Cosmologia
I grandi problemi della filosofia

Introduzione

Il termine "cosmologia" deriva dal greco *Kósmos*, ordine, mondo e *lógos*, discorso. Significa quindi **lo studio del mondo come sistema ordinato**, retto da leggi. Il termine venne introdotto in filosofia da **Wolff**, alla fine del '700, e fu poi ripreso e reso d'uso comune da **Kant**.

La concezione del *Kósmos* come sistema razionale compare nella filosofia greca fin dagli esordi, con la scuola ionica, rimanendo poi una costante del pensiero greco. Ci sarà invece divaricazione sul tipo della razionalità che ordina l'universo, da una parte con il **naturalismo** e il **meccanicismo**, che la individuano nella causalità efficiente, dall'altra con il **teleologismo**, che sostiene invece la preminenza delle cause finali, e quindi di un principio intelligente.

La cosmologia presenta, in modo esplicito fino alla rivoluzione scientifica del '600 e in modo implicito anche successivamente, due distinti motivi di interesse: quello scientifico, relativo alle **teorie astronomiche**, e quello più propriamente filosofico, relativo **al posto dell'uomo nell'universo**, con importanti implicazioni relativamente alla concezione dell'uomo e della divinità. Il secondo aspetto, in particolare, spiega la forte resistenza che la cosmologia copernicana dovrà superare, da parte della filosofia scolastica e della Chiesa romana.

Con la perdita d'influenza della Chiesa cattolica, soprattutto a partire dall'Illuminismo, la cosmologia è stata sottratta alle dispute filosofiche e teologiche ed è diventato un **tema scientifico**. L'interesse filosofico si è spostato sulla **cosmogonia**, cioè sull'origine dell'universo. **Kant** ha formulato una delle prime teorie su questo tema, ipotizzando una nebulosa primitiva dalla quale, seguendo le leggi della fisica newtoniana, sono derivate poi le galassie e l'universo ordinato che conosciamo. Nel Novecento la conoscenza dell'universo si è arricchita notevolmente, con la scoperta dei "buchi neri" e di altre entità prima sconosciute, e con la formulazione della teoria del "**Big bang**" per spiegare l'origine dell'universo, teoria oggi accettata dalla maggioranza degli scienziati anche se rimane vivo il dibattito tra creazionisti e materialisti, dato che l'origine stessa del Big bang non è spiegabile scientificamente.

1. La funzione delle cosmologie

La cosmologia è nata molto tempo prima della filosofia. L'uomo ha fin dall'antichità più remota avvertito il bisogno di **dare un ordine all'universo**, sia per poterlo comprendere

© Loescher Editore, 2021

e studiare, sia, soprattutto, per definire **il proprio posto** in esso. Le **cosmologie** non si riferiscono tanto all'universo, quanto al modo di considerare l'uomo e la sua possibilità o meno di dominare la natura. Ordinando e comprendendo l'universo, l'uomo **può agire in esso**. In generale le antiche cosmologie assegnano un posto nell'universo anche alle divinità e alle anime dei defunti, dando allo spazio una forte connotazione **morale**. Questo significato è particolarmente evidente nei **miti**, che precedono o accompagnano il pensiero filosofico, nei quali l'ordine dell'universo riflette e giustifica **l'ordine politico e morale** della società.

Limitando la nostra analisi alla filosofia classica, da Talete in poi, possiamo individuare negli esordi di questa riflessione **due diversi approcci** allo studio dell'universo: quello **fisico-astronomico**, inaugurato dalla scuola ionica, e quello **matematico**, proprio della tradizione pitagorica.

Il primo si basa sull'**osservazione**, proponendo di volta in volta modelli dell'universo compatibili con i dati. Il secondo **deduce** le caratteristiche dell'universo a partire dalla sua **struttura matematica**.

