l'astronomia, già poco coltivata dai romani, aveva attraversato un lungo periodo di abbandono in Occidente. Le biblioteche erano state distrutte o disperse ed era poco frequente la conoscenza delle opere matematiche ed astronomiche scritte in lingua greca.

Ma l'astronomia greca non fu persa perché coltivata dagli arabi. Finalmente, proprio attraverso di loro, questa letteratura passò in Europa, probabilmente durante l'occupazione araba della Spagna. Tutta l'astronomia del medioevo restava in gran parte ispirata all'opera di Tolomeo, ma liberamente modificata ed aggiornata (vedi Dante).

L'opera di Tolomeo fu quella che probabilmente influenzò maggiormente Copernico ed infatti rappresentò la sua introduzione all'astronomia matematica.

2- *Verso l'eliocentrismo.* Era evidente che l'astronomia tolemaica necessitava di una profonda revisione, alcune questioni non erano completamente sviluppate, o addirittura presentavano soluzioni erranee. In particolare preoccupava la teoria tolemaica del movimento lunare secondo la quale la distanza terra-luna doveva variare nel corso del ciclo fino ad un rapporto di due ad uno. In conseguenza si sarebbe dovuta osservare una variazione del diametro apparente della luna, cosa che invece non accadeva.

Il modello geometrico più semplice richiedeva che il Sole si muovesse uniformemente lungo un circolo avente per centro la Terra. Però un'accurata osservazione mostrò che il movimento del Sole, ad esempio, non era uniforme lungo le diverse stagioni dell'anno: era questa la cosiddetta "prima anomalia". Questa si poteva spiegare semplicemente spostando il centro del circolo dal centro della Terra (eccentrica) o,

in modo equivalente, facendo orbitare il Sole lungo un piccolo circolo (epiciclo) con centro nel grande circolo (deferente). Ma questo semplice modello non bastava per i pianeti che mostrano uno strano comportamento intorno al loro punto di opposizione (movimento retrogrado).

Copernico non era soddisfatto dello schema tolemaico. La sua principale obiezione era che il modello di Tolomeo non teneva conto **dell'assioma ritenuto fondamentale per l'astronomia antica** e cioè che "tutti i movimenti dei cieli devono essere circolari e con velocità uniforme, oppure una composizione di tali movimenti".

Fu allora che Copernico cominciò a pensare soluzioni alternative, un'astronomia diversa supponendo diverse ipotesi. Per la verità **lo stesso Tolomeo dedica il capitolo VII del libro dell'Almagesto all'ipotesi dell'eliocentrismo**. Afferma esplicitamente che "questa ipotesi può benissimo spiegare tutti i fenomeni celesti dal punto di vista geometrico"; tuttavia egli non la usa soltanto perché va contro la fisica della caduta dei gravi, i quali tendono al centro della Terra, ma soprattutto perché una rotazione della Terra causerebbe dei grossi disturbi rilevabili sulla sua superficie a causa della forza centrifuga che ne deriva. Dunque l'eliocentrismo non era un'ipotesi nuova nella letteratura astronomica, ma non ebbe seguito perché non vi fu nessuno in grado di costruire un'astronomia matematica alternativa a quella di Tolomeo.

3- Il significato delle "ipotesi" nell'astronomia antica. Gli astronomi erano abituati a fare complicate costruzioni geometriche, perché i loro calcoli numerici fossero il più possibile vicini alle misure osservate. Le prove geometriche e matematiche non avevano nessun valore argomentativi in "cosmologia" (disciplina che apparteneva alla filosofia, non alla matematica), e quindi le prove addotte dagli astronomi non erano tenute in gran conto ai fini di una costruzione di un "sistema del mondo".

Anche alla luce di questo stato di cose, il *De Revolutionibus* viene preceduto da un breve scritto in forma di lettera per rispondere alle possibili critiche che l'opera avrebbe potuto suscitare. Questo scritto era anonimo ed ora si ritiene che sia stata opera di **Andrea Osiander** che, insieme a Rheticus, aveva preparato la prima edizione dell'opera di Copernico. Scrive Osiander: "E' proprio dell'astronomo mettere insieme con osservazione diligente e conforme alle regole, la storia dei movimenti celesti; poi le loro cause, ossia – non potendo in alcun modo raggiungere quelle vere – escogitare ed inventare qualunque ipotesi..... Ma non è necessario che queste ipotesi siano vere, e persino nemmeno verosimili, ma è sufficiente questo: che presentino un calcolo conforme alle osservazioni". Per lo studio della natura degli astri si usava dunque un metodo basato sulla discussione filosofica.

Tutte le costruzioni geometriche o modelli planetari dell'antichità erano frutto di diverse combinazioni che però lasciavano intatta la fisica di Aristotele, insegnata in tutte le università europee dell'epoca. E' evidente che per Copernico la rotazione e la rivoluzione della Terra dovesse essere qualcosa di reale, cioè doveva trattarsi di ipotesi "fisicamente vere". Perciò il copernicanesimo si presentò fin dall'inizio come qualcosa di inaccettabile da parte dei filosofi della natura. Dichiarare la rotazione della Terra, eliminare l'idea di un "centro del mondo", sostenere l'orbita della Terra intorno al Sole, erano osservazioni che suscitavano delle obiezioni di tipo fisico, non c'era ancora un impianto fisico nuovo capace di sovvertire quello aristotelico dotato di grande coerenza interna. Copernico propone un modello di cinematica ma non suggerisce una nuova teoria dinamica (e per questo bisognerà aspettare Isaac Newton).

