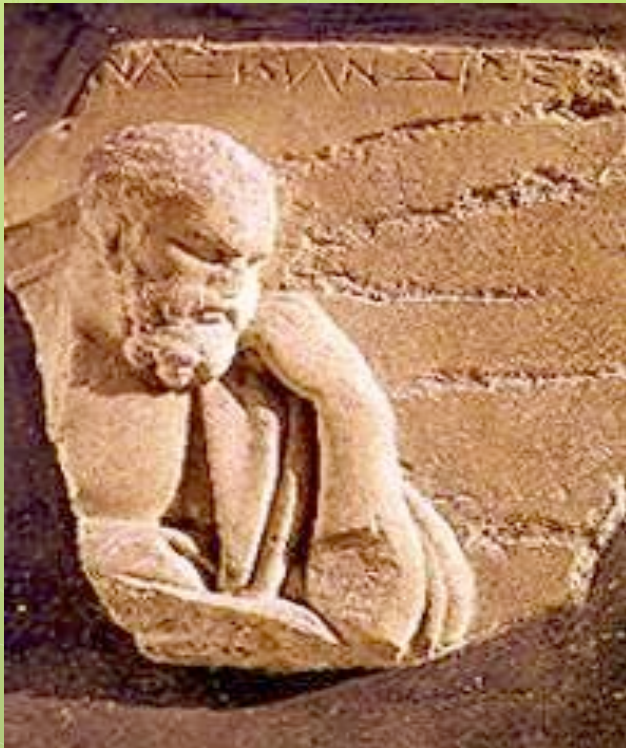


*Le cose nascono l'una dall'altra e
periscono l'una nell'altra, secondo
necessità. Esse si rendono giustizia fra
loro e riparano le loro ingiustizie secondo
l'ordine del tempo.*



Docente
Vincenzo Pappalardo

Anassimandro

La prima grande
rivoluzione scientifica

Copyright © 2014 di Vincenzo Pappalardo
Tutti i diritti sono riservati

Il presente libro "*Anassimandro: la prima grande rivoluzione scientifica*" può essere copiato, fotocopiato, a patto che il presente avviso non venga alterato, e che la proprietà del documento rimanga di Vincenzo Pappalardo.

Il presente documento è pubblicato sul sito:

www.liceoweb.it

La scienza è interesse culturale, desiderio di sapere, conoscenza, metodo. *La scienza è pensiero scientifico.*

La scienza è un continuo ridisegnare il mondo e il pensiero scientifico è l'esplorazione di modi sempre nuovi di ripensare il mondo.

La forza del pensiero scientifico non consiste nelle certezze raggiunte, ma nella sua continua ribellione al sapere del presente e a tutte quelle certezze che appaiono ovvie.

IL MONDO ANTICO

La natura del pensiero scientifico è critica, ribelle, insofferente a ogni concezione a priori, a ogni riverenza, a ogni verità intoccabile.

Da queste considerazioni, possiamo considerare *Anassimandro* il primo grande pensatore che offre una nuova visione del mondo (in contrasto con quella del suo maestro Talete). Il precursore di Copernico, Galileo, Newton, Einstein. L'artefice della prima grande rivoluzione scientifica della storia dell'uomo.

Per spiegare i fenomeni naturali l'uomo, prima che alla ragione e all'osservazione, fece ricorso alla fantasia, e si formarono così i miti (dal greco *mythéo* che significa *io racconto* o *narro*) intorno all'origine del mondo, al destino dei mortali, alle grandi forze dominanti lo sviluppo degli eventi.

Il *mito* rappresenta il primo tentativo di elaborazione della realtà. Ha educato l'uomo a spingersi oltre la manifestazione disorganica dei fatti, a considerarli connessi l'uno all'altro, cercando i principi di ciò che accade intorno a noi.

Tra mito e scienza non c'è, pertanto, opposizione, in quanto entrambi sono attività del pensiero umano tendenti a rispondere ai perché del mondo.

La differenza principale tra mito e scienza riguarda il metodo con cui essi ricercano la verità delle cose. Il mito si serve della narrazione fantastica e non si cura di accertare la validità dei propri enunciati; la scienza, invece, fa del metodo scientifico, ossia della verifica delle proprie ipotesi attraverso opportune misure quantitative, lo strumento essenziale della propria ricerca.

Prima che la scienza prendesse esplicitamente avvio, l'arte e la religione avevano già abbozzato alcune riflessioni generali sull'uomo e sul mondo. Ciò avvenne soprattutto nelle cosmologie mitiche, che cercavano di narrare l'origine del mondo a partire dal caos primitivo.

La cosmogonia (da *kosmos*=universo e *gighnomai*=io genero) è la spiegazione mitica dell'origine e della formazione del mondo e tutti i popoli e le civiltà hanno formulato dei miti cosmo-gonici.

L'elemento primordiale sarebbe quasi ovunque un caos fluido (si pensi alla spontanea fertilità dell'elemento acquoso che produce la vita nelle valli del Nilo, del Tigri e dell'Eufrate), ed, emersa da esso, una Grande Madre avrebbe dato inizio alla creazione del mondo e degli dèi.

E' presente in questo mito il concetto di unità dell'universo in quanto originato da una materia unica.

Il più antico documento della cosmogonia presso i Greci è la *Teogonia* di *Esiodo* (VIII sec. a.C.; VII sec. a.C.).

Esiodo fu probabilmente il primo a cercare un principio delle cose quando disse che all'inizio ci fu «Caos», poi venne la terra *«dall'ampio seno»* e quindi l'amore *«che eccelle tra gli dei immortali»*. Egli vuole rispondere alla seguente domanda fondamentale, la stessa di Anassimandro e dei filosofi naturali,: come il mondo è divenuto quello che è.

Esiodo, per poter spiegare l'ordine che governa il mondo, non fa altro che narrare i rapporti genealogici tra i vari dèi, che del *kosmos* (=ordine) sono i garanti.

Nella *Teogonia* il ruolo della coppia divina primigenia, che è all'origine di tutto, è attribuito a Gaia (la terra) e Urano (il cielo). Infatti, dovendo rappresentare l'ordine del mondo fisico attraverso le gerarchie divine, Esiodo pone all'origine di tutte le generazioni una coppia che è la personificazione stessa dell'universo fisico, la terra e il cielo.