2. Le cosmologie dei primi filosofi

I filosofi di Mileto

Talete, fondatore della scuola ionica, riuscì a prevedere un'eclissi di sole, suscitando l'ammirazione dei contemporanei. Lo studio delle eclissi e l'astronomia sono ovviamente molto più antichi, risalendo almeno ai Babilonesi. Ma Talete è il primo ad avanzare **un'ipotesi naturalistica** sull'**origine** e sulla **struttura dell'universo**. L'origine è individuata nell'***archè***, identificato con l'acqua, un elemento primigenio dal quale sarebbero derivati tutti gli altri. La Terra, **piatta**, poggia sull'acqua **galleggiando** su di essa come un disco. Probabilmente Talete immagina l'intero universo come composto d'acqua ma, per la scarsità dei frammenti, non possiamo esserne certi. La concezione descritta sopra è riportata da Aristotele.

Secondo **Anassimandro**, la terra ha forma **cilindrica**, si trova al **centro** dell'universo, immobile, ed è circondata, come da un involucro, dal cielo. Gli astri sono soltanto dei **fori sulla volta celeste**, che lasciano passare la luce del **fuoco** posto dietro.

Anassimandro sembra aver posto (il condizionale è dettato dalla scarsità dei frammenti che ci restano) due questioni importanti: il fatto che l'universo debba essere **infinito**, o almeno senza limiti, e l'ipotesi di una **evoluzione ciclica del cosmo**, idea ripresa da Eraclito e, più tardi, dagli stoici. Nell'universo infinito esiste **un numero illimitato di mondi**, che continuamente si formano e si dissolvono.

Le testimonianze sulla cosmologia di **Anassimene** sono scarse. Sappiamo soltanto che considerava la Terra piatta e sostenuta dall'aria.

Il cosmo di Pitagora

La cosmologia pitagorica non fa della Terra il **centro** dell'universo. Esso è invece costituito da un **grande fuoco**, che non si identifica però con il Sole ma è invisibile, in quanto avvolto in una nebbia perenne. Intorno ad esso ruotano **dieci corpi celesti** (il 10 rappresenta un numero particolarmente importante, la sacra *tetraktýs*, poiché è la somma dei primi quattro numeri naturali): la Terra, la Luna, il Sole, i cinque pianeti allora conosciuti

© Loescher Editore, 2021

e il cielo delle stelle fisse; ad essi, per completare il numero, viene aggiunta l'Antiterra, invisibile perché in posizione opposta rispetto alla Terra. La Terra e tutti i corpi celesti sono **sferici**, essendo la sfera il solido perfetto. Da Pitagora deriverà la concezione della **struttura matematica dell'universo**, ripresa poi da Platone e, mediante lui, da una lunga tradizione che conduce fino alla rivoluzione astronomica e scientifica del Seicento, con Keplero e Galilei. Dagli sviluppi della cosmologia pitagorica deriva anche la prima formulazione dell'**eliocentrismo**, ad opera del pitagorico **Aristarco di Samo**, nel III secolo a. C.

L'universo di Democrito: il vuoto e gli atomi

L'universo disegnato da **Democrito** appare straordinariamente **moderno**, molto vicino a quello della rivoluzione scientifica del Seicento. Democrito afferma un rigoroso **materialismo** e un rigido **meccanicismo**, per cui tutto ciò che esiste sono gli atomi e il vuoto e tutto ciò che accade dipende dai movimenti degli atomi. Gli atomi sono **infiniti** di numero e si muovono in uno **spazio illimitato**. Urtandosi, danno luogo a **vortici**, che costituiscono i singoli corpi e, su scala planetaria, gli innumerevoli **mondi** che popolano l'universo.

Lo spazio infinito è incompatibile con il geocentrismo: l'universo di Democrito **non ha un centro**, né un alto o un basso. I corpi celesti sono vortici di atomi che si **costituiscono** e si **disgregano** continuamente, dando vita a nuovi mondi, in un processo senza fine.

Il movimento degli atomi **non ha una causa**. In qualche misura Democrito anticipa il principio di **inerzia**: il moto rettilineo è naturale e non richiede spiegazioni, mentre quello circolare dei vortici è prodotto dagli **urti** che modificano la direzione degli atomi. Come sosterrà Galilei, **il peso non è una proprietà degli atomi** e quindi della materia, ma dipende dal movimento del vortice e cambia a seconda delle caratteristiche del vortice in cui gli atomi si muovono.

