

Nascita della Scienza in Grecia

Aristotele

Alla scuola di Platone si formò anche **Aristotele** (384-322 a.C.) che , per quasi vent'anni, stette al fianco del suo maestro.

Aristotele fondò una sua scuola ad Asso (Asia Minore) da dove dovette però andarsene, per varie vicende politiche, per trasferirsi a Mitilene e poi ad Atene. In Atene fondò una scuola in una località consacrata ad Apollo Lykeos, il Liceo. Questa scuola mantenne gli insegnamenti tradizionali dell'Accademia (filosofia, matematica ed astronomia) ed aggiunse quelli di scienze naturali e di fisica. Nel primo caso si ebbero importanti successi con importanti raccolte e classificazioni di animali e piante provenienti da ogni parte del mondo.

Nel descrivere le concezioni di Aristotele occorre tenere a mente che esse dominarono il mondo occidentale per oltre 2000 anni.

La filosofia aristotelica si discosta radicalmente da quella di Platone; essa è un complesso organico, molto ben organizzato in un insieme del quale **è impossibile toccare una sola parte senza compromettere il tutto**. Aristotele spaziò su tutti i campi del sapere discutendo ogni fatto empirico, ogni punto di vista espresso precedentemente. Con lui iniziano ad essere accumulati i fatti osservati, **gli oggetti vengono classificati**, si osserva il mondo circostante descrivendolo per quello che è , cosa disprezzata nell'Accademia di Platone. Due modi radicalmente diversi di intendere la scienza.

Con **Platone** essa è costruita sull'ipotesi, sulle elaborazioni dell'intelletto, sulle idee che solo dopo devono scendere nel mondo reale; con **Aristotele** si parte da oggetti materiali per classificare e trovare regole che permettano generalizzazioni e riconducano a concetti (metodo deduttivo ed induttivo). La **matematica** non sta al centro dei suoi interessi, per lui dovrebbe servire solo a risolvere problemi pratici.

La **FISICA** di Aristotele tenta di spiegarci come è costituito il mondo con un atteggiamento osservativo e deduttivo: si esclude ogni intervento attivo sulla realtà per portare alla luce le sue intime leggi. Per lui la **quantità** è del tutto irrilevante ai fini di scoprire l'essenza delle cose, non c'è quindi alcun bisogno di eseguire delle misure e di usare quindi dei procedimenti matematici. Si tratta invece di classificare le sostanze ed i movimenti cui esse sono soggette. La conoscenza proviene da percezioni sensibili e l'intelletto ha lo scopo di elaborare tali percezioni.

La cosa più interessante da notare è che il complesso del pensiero aristotelico si presenta in modo unitario.

Il **MONDO** secondo Aristotele è organizzato secondo due idee principali:

la teoria dei quattro elementi
la teoria dei luoghi naturali

Alla sua base egli pone i **quattro elementi** di Empedocle e l'**etere** che gioca un ruolo importante. Esso entra nella costituzione di tutto ciò che si trova al di sopra del cielo della Luna per rendere conto del fatto che tutto ciò che ivi si trova rimane sempre uguale a se stesso, senza essere soggetto a generazione e corruzione. Al di sopra del cielo della Luna vi è un moto eterno che non subisce rallentamenti e questo è possibile solamente attraverso un elemento diverso da quelli terreni.

I **quattro elementi** hanno una relazione con le **quattro qualità elementari o primarie** : caldo, freddo, secco, umido. Queste quattro qualità formano coppie di opposti che non possono mai

coesistere (il caldo non può coesistere con il freddo) e ad ogni elemento vengono assegnate due qualità elementari; cosicché abbiamo:

terra = secca e fredda
acqua= umida e fredda
aria= umida e calda
fuoco= secco e caldo

Questo modo di definire le cose fa sì che, mediante lo scambio di almeno una delle qualità primarie nel suo opposto, è possibile che un elemento si trasformi in un altro. Risulta quindi semplice ad esempio la trasformazione di acqua in aria e viceversa, mentre invece risulta difficile la trasformazione da aria in terra. **Gli elementi non sono immutabili ma trasformabili l'uno nell'altro**