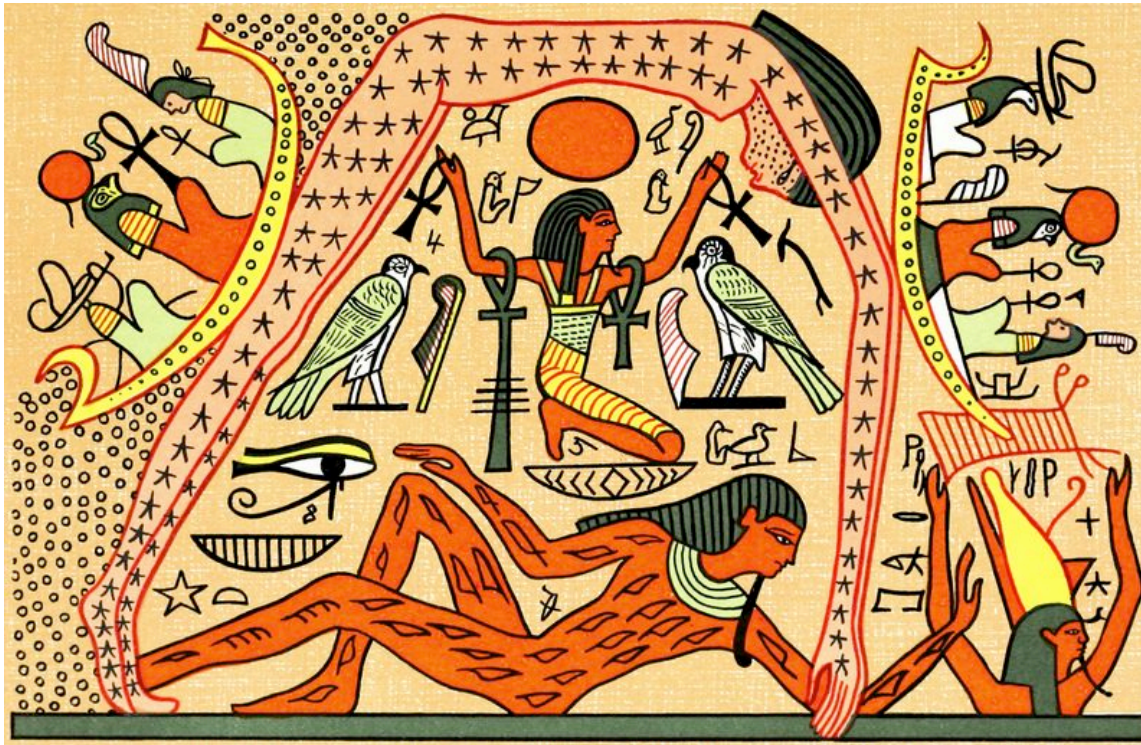
L'origine dell'universo da una coppia divina si ritrova anche nella mitologia egizia, che propone vari racconti della creazione.

Un'idea ricorrente nei miti cosmogonici egizi è che la vita derivò dalle acque dello "*smisurato abisso*". All'origine di questi miti c'era indubbiamente l'osservazione che le terre inondate dal fertile limo del Nilo erano promesse di nuova vita per un nuovo anno agricolo.

Presso i Babilonesi la creazione di un universo ordinato venne attribuita alla vittoria di Marduk, il dio babilonese, su Tiamat, la divinità del caos. Ancora una volta all'origine della creazione troviamo una battaglia titanica tra forze divine opposte, un dramma cosmico tra il caos e l'intelligenza ordinatrice.

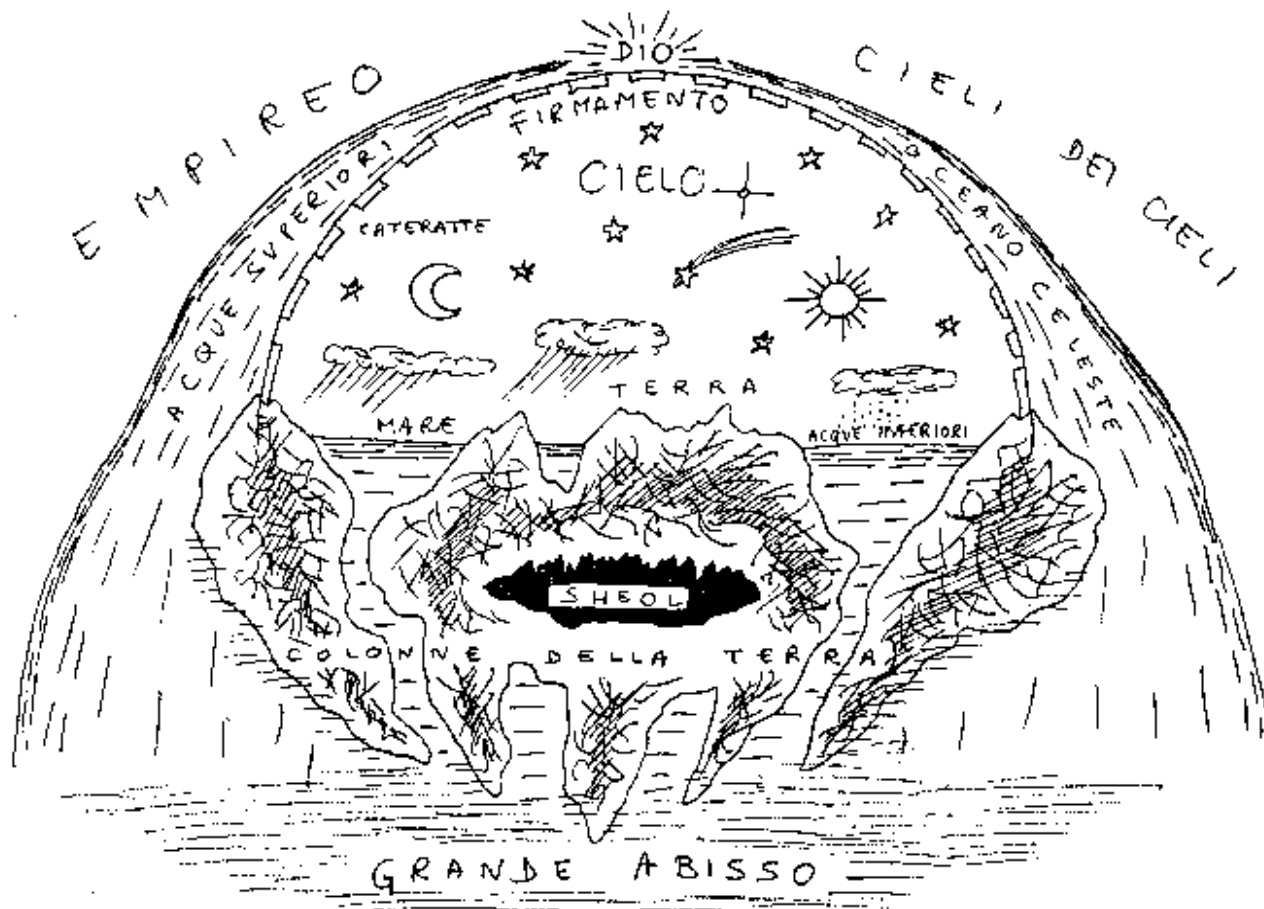
In questo mito si cela, forse, la lotta dell'uomo primitivo contro le periodiche inondazioni della Mesopotamia, interpretata come conflitto primordiale tra le forze del caos e quelle dell'ordine che producono la vita.