3. L'universo come grande organismo vivente

La cosmologia platonica

La concezione platonica dell'universo è esposta in uno dei dialoghi della vecchiaia, il *Timeo*. Il protagonista, che dà il nome al dialogo, appartiene alla scuola pitagorica ed è esperto in astronomia. Invitato ad esporre l'origine e la natura dell'universo, esordisce distinguendo l'essere dal divenire e affermando che un discorso sul divenire, cioè sulle cose visibili, non può pretendere alla verità che si raggiunge solo a proposito dell'essere (le idee) ma può solo essere verosimile. Narra quindi, sotto forma di mito, l'origine dell'universo, forgiato da una divinità, il **Demiurgo**, che **plasma la materia eterna**, guardando al **mondo delle idee**.

Tra le caratteristiche dell'universo così descritto, due sono particolarmente importanti per l'influenza che avranno sulle filosofie posteriori: **l'universo ha una struttura matematica** ed è **simile a un organismo vivente**, in quanto possiede **un'anima** che lo governa e ne guida lo sviluppo.

Per Platone l'universo è **unico**, di forma **sferica**, che è quella perfetta, e animato da **moto circolare** su se stesso.

© Loescher Editore, 2021

T1 Platone: Il mondo come organismo vivente

Al vivente infatti, destinato a contenere in sé tutti i viventi, la figura che può convenir meglio è quella che comprende in sé tutte quante le figure. E però anche in forma di sfera <come quella> che è dappertutto equidistante dal centro agli estremi, lo arrotondò circolarmente, <dandogli quella figura che è> la più perfetta di tutte e la più omogenea a se medesima, convinto che l'omogeneo è infinitamente più bello di ciò che non è tale. All'esterno poi lo levigò tutt'intorno con cura grande, per molte ragioni. D'occhi infatti non aveva punto bisogno, ché nulla al di fuori c'era rimasto da vedere, e neppure d'orecchi, ché nulla neanche c'era <rimasto> da udire; e non c'era intorno aria che richiedesse una respirazione; né per di più gli occorreva un qualche organo sia per assorbire in sé gli alimenti, sia per espellere di nuovo i residui della digestione; nulla difatti ne usciva, come neppur nulla v'entrava donde che fosse, poiché neppur nulla c'era <al di fuori>. Ad arte infatti era stato generato così che esso stesso per nutrimento a sé desse ciò che di se stesso periva, ed ogni cosa in sé e da sé patisse e facesse; giacché colui che lo aveva costituito aveva ritenuto che, essendo bastevole a se medesimo, sarebbe stato migliore che se avesse avuto bisogno d'altri. E mani, dacché non aveva bisogno né di prender nulla né di difendersi da nessuno, il dio non stimò che occorresse attaccargliene inutilmente, e neanche piedi, e neanche, insomma, quanto serve per camminare. Giacché gli attribuì un moto adatto a tal corpo, quello dei sette[1] che meglio di tutti risponde ad intendimento e saggezza; e perciò, avendogli impresso un moto circolare allo stesso modo, nello stesso luogo e in se stesso, fece sì che si movesse volgendosi in giro; ma gli altri sei movimenti glieli tolse tutti, e <così> gl'impedì che <per via> di questi andasse vagando. E siccome per questo suo moto circolare non aveva alcun bisogno di piedi, lo generò senza gambe e senza piedi.

VIII. Per tutte queste ragioni dunque, che il dio, che sempre è, ragionò a proposito del dio, che era per nascere; egli formò un corpo levigato e omogeneo e in tutti i punti equidistante dal centro, e intero e perfetto, <risultante> da corpi perfetti, e, postavi nel mezzo un'anima, non soltanto la distese per tutto <il corpo>, ma con essa lo avviluppò anche di fuori, e così formò un cielo circolare, che si muove circolarmente, unico e solitario, ma per propria virtù capace di fecondarsi da se stesso, non bisognoso di nessun altro, e atto a conoscere e amare sufficientemente se stesso. E per tutte queste ragioni lo generò un dio beato.