Ci sono corpuscoli alla base dei quattro elementi? Per Aristotele la risposta è negativa, egli nega con grande forza l'esistenza del vuoto e quindi anche il concetto di materia discontinua. Il **rifiuto dell'atomismo** deriva dal fatto che sia Platone che Democrito non assegnavano nessuna qualità ai supposti costituenti ultimi della materia (triangoli ed atomi). Per Aristotele **alcune qualità elementari entrano nella materia**. Certo è che tra triangoli ed atomi tridimensionali Aristotele preferisce questi ultimi, se non altro perché Democrito mostra di aver rivolto maggiore attenzione ai fatti empirici, cosa del tutto estranea al pensiero di Platone. Di Democrito poi viene criticato il movimento casuale degli atomi, che non saprebbero dove andare non trovando né un su né un giù, né una destra né una sinistra. Dovrebbero dunque restare immobili. Per Aristotele il moto ha una direzione (teoria dei luoghi naturali). Inoltre, se il vuoto esistesse, non si capirebbe perché un oggetto scagliato dovrebbe fermarsi in un punto piuttosto che in un altro. Nel vuoto un oggetto *dovrà muoversi all'infinito* (e questo è vero, è il principio d'inerzia!). **Per negarlo Aristotele aveva formulato il principio d'inerzia!**

Il mondo è dunque tutto pieno. **Ma quanto è divisibile questo tutto pieno?** Qui emerge un punto importante della filosofia aristotelica: la differenza concettuale che egli fa tra infinito in potenza ed infinito in atto. Egli sostiene che un corpo percepibile è divisibile all'infinito e non divisibile all'infinito al tempo stesso, senza che vi sia contraddizione. Infatti esso sarà divisibile in potenza ma non in atto. Ma anche in questo caso sorgono problemi perché, secondo Aristotele, anche supponendo di fare la divisione del corpo solo in potenza, risulterebbe che ogni punto del corpo darebbe diviso fino a scomparire nel nulla, ma allora come sarebbe possibile ricostruirlo? D'altra parte è impensabile il dividere praticamente un corpo in ogni suo punto e quindi, ad un certo istante, bisognerà porre fine al processo: si dovranno dunque ammettere nel **corpo grandezze indivisibili invisibili**.

In definitiva, pur nell'ammissione chiara di tutto pieno e continuo, la soluzione del problema pare arenarsi su un fatto accessorio: la divisibilità della materia. Ammettendo solo la divisione in atto, sembra ragionevole accettare l'esistenza di piccole parti che conservino le caratteristiche delle sostanze che si stanno dividendo : ***i minima naturalia***.

Comunque sia Aristotele afferma l'impossibilità che qualcosa di continuo sia formato da atomi (indivisibili), ad esempio che una linea risulti formata da punti (poiché la linea è un continuo mentre il punto è un indivisibile). Ogni continuo deve essere formato da parti sempre divisibili.

Ecco un argomento contro Zenone (la freccia) : tanto la grandezza quanto il tempo sono continui ; se la grandezza è infinita ci vorrà un tempo infinito a percorrerla, se essa è finita ci vorrà un tempo finito. **La tartaruga verrà raggiunta da Achille ammettendo che la distanza che percorre è finita e non infinita.**

I **quattro elementi** sono organizzati secondo gradi di intrinseca nobiltà, saranno disposti in ordine gerarchico anche nella costituzione del **COSMO**: la terra, la più vile, sta più in basso; su di essa vi è l'acqua, quindi l'aria e , da ultimo, il fuoco, l'elemento più nobile. Semplici osservazioni naturali lo portano a questa fisica: un pugno di terra affonda nell'acqua, delle bolle d'aria salgono da sotto l'acqua, il fuoco acceso nell'aria sale attraverso quest'ultima.

A questi elementi bisogna aggiungere l'**etere** perfetto, eterno ed incorruttibile, la quintessenza che si trova al di sopra di tutti gli altri. La luna, i pianeti, ed il Sole vengono sostenuti da corrispondenti sfere cristalline- L'asse della sfera che porta il pianeta è fissato all'interno di un'altra sfera rotante il cui asse è attaccato ad una terza sfera e così via.

Andando più in particolare erano state introdotte altre sfere rotanti in direzione opposta affinché il moto dell'una si trasmettesse all'altra (sfere compensatrici). L'insieme completo delle sfere del sistema aristotelico, come sviluppo del sistema di Eudosso e Calippo, è di 56 (55 +quella delle stelle fisse).

Il moto è trasmesso dall'ultima sfera a quelle più interne. Quando si arriva alla sfera eterea che contiene incastonata la Luna, il suo moto trascina per attrito l'aria ed il fuoco sottostanti provocando il rimescolamento dei quattro elementi, fenomeno che è alla base della generazione e corruzione del mondo terreno o sublunare. Senza quell'attrito gli elementi sarebbero separati con sfere di terra, acqua, aria e fuoco concentriche. In particolari condizioni il fuoco che sale si concentra in un dato luogo e viene messo in rotazione dall'attrito originando così le **comete**.