Contemporaneamente alle credenze religiose politeistiche del resto del bacino mediterraneo si sviluppò nel popolo ebraico, soprattutto per merito di Mosè, una fede intransigentemente monoteistica, in cui dio è creatore di tutte le cose.



La dea del cielo **Nut**, ricoperta di stelle, viene generata da **Geb**, dio della terra. Mito della creazione, risposta inadeguata per la scienza moderna, ma pur sempre il tentativo di trovare la "causa prima" all'origine e all'evoluzione dell'universo.

Le cosmogonie



La tecnologia primitiva, oltre al mito, fu il mezzo attraverso cui l'uomo cercò di sottomettere la natura.

Man mano che al bronzo si sostituiva il ferro, più economico e funzionale, fonderie e miniere passavano dal livello artigianale a quello di piccole manifatture, data la tecnica più complessa richiesta dalla nuova lavorazione.

La tecnica, prodotta di osservazione razionale e di sperimentazione ripetuta, diede un profondo impulso pure alla scienza.

Strumento della scienza in quest'epoca fu anzitutto la scrittura (geroglifica e poi sostituita da quella sillabica e alfabetica, molto più funzionali). La scrittura permise l'approfondimento delle prime conoscenze ed osservazioni, si scrissero i primi libri e si fondarono le prime biblioteche.

Quindi, se vogliamo individuare il luogo in cui collocare le origini della scienza, questo è la Mesopotamia, dove intorno al 4000 a. C. si sviluppò una fiorente civiltà, quella dei *Sumeri* prima e dopo quella dei *Babilonesi*.

Anche se alcune fondamentali nozioni scientifiche, come la concatenazione di causa ed effetto, furono conquista già della tecnica più primitiva, e nonostante l'uso magistrale delle più sofisticate tecniche, sia gli egizi che i babilonesi mancarono di curiosità nel comprendere perché queste tecniche funzionassero.

In nessuna fase cominciarono a speculare sulla natura, a costruire un sistema di pensiero, e cercarono per i più appariscenti fenomeni, come il moto delle stelle o dei pianeti, le fasi della luna o le eclissi, spiegazioni mitologiche.

La civiltà mesopotamica ed egiziana influenzarono i greci, loro successori, tecnicamente ma non concettualmente.

IL MONDO GRECO

Lo sforzo di descrizione, di coordinazione, di spiegazione e di previsione dei fenomeni naturali, primo nucleo attorno al quale nel corso dei secoli si formerà la fisica (dal greco *physis=natura*), cominciò in Grecia nel VI secolo a.C., favorito dall'ambiente politico-sociale-culturale e da un linguaggio già affinato da una lunga tradizione letteraria.

Però quando si parla della Grecia antica, oltre alla penisola che costituisce oggi lo stato greco, si deve pensare a tutto il bacino del Mar Egeo e dello Ionio (le coste dell'Asia Minore e l'Italia Meridionale, colonizzate dai Greci).

Caratteri della società greca



L'idea che si potesse comprendere la natura in modo razionale nasce, perciò, nelle luminose città greche.

La nascente civiltà greca è profondamente diversa da quella mesopotamica ed egiziana, che sono ordinate, stabili e gerarchiche. Il potere è centralizzato e la civiltà si regge sulla conservazione dell'ordine stabilito.

Il giovane mondo greco, al contrario, è dinamico, in evoluzione continua.

Non vi è potere centrale e ogni città è indipendente e, all'interno di esse, il potere è rinegoziato in continuazione fra i cittadini. Le leggi non sono né sacre né immutabili, ma, al contrario, sono continuamente discusse, sperimentate e messe alla prova.

In questo clima culturale profondamente nuovo nella storia del mondo, nasce un'idea nuova della politica: la democrazia. E le basi su cui poggia la democrazia delle giovani città greche sono le stesse della ricerca scientifica del sapere.

E nasce un'idea nuova della conoscenza: la conoscenza razionale. Questa è una conoscenza dinamica, che evolve, che è continuamente discussa e messa alla prova. L'autorità del sapere viene soprattutto dalla capacità di convincere gli altri della giustezza delle proprie affermazioni e non dalla tradizione, dal potere, dalla forza o dall'appello a verità immutabili.

La critica alle idee acquisite non è temuta; al contrario, è auspicata: è la sorgente stessa del dinamismo, della forza di questo pensiero.

I Greci, staccandosi decisamente dalle pratiche magiche e sottoponendo a severa critica ogni ricorso alle spiegazioni mitiche dei fenomeni naturali, tracciarono per primi la via (il metodo) della ricerca scientifica, consistente soprattutto nel congiungere l'esperienza e il ragionamento, i dati sensibili ottenuti tramite l'attenta osservazione dei fenomeni e la sistemazione teorica.

Questo nuovo metodo d'indagine avvicina la scienza greca alla nostra.

Aristotele chiama "fisici" e "fisiologi" i primi pensatori greci (Talete, Anassimandro, Anassimene). Nel suo linguaggio, la "fisica" ha come oggetto quella parte del Tutto che è la realtà diveniente (sia essa realtà corporea, o biologica, o psichica), oltre la quale esiste la realtà immutabile di Dio.

Il termine "fisica" è costruito sulla parola *physis*, che i latini hanno tradotto con "natura". Se si sta alla definizione aristotelica di "fisica", allora tradurre *physis* con "natura" è del tutto legittimo, perché nel termine latino *natura* risuona innanzitutto il verbo *nasco* ("nasco", "sono generato"), sì che la "natura" è appunto il regno degli esseri che nascono (e quindi muoiono), ossia di ciò che, appunto, diviene.

Ma quando i primi filosofi pronunciano la parola *physis*, essi non la sentono come indicante semplicemente quella parte del Tutto che è il mondo diveniente.

Physis è costruita sulla radice indoeuropea *bhu*, che significa “essere”, e la radice *bhu* è strettamente legata (anche se non esclusivamente, ma innanzitutto) alla radice *bha*, che significa “luce” (la parola *saphes*).

Physis significa “essere” e “luce” e cioè l’essere, nel suo illuminarsi.