(*Timeo*, in Platone, *Tutte le opere*, 2 voll., a cura di G. Pugliese Carratelli, Sansoni, Firenze, 1989, vol. II, p. 1105)

1. Gli altri sei moti sono quelli lineari (avanti, indietro, destra, sinistra, alto e basso).

La materia primordiale, **eterna** ed usata dal Demiurgo per forgiare il mondo, non ha nessuna forma, in quanto deve poter contenere ogni forma. Essa non ha dunque neppure una struttura, non è originariamente divisa nei quattro elementi riconosciuti dalla tradizione greca come quelli fondamentali: terra, acqua, aria e fuoco. Il Demiurgo dà alla materia primordiale la forma dei quattro elementi **modellandoli secondo i principali solidi regolari**. La costituzione dell'universo è quindi **matematica**.

© Loescher Editore, 2021

T2 Platone: La struttura matematica dell'universo

XX. E prima di tutto, che fuoco e terra e acqua e aria siano corpi, è, credo, chiaro a chicchessia; ed ogni forma di corpo ha anche spessore. Ora, ogni spessore comprende necessariamente la natura di superficie; e la superficie piana e rettilinea consta di triangoli. Tutti i triangoli poi hanno principio da due <tipi di> triangoli, aventi ciascuno un angolo retto e due acuti; e di essi l'uno, <l'isoscele,> ha da un lato e dall'altro una parte eguale d'angolo retto diviso da lati eguali; l'altro, <lo scaleno> ha due parti disuguali <d'angolo retto>, diviso da lati disuguali. Ora, è questo il principio e del fuoco e degli altri corpi <elementari>, come supponiamo procedendo con un ragionamento, in cui la verosimiglianza s'accoppia con la necessità; quanto ai principi superiori a questi, li sa il dio, e degli uomini chi sia caro a lui.

(*Timeo*, pp. 117-18)

I triangoli si compongono secondo **necessità geometrica**, analizzata in profondità nel dialogo, dando luogo a solidi regolari che costituiscono le forme di base dei quattro elementi: il tetraedro regolare costituisce il fuoco, l'ottaedro regolare forma l'aria, l'icosaedro regolare l'acqua e l'esaedro regolare (il cubo) è la forma elementare della terra. Tutte queste associazioni vengono stabilite in base all'**analogia** tra i solidi e le proprietà dei rispettivi elementi: la terra è formata dal solido più stabile, il fuoco da quello più mobile ecc. Dalla **composizione** degli elementi semplici nascono tutti gli altri corpi, che partecipano delle qualità dell'uno o dell'altro a seconda delle proporzioni tra gli elementi che li costituiscono.

Il Demiurgo forgia poi **l'anima del mondo**, come **principio intelligente** e come guida. Essa è costituita **della stessa sostanza delle idee**, le quali quindi, pur restando trascendenti, vivificano anche il mondo **dall'interno**, dando intelligenza alla materia e **trasformandola in natura**. Nella ripresa rinascimentale delle teorie platoniche, questo aspetto risulterà molto importante, e la natura non sarà intesa come semplice materia, ma **come materia animata e guidata da un principio razionale immanente**.

T3 Platone: L'anima del mondo

Quanto all'anima poi, non come ora noi prendiamo a parlarne dopo <del corpo>, così anche il dio la congegnò più tardi <del corpo> – nell'unirla con questo, non avrebbe, permesso che un più vecchio fosse governato da un più giovane – ma noi, che in certo modo molto dipendiamo dalla sorte, per questo anche parliamo un po' a caso; mentre egli formò l'anima prima e più anziana del corpo per nascita e per virtù, come quella che doveva essere padrona e governatrice del corpo, <destinato> invece ad obbedire; e <la compose> degli elementi e nel modo che dirò. Dell'essenza indivisibile e che è sempre allo stesso modo, e di quella, a sua volta, che nei corpi si genera, divisibile; di queste due, <commiste> insieme, formò una terza specie di essenza intermedia, <partecipe> della natura del medesimo e dell'altro, <cioè dell'identico e del diverso>; e così la costituì nel mezzo di esse, tra quella indivisibile e quella ne' corpi divisibile; e presele tutte e tre le contemperò in una sola specie, adattando a forza nel *medesimo* la natura dell'*altro* per quanto questa vi ripugnasse.

(*Timeo*, pp. 1105-6)

© Loescher Editore, 2021

L'universo immaginato da Platone è **teleologico**: il Demiurgo lo costruisce in vista del **bene**, organizzando tutte le parti a questo scopo. Platone spiega anche l'anatomia umana in questa chiave, ma soprattutto l'anima del mondo è intesa come razionalità **immanente**, che guida il divenire verso la finalità che gli è propria e il tutto verso la realizzazione del bene.