Per Aristotele i **movimenti terrestri** dipendono da quelli celesti, le incessanti rivoluzioni del cielo provocano i moti rettilinei degli elementi terrestri. Tutto ciò che accade sulla Terra è controllato dalle sfere celesti, inizia in questo modo quella cosa che va sotto il nome di **Oroscopo**.

Passiamo ora ad occuparci più in dettaglio di un problema centrale della fisica aristotelica, il problema del **moto**. Diciamo subito che per Aristotele il termine *moto o movimento* vuol dire qualsiasi *mutamento* mentre il moto come lo intendiamo oggi è per Aristotele il *moto locale*.

Un oggetto è in moto se occupa successivamente luoghi diversi. Il moto può essere:

- **sostanziale**: di generazione e corruzione
- **qualitativo** : modificazione delle qualità
- **quantitativo**: accrescimento e diminuzione
- **moto locale**: che a sua volta si suddivide in *moto violento e moto naturale*. Quest'ultimo a sua volta può essere verso l'alto o verso il basso e circolare.

I corpi che si muovono dall'alto in basso o viceversa sono dotati di *peso o leggerezza*, proprietà che non spettano ai corpi che si muovono di moto circolare. I gravi cadono a diverse velocità a seconda del loro *peso* e a seconda della *densità del mezzo*.

Ogni corpo tende ad andare al suo luogo naturale e i moti che realizzano questo sono moti naturali: così la terra si muoverà per raggiungere la terra, l'acqua scorrerà per andare verso l'acqua, l'aria salirà in bollicine...

Sono moti violenti quelli provocati artificialmente (lanci di frecce , animale che trascina un carro...), in ogni caso perché un moto sia possibile è necessario un **motore** che lo sostenga: mentre per il carro è chiaro qual è il motore, per il sasso scagliato occorre pensare che esso sia mantenuto in moto dall'aria che, chiudendosi dietro di esso, lo spinge. Se il motore cessa di agire cessa il moto. Il moto è uniforme se su di esso il motore agisce in modo costante.

Il caso invece della caduta di un corpo solleverà una problematica enorme che sarà dipanata a partire da Galileo.

L'infinito non può muoversi (non ha altro spazio da occupare) e poiché la sfera delle stelle fisse è in moto si deve concludere che il **mondo è finito**. Ma se la sfera delle stelle fisse è in moto vuol dire al di là deve esservi luogo e quindi l'universo deve proseguire anche al di là di tale sfera.

Il limite del mondo è la superficie interna della sfera delle stelle, l'ultima sfera è in moto anche se occupa sempre lo stesso luogo.

La Terra è immobile perché un corpo scagliato verso l'alto ricade perpendicolarmente nello stesso punto da cui è stato lanciato.

La sfericità della Terra viene dedotta dalle ombre circolari disegnate sulla Luna durante le eclissi.

CONCLUSIONE

Con la morte di Aristotele scompare uno dei massimi pensatori dell'antichità classica. I rivolgimenti politici originati dalle conquiste di Alessandro Magno spostano il centro scientifico dalla Grecia, Magna Grecia e Asia Minore verso **Alessandria** ed ancora in alcuni centri della Magna Grecia., dando inizio al **periodo ellenistico**. Qui si saldano le tradizioni dei massimi pensatori dell'antichità classica con la cultura che era stata sviluppata dai babilonesi e quella penetrata dall'oriente.

Ora non incontriamo più *filosofi "complessivi"*, la scienza inizia a separarsi dal pensiero filosofico che ormai, dai sofisti in poi, disquisiva su se stesso. Vi sarà una fioritura impressionante di ingegneri e scienziati che daranno vita ad una vera e propria esplosione della scienza, come dice Russo alla *rivoluzione dimenticata*. Parliamo di nomi come **Euclide, Apollonio, Ipparco, Aristarco, Eratostene, Archimede**.

L'eredità più propriamente filosofica dei massimi pensatori la ritroviamo invece nelle scuole di pensiero che si susseguono alla morte di Aristotele: la scuola scettica, epicurea, stoica, neopitagorica, neoplatonica. A parte la scuola epicurea l'interesse per la scienza viene meno, la metafisica, l'alchimia, la magia, l'astrologia assumono un'importanza sempre maggiore.

In conclusione siamo debitori a Platone della costante rivendicazione dell'uso della matematica per una vera conoscenza scientifica, altrettanto però dobbiamo ad Aristotele per il suo rivendicare il primato delle ricerche empiriche. Quando, dopo 2000 anni, si salderanno queste due tradizioni nascerà l'approccio moderno alla comprensione del mondo.