Quando i primi filosofi chiamano *physis* ciò che essi pensano, non si rivolgono a una parte o a un aspetto dell'essere, ma all'essere stesso, in quanto esso è il Tutto che avvolge ogni parte e ogni aspetto.

E non si rivolgono all'essere, in quanto esso si nasconde e si sottrae alla conoscenza, ma all'essere che si illumina, che appare, si mostra e che in questa sua luminosità è assolutamente innegabile.

In questo rivolgersi alla *physis*, cioè al Tutto che si mostra, la filosofia riesce a vedere il Tutto nel suo esser libero dai veli del mito.

La filosofia (la "cura per il luminoso") si presenta sin dall'inizio come il lasciar apparire tutto ciò che è capace di rendersi manifesto e che pertanto si impone (e non è imposto dalla fantasia mitica), ossia è verità incontrovertibile: *physis*.

L'affermazione di Aristotele che la scienza dei primi pensatori è una "fisica" può essere espressa anche dicendo che tale scienza è una "cosmologia", cioè una scienza del "cosmo".

Nel suo linguaggio più antico, la filosofia indica con la parola *kòsmos* quello stesso che essa indica con la parola *physis*: il Tutto, che nel suo apparire è la verità innegabile e indubitabile.

Infatti, la radice indoeuropea di *kòsmos* è *kens*, che significa "annunzio con autorità": l'annunziare qualcosa che non può essere smentito, il dire qualcosa che si impone.

Si può così comprendere perché la filosofia non abbia tardato a chiamare se stessa *epistéme*, che alla lettera significa "*che si tiene su da sé*".

In sostanza, è un termine che indica la conoscenza certa e incontrovertibile delle cause e degli effetti del divenire, ovvero quel sapere che si stabilisce su fondamenta certe, al di sopra di ogni possibilità di dubbio attorno alle ragioni degli accadimenti.

I babilonesi, come gli egiziani, possedevano un numero rispettabile di conoscenze astronomiche e matematiche. Le straordinarie realizzazioni architettoniche di tali civiltà, presuppongono una genialità ingegneristica e la capacità di dominare e combinare tante conoscenze anche astratte.

Queste considerazioni, seppur corrette, non tengono conto di un aspetto fondamentale della scienza: la sua costruzione teorica, che permette di spingere la conoscenza molto al di là di quanto è semplicemente constatabile.

E' su questo punto che la civiltà greca ha introdotto quella rivoluzione nel modo di intendere e fare scienza, ossia nell'aver elaborato un nuovo e originale modello del sapere:

quando aspiriamo a conoscere nel modo più pieno e adeguato una certa realtà, non possiamo limitarci ad appurare che essa esiste e a descrivere accuratamente come è fatta, ma dobbiamo anche cercare di comprendere perché esiste ed è fatta così come ci appare.

Per raggiungere questo obiettivo non è più sufficiente attenerci a quanto ci fornisce l'esperienza immediata delle cose, ma dobbiamo far intervenire la **ragione**, la quale chiarisce che quanto constatiamo non è casuale, e che rientra in un quadro generale entro cui risulta spiegabile.

- **Spiegazione della realtà (antiche civiltà): miti cosmogonici.**
- ✓ **Spiegazione della realtà (civiltà greca): la ragione, attraverso la dimostrazione, capace di rifarsi a principi universali e non più al mito.**

Venivano così poste esplicitamente a tema, accanto alle esigenze dell'*empiria*, anche quelle del *logos*:

Spiegazione dei modi di apparire delle cose nella ricerca della loro natura o essenza, e nelle cause che le pongono in essere.

In questa ricerca di ragioni generali al posto di spiegazioni ad hoc escogitate caso per caso, e di un metodo dimostrativo per stabilirle, possiamo riconoscere i tratti distintivi che separano il sapere prescientifico da quello scientifico.

Le caratteristiche indicate in precedenza come requisiti specifici della scienza greca furono pienamente enunciate e riconosciute proprio dai filosofi greci dell'epoca, i quali misero in risalto la differenza che sussiste fra il semplice possesso della verità e l'autentico sapere.

E' del tutto spontaneo identificare il sapere con il possesso della verità.

In sostanza la scienza è sapere pieno, in cui la verità è affermata con l'ostensione delle sue ragioni.

Pertanto, secondo il modello di conoscenza esplicitamente teorizzato dalla filosofia greca, il sapere autentico si raggiunge solo quando:

dopo aver appurato una verità, si è anche in grado di darne la ragione, ossia di darne il perché.

In che consiste il "dare le ragioni", il "mostrare perché"?

I Greci diedero a queste domande una risposta precisa: significa offrire una dimostrazione.

Il sapere autentico è un sapere dimostrativo, ossia argomentato e fondato in base a ragionamenti corretti.

In questa scelta si radica quel razionalismo greco che è poi rimasto il carattere distintivo, anche se non esclusivo, dello stile intellettuale dell'Occidente.

Questa impostazione pone alcune domande: in che consiste una dimostrazione, ossia una concatenazione logica di ragionamenti? E in che modo può una dimostrazione garantire la verità della conclusione di tale catena?

Metodo assiomatico-deduttivo

Organizzare le conoscenze in modo che, individuati alcuni enunciati primitivi (chiamati assiomi o postulati), le rimanenti proposizioni risultino rigorosamente dimostrabili a partire da essi. La scelta di tali enunciati primitivi si basa sulla loro evidenza. Se capita che le conclusioni dedotte rigorosamente dai principi entrino in collisione con quanto attestato dall'esperienza, non saranno mai i principi a essere smentiti, ma semmai il valore di verità delle risultanze di osservazione.

In forza di questa struttura, un'autentica scienza (ossia un autentico sapere) risulta dotata di universalità, necessità e certezza.

L'applicazione più celebre di questo modello del sapere è costituita dagli *Elementi di Euclide*, che ha costituito la spina dorsale della costruzione della matematica occidentale fino ai nostri giorni.

Ma ha trovato ampia applicazione anche nelle scienze fisiche. Per esempio, è stato adottato nei *Principia di Newton* ed è usato in diverse presentazioni di altre teorie fisiche attuali, quali la *teoria della relatività* e la *meccanica quantistica*.

ANASSIMANDRO

la prima grande rivoluzione scientifica

La scuola di Mileto



La prima intuizione di una nuova via da seguire nella comprensione dei fenomeni naturali si ebbe nelle colonie greche della Ionia, in particolare a Mileto, dove fiorì un gruppo di intellettuali: Talete, Anassimandro, Anassimene.