L'universo, però, è regolato anche da **cause meccaniche**, dalla **necessità**, che deriva dalla sua **struttura matematica**. Questa **duplice** natura dell'universo è ricondotta da Platone ai due principi costitutivi: l'anima e la materia. La prima è il principio intelligente e orientato al bene, la seconda è cieca necessità.

T4 Platone: Finalismo e meccanicismo

XVII. In quello che si è esposto fin qui, salvo qualche eccezione, s'è trattato di ciò che fu fatto per mezzo dell'intelligenza; ora poi conviene aggiungere al discorso ciò che avviene per mezzo della necessità. Giacché la genesi di questo mondo è mista, risulta da una combinazione di necessità e d'intelligenza; e mentre l'intelligenza dominava la necessità col persuaderla a condurre verso l'ottimo la massima parte delle cose che si generavano, così e in questo modo, per via di necessità, dominata da una saggia persuasione, fu sin da principio costituito quest'universo. Se dunque si vuole, com'ebbe origine, così realmente parlarne, bisogna mescolarvi anche questa specie di causa mutevole, secondo che per natura vi coopera. Bisogna pertanto rifarsi da capo come dirò; e, preso di nuovo un altro inizio a ciò conveniente, secondo che s'è fatto per quelle cose allora, allo stesso modo ora per queste ricominciare da principio; e la natura del fuoco, dell'acqua, dell'aria e della terra, <qual fosse> prima della generazione del mondo, considerarla in se stessa e nelle sue precedenti affezioni.

(*Timeo*, p. 1114)

Questo dualismo, riprodotto anche nella natura umana, composta di anima e corpo, avrà una notevole influenza sulle filosofie posteriori, che privilegeranno l'uno o l'altro aspetto, o in qualche caso, come ad esempio **Cartesio**, lo riproporranno **per conciliare la scienza**, che deve ammettere il meccanicismo come principio della spiegazione fisica, **con la volontà e con la libertà umane**.

4. L'uomo al centro del mondo

Il modello aristotelico

La cosmologia di Aristotele si basa su un principio fondamentale, dal quale discendono molte conseguenze, secondo il metodo deduttivo che egli usa: **la teoria dei luoghi naturali**. Essa assume nella cosmologia aristotelica un ruolo paragonabile a quello che la legge di gravitazione universale avrà nell'universo newtoniano. Secondo questa teoria, ad ogni elemento è assegnato per natura **un luogo che tende a raggiungere** se non impedito da cause esterne. L'esperienza empirica ci attesta che la terra tende verso il basso, poiché un sasso immerso nell'acqua affonda, l'acqua tende a disporsi sopra la terra ma tende verso il basso rispetto all'aria, e così via. L'ordine dei luoghi naturali è pertanto il seguente: terra, acqua, aria e fuoco.

© Loescher Editore, 2021

T5 Aristotele, I luoghi naturali

Quanto a noi, cominceremo la nostra esposizione mettendo in chiaro una questione sulla quale alcuni incontrano le maggiori difficoltà: qual è la ragione per cui alcuni corpi per natura si muovono sempre verso l'alto, altri verso il basso, altri sia verso l'alto che verso il basso. Dopo di ciò, tratteremo del pesante e del leggero, e dei fenomeni ad essi relativi, per qual ragione ciascuno d'essi abbia luogo.

Orbene, quanto al fatto che ciascun corpo si porta nel luogo ad esso proprio, si deve pensare che ciò avvenga nello stesso modo che per le altre forme di generazione e mutazione. Poiché infatti i movimenti sono tre, – l'uno secondo la grandezza, l'altro secondo la forma, il terzo secondo il luogo – in ciascuno di questi noi vediamo che il mutamento si compie muovendo dai contrari e verso i contrari e gli intermedi, e che il mutamento non è mai di un soggetto preso a caso, e in una direzione presa a caso; parimenti, non è neppure un corpo preso a caso che ha la capacità di muoverne un altro, e neppure quest'ultimo è preso a caso, ma, come altro è ciò che è soggetto ad alterazione, altro ciò che è soggetto ad accrescimento, così altro è ciò che ha la capacità di alterare e altro ciò che ha la capacità d'accrescere. Allo stesso modo si deve ritenere che anche ciò che ha la capacità di muovere di moto locale, questa capacità non ce l'ha a caso, e neppure il corpo capace di esser mosso, e nel quale la capacità del primo si esplica, è un corpo preso a caso.