I rapporti con la filosofia della natura

Copernico era cosciente delle difficoltà fisiche incontrate dall'eliocentrismo. Cercherà ad esempio di rispondere alla problematica degli "effetti centrifughi" che si sarebbero dovuti avvertire sulla superficie della Terra causa del suo moto odi rotazione, osservando che anche le sfere celesti ruotano senza disperdersi nello spazio (usa un'analogia e non una teoria dinamica). Ma la conseguenza più grave dell'eliocentrismo proveniva piuttosto dalla teoria generale del moto aristotelico. Per Aristotele, i corpi gravi o pesanti, tendevano "naturalmente" verso il centro della Terra, mentre quelli leggeri, come il fuoco, si dirigevano invece verso l'alto. Per lui i gravi tendevano al "centro del mondo", e non proprio al "centro della Terra"; il centro della Terra giaceva già nel centro del mondo ma senza identificarsi con questo. Ora, se una parte della Terra, o tutta la Terra intera, fosse stata spostata, questa sarebbe comunque nuovamente "caduta" al centro del mondo ma i

gravi invece cadono sempre verso il centro della Terra, e questo non è compatibile con una Terra in movimento.

Dal fatto che la Terra non si trovava più al centro del mondo, ne seguiva inevitabilmente un'altra conseguenza per il sistema solare, e cioè che la gravità non è più causata dallo spazio, cioè dalla sua particolare "geometria", secondo la quale i gravi tendono a cadere al centro del mondo, mentre i leggeri a salire in alto. Ponendo il Sole al centro del mondo e sostenendo il movimento della Terra, Copernico fu allora obbligato ad ipotizzare che il **fenomeno della gravitazione fosse una proprietà della materia**, una sorta di affinità, di reciproca attrazione.

Gli stessi fenomeni che noi osserviamo sulla Terra si dovrebbero dunque osservare anche sulla superficie degli astri ma egli non sta ancora proponendo una legge di gravitazione universale, ma semplicemente la tendenza di corpi simili a riunirsi; la nuova concezione non era ancora una rottura col passato in merito ad una comprensione della gravità, perché si trattava in fondo di estendere i fenomeni di caduta osservati sulla Terra anche ad altri astri. Il cambio radicale stava piuttosto nel fatto che la "caduta" dei gravi non avveniva più verso il centro del mondo, ma aveva luogo perché i gravi erano attratti dalla massa della Terra.

Diffusione del copernicanesimo

Gli astronomi, dopo la pubblicazione del *De Revolutionibus*, accettarono con entusiasmo la novità della revisione dell'astronomia operata da Copernico con l'**introduzione dei moti circolari uniformi** ma non si deve pensare che una volta pubblicato il *De Revolutionibus* tutti gli astronomi si affrettassero a seguire il nuovo sistema planetario; le cose andarono diversamente.

Erasmus Reinhold (1511-1553) pubblicò, otto anni dopo la morte di Copernico, le **Tavole Pruteniche**, così chiamate perché dedicate al duca Alberto di Prussia, basate sui dati osservativi del *De Revolutionibus*, per sostituire le **Tavole Alfonsine** (1253) non più affidabili. Basta però leggere il prologo delle nuove *Tavole* per vedere che Reinhold accettava pienamente e con entusiasmo l'astronomia copernicana, aggiungendovi tuttavia: "malgrado le ipotesi assurde". Fu questo l'atteggiamento generale, scetticismo verso la cosmologia copernicana: **il sistema eliocentrico era una pura ipotesi geometrico-matematica, non un nuovo sistema del mondo.**

L'astronomia copernicana durò pochi anni perché verso la fine del Cinquecento il grande astronomo danese **Tycho Brahe** (1546-1601) cominciò un programma di osservazioni molto accurate dalle quali ne derivarono Tavole assai migliori e precise. Lo stesso Brahe avanzò alcune obiezioni nei riguardi del copernicanesimo. Egli notava, ad esempio, che l'**assenza** di una **parallasse annua delle stelle** (il movimento periodico annuale che ogni stella avrebbe dovuto mostrare se osservata dalla Terra quando questa fosse soggetta ad un moto orbitale annuale) **obbligava a collocarle ad una distanza in quel momento inimmaginabile.** Cosa ci farebbero tanti spazi vuoti nel firmamento? Brahe elaborò un sistema del mondo alternativo che incontrò il favore di molti astronomi soprattutto dopo il decreto del Sant'Uffizio che, nel 1616, vietava di sostenere il copernicanesimo come realtà fisica, permettendone solamente l'utilizzo *ex supposizione*. Fu invece Keplero il primo astronomo che comprese il contributo più essenziale dell'eliocentrismo.