Questi primi filosofi naturali introducono due nuovi elementi: in primo luogo una sconsacrazione dei miti intorno all'origine e all'unità del mondo, a cui si sostituisce un'intuizione fisica di tale origine e unità attraverso una sistematica raccolta di informazioni mediante l'esperienza; e, in conseguenza di ciò, la profonda visione metodica dell'omogeneità della natura.

Il pensiero dei filosofi milesi si incentrava soprattutto sul problema della realtà primaria e si convinsero che, alla base di tutto, esisteva una realtà unica ed eterna.

La loro aspirazione era scoprire la natura essenziale, ovvero la costituzione reale delle cose che essi chiamavano *physis*.

Essi denominano tale sostanza *archè* (dal greco principio), da cui tutte le cose derivano.

Il principio è materiale, come per Talete (acqua) o Anassimene (aria), o immateriale (indefinita) come per Anassimandro.

Questa ricerca dell'origine di tutte le cose, questa ricerca dell'*archè*, esprime una esigenza rimasta sempre alla base del pensiero scientifico.

In una trasformazione fisica cerchiamo ciò che resta invariato (l'energia, il momento angolare, ecc.), o ciò che vi è di comune, al di là di ogni apparenza fisica.

Oppure, cerchiamo, nella fisica post-einsteiniana, attraverso il superamento della geometria euclidea, nuovi strumenti matematici che ci diano la possibilità di trovare un fondamento comune di cui il campo gravitazionale e quello elettromagnetico siano espressioni particolari, in modo da ottenere l'unità del tutto.

Il divenire del mondo, ossia i mutamenti che avvengono nelle cose della natura, obbedisce dunque alle stesse leggi ed è ciclico:

*tutto nasce dal principio e tutto vi
ritorna.*

Il modo di porsi di Talete, Anassimandro e Anassimene di fronte ai fenomeni e al cosmo in generale, lascia intravedere un triplice aspetto nella scienza dei Milesi:

1) la sistematica osservazione dei fenomeni naturali e il ricorso all'esperienza; 2) l'impiego delle tecniche; 3) la spiegazione dei fenomeni all'interno di un quadro logico, rappresentato dalla struttura geometrica dell'universo.

Questo terzo aspetto è particolarmente importante perché indica che la ricerca fisica, sin dall'inizio, muove dal bisogno di costruire una spiegazione razionale dei fenomeni.



Aristotele attribuisce a **Talete** (640/624 a.C.- 547 a.C.) l'affermazione: “*L'acqua è la causa materiale di tutte le cose*”.

L'affermazione che il mondo sia fatto di acqua (o a partire dall'acqua), non va inteso nel senso puramente materiale, ma che l'acqua rappresenta l'elemento primordiale o principio costitutivo di tutte le cose.

Questo implicò un nuovo e rivoluzionario rivolgimento concettuale.

Primo: l'esistenza di un problema circa la causa materiale di tutte le cose; **secondo:** l'esigenza che a questa domanda si debba rispondere in conformità alla ragione, senza ricorso ai miti; **terzo:** il postulato che in definitiva sia possibile ridurre ogni cosa ad un principio unico.

L'affermazione di Talete era la prima formulazione dell'idea di una sostanza fondamentale, di cui tutte le altre cose fossero forme transitorie.

Questo presupposto fa parte ancora della nostra logica scientifica: in tutte le trasformazioni chimico-fisiche, noi cerchiamo ciò che rimane invariato (per esempio la massa) e che riteniamo attinente alla sostanza delle cose, persuasi che attraverso il cambiamento nulla si crei o si distrugga.

Motivo per cui attraverso un ciclo di trasformazioni, ogni materia possa essere ricostruita (per esempio l'acqua, se vengono prima separati e poi ricongiunti i suoi costituenti, H_2 e O).

Talete fu, dunque, il primo a propugnare l'idea che per comprendere il cosmo fosse necessario conoscere la sua natura (*physis*) e che questa natura dovesse essere concepita in termini materiali.

E' vero che Talete pensava che la Terra fosse un disco galleggiante sull'acqua, ma è di enorme rilievo che egli speculasse su tali argomenti, per cui introdusse elementi astronomici nella cosmologia che in precedenza erano a carattere magico e religioso.

« Come l'anima nostra, che è aria, ci sostiene,
così il soffio e l'aria circondano il mondo intero. »

Anassimene

Nel solco di questa visione del mondo si inserisce **Anassimene** (ca. 586 a.C.– 528 a.C.), il quale sostituisce l'acqua di Talete e l'apeiron di Anassimandro con l'aria.

La scelta dell'aria come principio unico delle cose è il tentativo di affrontare una difficoltà evidente nelle dottrine di Talete e Anassimandro.

Se il tutto è fatto di acqua o di apeiron, come è possibile che possano assumere forme e consistenze così diverse, come quelle che appaiono nella varietà delle sostanze della natura? In sintesi: come può una sostanza primitiva assumere caratteristiche diverse?

Anassimene individua nella compressione e rarefazione, il meccanismo che permette a una singola sostanza di assumere apparenze diverse: l'acqua è generata dalla compressione dell'aria, che a sua volta si può riottenere per rarefazione dell'acqua; la Terra è generata per ulteriore compressione dell'acqua e così via per le altre sostanze.

Anassimene definì chiaramente l'approccio materialistico, ossia che il cosmo potesse essere spiegato nei termini della materia di cui era formato, in base ad un processo localizzato nello spazio e nel tempo.

Infatti, il suo concetto più originale è quello di una volta celeste cristallina su cui sono infissi “come chiodi” gli astri, visione che qui appare per la prima volta e che avrà la consacrazione con Aristotele e che durerà fino al termine del medioevo.

La sostanza primitiva per **Anassimandro** (ca. 610 a.C.– ca. 546 a.C.) non è un elemento materiale, ma l'*àpeiron* (l'indeterminato o l'infinito).

Nella designazione di Anassimandro, *àpeiron* è un aggettivo sostantivato che designa una certa proprietà della sostanza primitiva, e che tale materia prima è ritenuta infinita e infinitamente diffusibile, cioè suscettibile di espandersi dappertutto identificandosi con lo spazio.

Anassimandro, che usò per primo il termine *archè*, introduce l'idea che ci possa essere una base comune di tutte le cose e che è all'origine dell'universo, che chiama appunto *apeiron*:

una sostanza universale, eterna, immutabile, illimitata, impercettibile e non propriamente materiale, dalla quale deriva ogni materia tramite una selezione di attributi o proprietà.

Egli intuisce che per spiegare la molteplicità delle cose e dei fenomeni dobbiamo essere pronti ad introdurre oggetti nuovi, sostanze nuove, che non vediamo direttamente attraverso i sensi, ma che ci aiutano ad organizzare e comprendere.