Se pertanto ciò che ha la capacità di determinare il moto verso l'alto o verso il basso è ciò che rende pesante e leggero, e mobile è invece ciò che in potenza è pesante o leggero, e se il portarsi nel proprio luogo è per ogni corpo come un portarsi alla propria forma – ed è così che andrebbe inteso il detto degli antichi, che il simile va verso il simile. Perché non è che questo si verifichi in tutti i casi; se infatti si ponesse la terra dove ora è la luna, ogni sua parte non si porterebbe già verso di essa, ma nella direzione in cui anche ora si porta. In generale dunque, per i corpi simili, e che non differiscono fra loro, è necessariamente per effetto del movimento di cui son dotati, e che è il medesimo per tutti, che questo si verifica, cosicché accade che là dove per natura si porta una parte, ivi anche il tutto si porta. Ma poiché "luogo" è il limite del contenente[1], e ciò che contiene entro di sé tutti i corpi che si muovono verso l'alto e verso il basso sono l'estremo e il centro, e questo viene in certo qual modo ad essere la forma di quanto da essi è contenuto, il portarsi nel proprio luogo è un portarsi verso il proprio simile; presi nell'ordine in cui si succedono, infatti, i corpi son simili fra di loro, come dal basso verso l'alto l'acqua è simile all'aria, e l'aria al fuoco.

(*Del cielo*, 310a-310b, in *Opere*, Bari, Laterza, 1973, 11 voll., vol. III, pp. 353-54)

1. Aristotele definisce lo spazio come il limite dei corpi; egli quindi non ammette l'esistenza di uno spazio vuoto.

L'universo ha forma **sferica** (il solido perfetto) e quindi il basso corrisponde al **centro**. Allora, se il luogo naturale della terra è il basso, la terra deve disporsi per natura **al centro dell'universo**, avvolta dalla sfera dell'acqua, a sua volta circondata da quella dell'aria e infine da quella del fuoco. Da queste considerazioni discendono importanti conseguenze:

1. la Terra (come pianeta) deve trovarsi **al centro dell'universo**, poiché essa **contiene la terra** (come elemento);
2. terra, acqua, aria e fuoco sono tutti presenti sulla Terra, dov'è, quindi, **il loro luogo naturale**. Ma allora, nel resto dell'universo non possono esserci questi elementi. Dato,

© Loescher Editore, 2021

però, che non esiste il vuoto, il resto dell'universo deve essere riempito da **un quinto elemento**, che Aristotele chiama *etere*, un elemento cristallino e perfettamente trasparente, se non dove si addensa a formare i corpi celesti visibili. L'universo risulta perciò **diviso in due aree** distinte: la Terra da un lato, il mondo celeste dall'altro.

3. Dato che sulla Terra vi sono quattro elementi, **la loro combinazione e disgregazione** dà luogo alla **nascita** e alla **morte**. Per la stessa ragione nel cielo, composto da un solo elemento, non può esservi né nascita né morte: esso è **incorruttibile**. Aristotele distingue quattro cause del movimento (inteso in senso lato come divenire: sostanziale (nascita e morte); qualitativo (Socrate da giovane diventa vecchio o da bello diventa brutto, ecc.); quantitativo (accrescimento e diminuzione), spostamento locale (moto). **I primi tre richiedono la presenza di più elementi** e soltanto l'ultimo è compatibile con la natura dei cieli.

L'universo Aristotelico è quindi caratterizzato da un deciso **dualismo**, da una netta separazione tra la regione della Terra (**il mondo sub-lunare**), imperfetta e soggetta al divenire, e la regione superiore, perfetta e immutabile. L'imperfezione della regione inferiore è attestata, secondo Aristotele, dal fatto che in essa **gli elementi non sono disposti nell'ordine stabilito dalla natura**: infatti la terra è anche sopra l'acqua, l'aria può essere costretta sotto l'acqua e sotto la terra, ecc. Quando, però, lasciamo gli elementi liberi di seguire la propria natura, essi tendono a tornare al luogo che è loro proprio: il fuoco esce dalla terra attraverso i vulcani per andare verso l'alto, la terra posta nell'acqua va verso il basso, ecc.

Il modello astronomico che ne risulta resterà quello dominante fino alla rivoluzione copernicana: l'universo è **sferico**, ha al proprio **centro la Terra**, circondata da **sfere** (poiché non esiste il vuoto) nelle quali sono incastonati i diversi corpi celesti. Dato che essi sono collocati a diversa distanza dalla Terra, occorre ipotizzare l'esistenza di **più sfere**, una per ogni corpo celeste. L'ultima sfera, quella delle stelle fisse, avvolge l'intero universo che risulta pertanto finito.

Le diverse sfere, essendo perfette, devono muoversi di moto perfetto, che secondo Aristotele è quello **circolare** in quanto equidistante in ogni punto dal centro.

In realtà, per spiegare il moto apparente dei diversi pianeti, non perfettamente sferico, Aristotele ipotizza per ognuno l'esistenza di una molteplicità di sfere. In questo modo, il moto viene ricondotto alla combinazione di più moti circolari.

T6 Aristotele, Il cielo è perfetto ed eterno

Che dunque il cielo nella sua totalità non è generato, e non s'ammette che possa corrompersi, come alcuni dicono, ma è uno ed eterno, non ha principio né fine in tutta l'eternità della sua durata, ed anzi contiene e abbraccia in sé l'infinità del tempo, di questo si può ricavare la convinzione sia da quanto si è detto, sia dall'opinione di quelli che si pronunciano diversamente, e lo fanno nascere: perché, se è ammissibile che la sua condizione sia quale s'è detto, ed è invece inammissibile che sia nel modo che dicono essi [essere generato], anche questo viene ad avere un gran peso ai fini del convincimento della sua immortalità ed eternità. Perciò è bene convincersi della verità delle antiche dottrine, patrimonio per eccellenza dei nostri padri, secondo le quali esiste qualcosa di immortale e divino, che rientra sì fra gli enti che hanno moto, ma un moto siffatto però, che di esso non si dà alcun limite, ma è piuttosto esso

© Loescher Editore, 2021

stesso il limite degli altri moti. Il limite infatti è il numero dei circoscriventi, e questo moto, nella sua perfezione, circoscrive quelli imperfetti e aventi limite e pausa; esso non ha né principio né fine, ma procede incessante per il tempo infinito, e degli altri moti è, per alcuni, causa dell'inizio, di altri accoglie in sé la fine[1]. Gli antichi hanno assegnato agli dèi il cielo e la regione superiore, considerandoli come la sola regione immortale, e il discorso che facciamo ora attesta anch'esso che il cielo è incorruttibile ed ingenerato, libero degli impacci propri di ciò che ha natura mortale, e inoltre sottratto ad ogni fatica, perché ha bisogno dell'azione violenta di una necessità esterna che lo costringa, impedendogli di muoversi di un moto diverso, al quale esso sarebbe portato per la propria natura.

(*Del cielo*, 284a, in *Opere*, vol. III, pp. 281-82)

1. L'eternità e la perfezione del cielo (che è l'universo tutto) viene intesa da Aristotele nel senso della sua chiusura. Il carattere limitato dell'universo è indice della sua perfezione, perché soltanto il limite circoscrive tutti i moti e tutti i tempi presenti nel mondo: se non ci fosse un limite non ci potrebbe essere un'origine e una fine del mutamento. In altri termini viene riproposta la visione, già presente in Pitagora, del finito come sinonimo di perfetto.

La riforma tolemaica

La teoria di Aristotele, presupponendo l'esistenza di **sfere** che trasportano nel loro moto i corpi celesti, implica che essi si spostino su **orbite circolari**, il che però non si accorda con le osservazioni astronomiche. Non solo il moto dei pianeti non appare circolare, ma alcuni (ad esempio Marte), mostrano delle vere e proprie irregolarità: in certi periodi appaiono come **stazionari**, in altri addirittura il loro moto risulta **retrogrado**, sembra cioè che procedano in direzione opposta rispetto all'orbita consueta. Per spiegare queste irregolarità, mantenendo però fermo il geocentrismo, si ipotizzarono una serie di **moti complementari**, che producessero quello circolare come risultante. Si introdussero allora gli **epicicli** e gli **eccentrici**, complicando non poco il modello geocentrico, ma rendendolo **coerente con le osservazioni**.