Anassimandro compie un passo decisivo verso una interpretazione globale della realtà, rivelando una capacità di astrazione fino ad allora sconosciuta.

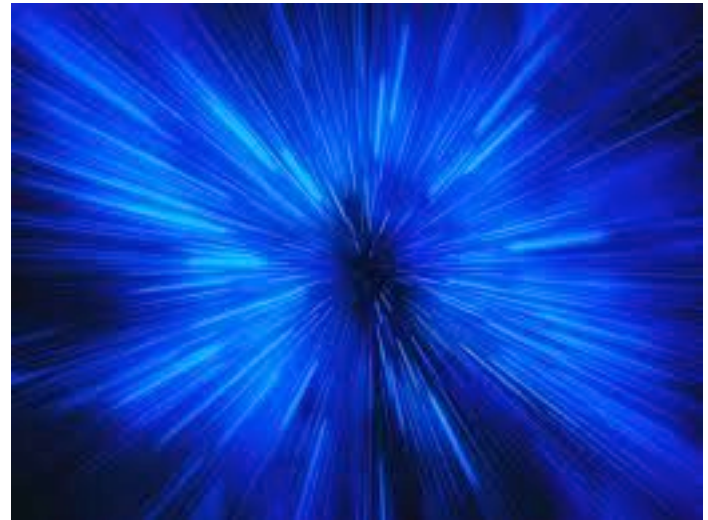
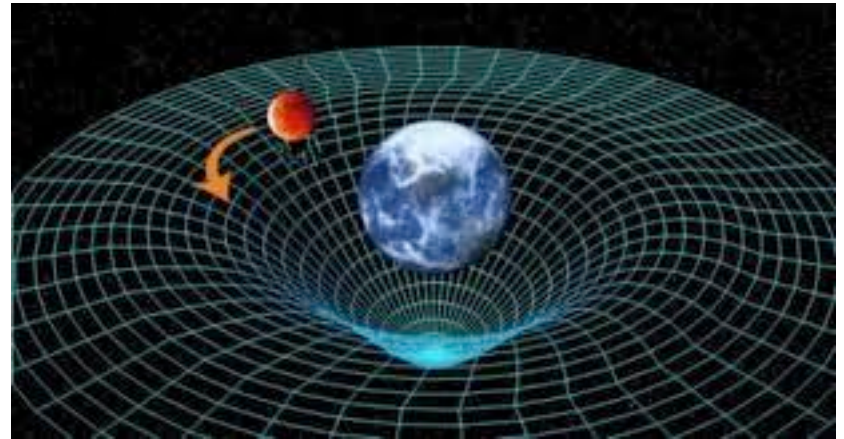
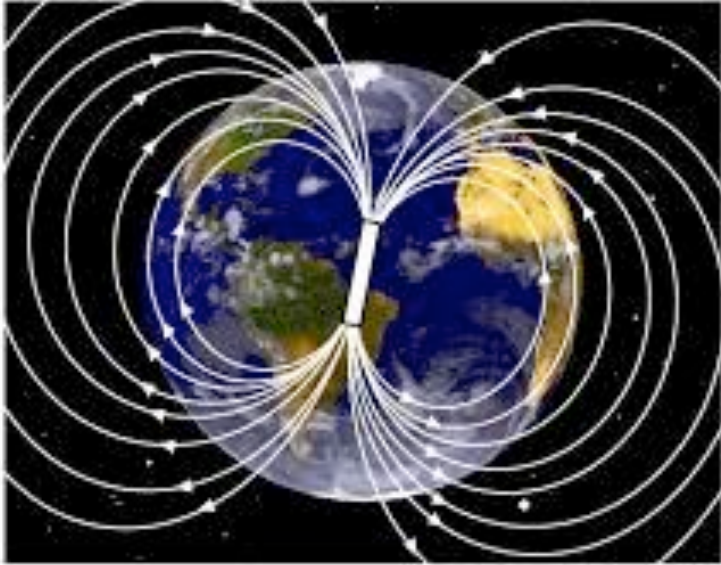
Ma perché non accettare un elemento materiale terrestre come principio di tutte le cose e scegliere come tale l'infinito (o l'indeterminato)?

L'intuizione geniale è che per spiegare la complessità del mondo sia necessario postulare, immaginare, l'esistenza di qualcosa (una materia prima infinita e infinitamente diffusa) che non è nessuna delle sostanze del mondo diretto della nostra esperienza, ma possa fungere da elemento unificante di spiegazione per tutte queste.

Nel postulare l'apeiron, Anassimandro apre la strada a quello che la scienza continuerà poi a fare per secoli, con straordinario successo: immaginare l'esistenza di "entità" che non sono direttamente visibili e percepibili, ma ci permettono di rendere conto in maniera unitaria e organica della complessità dei fenomeni.

Con questa interpretazione *l'apeiron* diventa l'antenato di tutti gli oggetti introdotti dalla fisica: l'atomo, il campo elettromagnetico, il campo gravitazionale, lo spaziotempo, la funzione d'onda, i campi quantistici, le particelle elementari.

Anassimandro: l'apeiron



Un'interpretazione diversa, isolata, ma consistente con la precedente lettura naturalistica dell'apeiron è quella del filologo Giovanni Semeraro, secondo il quale *ápeiron*, che deriverebbe dal semitico *apar*, («polvere», «terra»), accadico *eperu* equivalente del biblico *'afar*, sarebbe stato utilizzato da Anassimandro nel significato di *terra* e non di *infinito*.

Questa interpretazione ricondurrebbe la filosofia presocratica a una fisica corpuscolare, che accomunerebbe Anassimandro, Talete e Democrito. La relazione fra l'ápeiron di Anassimandro e gli atomi di Leucippo e Democrito è corroborata dall'attributo che comunemente accompagna gli atomi nei frammenti degli atomisti: "ápeira", plurale di ápeiron, usualmente tradotto con "innumerevoli".

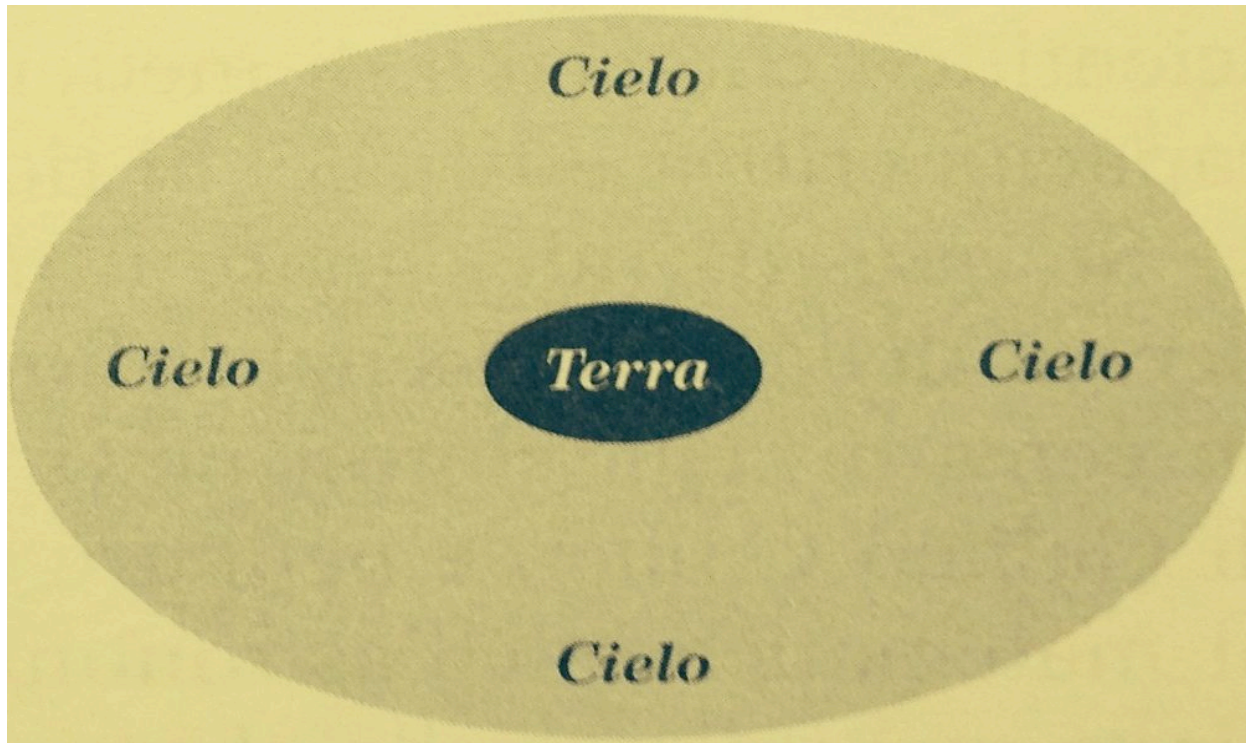
Ma la grande rivoluzione concettuale di Anassimandro è quella di aver compreso che la Terra è un oggetto sospeso nel nulla, in sostanza galleggia nello spazio.

Rifiutando l'acqua di Talete come archè, la elimina anche dalla sua macchina dell'universo come sostegno della Terra, e adopera invece, e ciò è molto moderno, un principio logico e geometrico.

Ricorda Aristotele:

Vi sono alcuni che denominano indifferenza la causa che fa rimanere immobile la Terra, come ad esempio Anassimandro fra gli antichi filosofi. Essi affermano che ciò che è posto al centro, in egual posizione rispetto agli estremi, non ha da muoversi né in su, né in giù, né dalle parti. Non essendo possibile che compia movimenti in versi opposti, necessariamente sta ferma.

Anassimandro, in questo modo, ridisegna completamente il quadro concettuale della comprensione umana dello spazio, della Terra, della gravità.



Non più lo spazio diviso in due, un sopra (cielo) e un sotto (terra) e gli oggetti che cadono dal sopra al sotto, bensì uno spazio fatto di cielo, all'interno del quale sta sospesa la Terra.

Senza esagerare, tale rivoluzione concettuale è più profonda di quella di Copernico. Infatti, mentre Copernico si avvale di un immenso lavoro concettuale e osservativo svolto dagli astronomi alessandrini e arabi, Anassimandro si appoggia solo sulle prime razionali domande sul funzionamento del cosmo.

Su questa base così esigua di elementi scientifici compie quella che Popper ha definito:

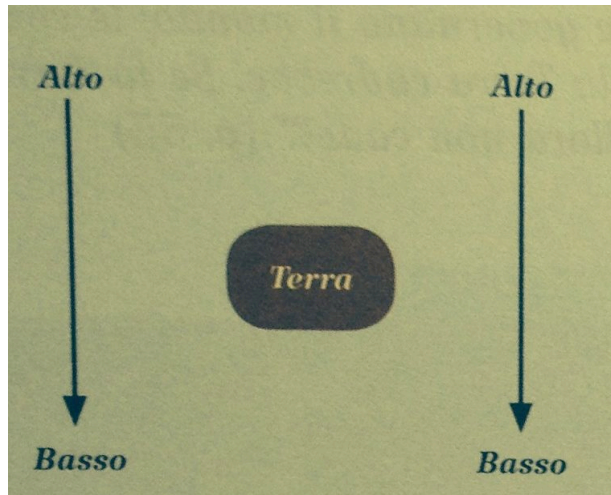
una delle più audaci, una delle più rivoluzionarie e delle più portentose scoperte dell'intera storia del pensiero umano.

Alla domanda: se la Terra è sospesa nel nulla, perché la Terra non cade? La risposta di Anassimandro è perentoria e sconvolgente, ed è contenuta nel *De Caelo* di Aristotele:

Alcuni, per esempio Anassimandro fra gli antichi, dicono che la Terra mantiene la sua posizione per indifferenza. Perché una cosa che si trovi nel centro, per la quale tutte le direzioni siano equivalenti, non ha ragione per muoversi verso l'alto o il basso o lateralmente; e siccome non può muoversi in tutte le direzioni insieme, deve necessariamente restare ferma. Questa idea è ingegnosa ...

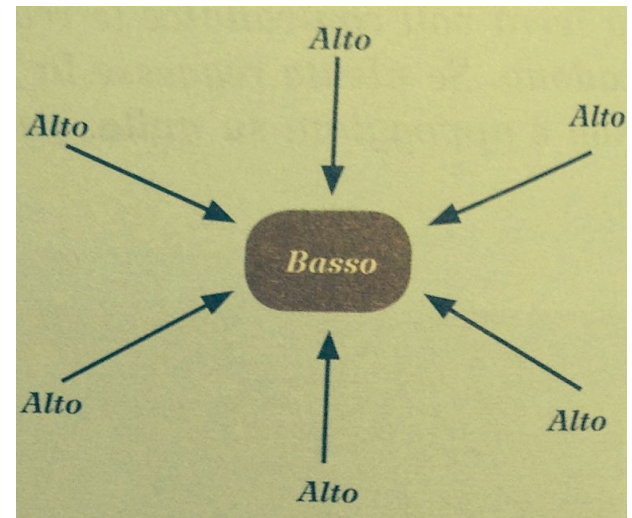
La Terra non cade perché non ha nessuna direzione particolare verso cui cadere se non verso se stessa. Alla luce della nostra comprensione della natura, la risposta di Anassimandro è esatta; anzi, rappresenta uno dei momenti più importanti del pensiero scientifico di tutti i tempi.