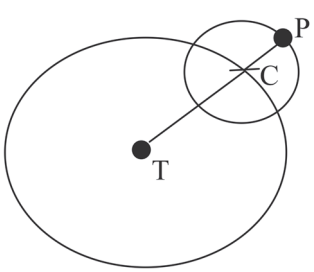

Figura 1

Nella figura 1 è illustrato un moto epiciclico. Il pianeta **P** orbita intorno a un centro **C** che si muove circolarmente rispetto alla Terra (**T**).

Il moto composto che ne risulta (**figura 2**) spiega la diversa velocità di rotazione rispetto alla Terra e anche il moto retrogrado che è osservabile in alcuni periodi che si ripetono a intervalli regolari (la linea spessa indica il moto apparente).

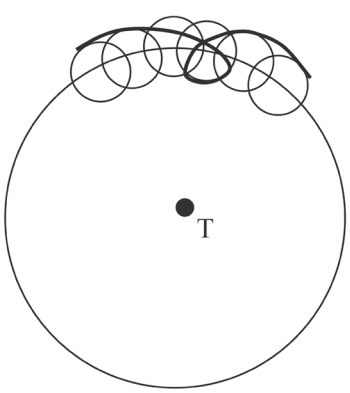

Figura 2

© Loescher Editore, 2021

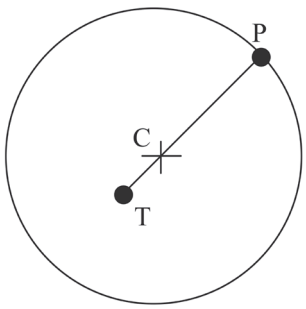

Figura 3

Moto eccentrico: il pianeta **P** ruota di moto circolare intorno a un punto **C** non coincidente con la Terra: il suo moto è perfettamente circolare, ma non appare tale a un osservatore sulla Terra.

Queste ipotesi riuscivano a dare ragione dell'osservazione, mantenendo però ferma la **perfezione** dei moti celesti, che risultavano tutti **perfettamente circolari**.

Tolomeo, scienziato egizio del II sec. d. C., riprese la tradizione aristotelica e i vari correttivi via via introdotti, organizzandoli in una esaustiva e coerente teoria astronomica, che verrà fatta propria dal cristianesimo medievale con il nome di "**modello aristotelico-tolemaico**". Il suo sistema dell'universo, esposto nell'*Almagesto*, è improntato al **metodo matematico** ed è sviluppato in modo rigidamente **deduttivo**.

Tolomeo riprende la teoria aristotelica dei luoghi naturali, motivando in base ad essa il **geocentrismo** e contrappone a coloro che sostengono il moto rotatorio della Terra **argomenti che diverranno classici**: se un tale moto esistesse, gli uccelli, le nubi e i corpi gettati in aria si sposterebbero con una velocità molto elevata in direzione contraria rispetto al moto terrestre. Dato che l'esperienza attesta che ciò non avviene, la Terra deve essere immobile. I punti centrali del suo sistema astronomico sono dunque i seguenti:

1. la Terra è al centro dell'universo;
2. la Terra è immobile;
3. tutti i corpi celesti ruotano intorno ad essa;
4. la terra ha forma sferica;
5. i corpi celesti hanno forma sferica.

Se la struttura dell'universo era ricavata per via deduttiva, la descrizione del moto dei singoli corpi si avvaleva invece di **accurate osservazioni** mediante strumenti di una certa complessità, come l'astrolabio armillare. Utilizzando gli epicicli e gli eccentrici, le orbite osservate venivano poi ricondotte a movimenti circolari.

L'immagine dell'universo vedeva al centro la Terra, circondata dalla sfera della luna e, in successione, da quelle di Mercurio, di Venere, del sole, di Marte, di Giove, di Saturno e infine delle stelle fisse.

© Loescher Editore, 2021