Nella nuova immagine del mondo proposta da Anassimandro, i concetti fondamentali di “alto” e “basso” vengono profondamente modificati, e non sono più quelli della nostra esperienza quotidiana.



Le nozioni di alto e basso non costituiscono una struttura assoluta e universale del reale. Non sono un'organizzazione a priori dello spazio, ma sono relativi alla presenza della Terra.

“Verso il basso” non indica più una direzione assoluta del cosmo, ma una direzione particolare verso la quale cadono i corpi: verso la Terra.



Dunque è la Terra che determina cosa sia l'alto e il basso. E' la Terra stessa che determina la direzione verso cui cadere.

Alto e basso non sono assoluti ma
relativi alla Terra.

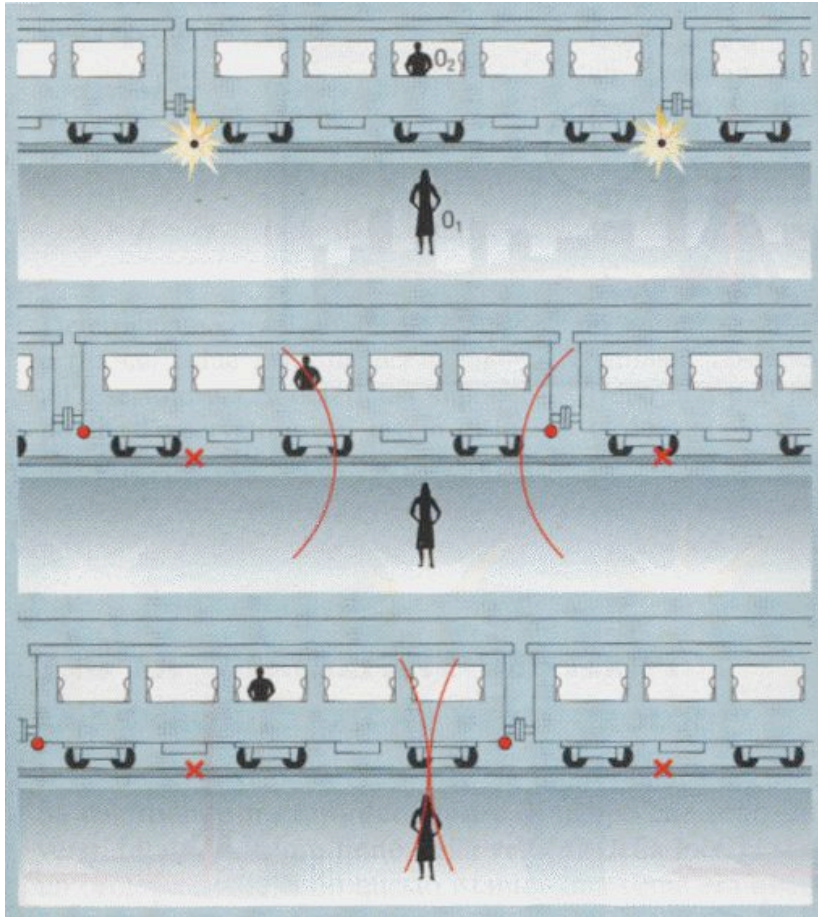
In questo modo Anassimandro cambia il modo di comprendere non solo l'immagine del mondo, ma la struttura stessa dello spazio, che era stato inteso come la direzione privilegiata (assoluta) verso la quale le cose cadono.

La rivoluzione di Anassimandro ha molto in comune con le altre grandi rivoluzioni del pensiero scientifico: come fa a muoversi la Terra se all'evidenza la Terra è ferma?

Galileo comprende che non esistono stati
o moti assoluti.

Non esiste un sistema di riferimento privilegiato





Einstein, con la relatività ristretta, scopre che la “simultaneità”, cioè la nozione di “adesso” non è assoluta, ma **relativa allo stato di moto dell'osservatore**.

Per l'osservatore sulla terra i due eventi sono simultanei. Per quello sul treno no, chi ha ragione?

Entrambi. La simultaneità è relativa.

La Terra non è un sistema di
riferimento privilegiato.

La Terra non è al centro
dell'universo?

Aristarco di Samo (310 a.C.-230 a.C.),
primo a introdurre un sistema eliocentrico,
conosceva le idee di Anassimandro?

Un'altra radicale novità della cosmologia di Anassimandro è quella di considerare il mondo immerso in uno spazio esterno aperto.

Infatti, la volta del cielo era sempre stata vista come la chiusura superiore del mondo. I vari corpi celesti (Sole, Luna, stelle, pianeti) come entità che si muovevano su una stessa volta celeste, tutti alla stessa distanza da noi.

Con Anassimandro, per la prima volta, si introduce la possibilità che i corpi celesti siano a distanze diverse da noi.

L'insieme delle idee e dei risultati raggiunti dal filosofo milese, però, non costituiscano un corpus scientifico nel senso della scienza moderna.

In particolare è del tutto assente l'idea di cercare leggi matematiche che possano soggiacere ai fenomeni naturali. Questa idea comparirà, ad opera della scuola pitagorica, nella generazione successiva ad Anassimandro.

E manca completamente l'idea di esperimento, nel senso della riproduzione artificiale di situazioni fisiche per comprendere le leggi che governano la natura. Questa idea, comparirà duemila anni più tardi con Galileo.

Di Anassimandro ci resta solo un piccolo frammento:

Le cose nascono l'una dall'altra e periscono l'una nell'altra, secondo necessità. Esse si rendono giustizia fra loro e riparano le loro ingiustizie secondo l'ordine del tempo.

E' un pensiero che esprime un'altra grandissima idea: gli eventi non avvengono per caso ma guidati da una necessità, secondo leggi che governano il loro svolgersi nel tempo. Nel quadro concettuale di un nuovo spazio e di un nuovo tempo, il genio di Anassimandro apre la strada alla nuova comprensione razionale del mondo.

Il pensiero scientifico esplora e ridisegna il mondo in continuazione; è un'esplorazione continua di forme di pensiero. La sua forza è la capacità visionaria di far crollare idee preconcelte, svelare territori nuovi del reale e costruire nuove e più efficaci immagini del mondo.

Ciò che l'universo realmente sia non lo sappiamo, ed è senza significato cercarlo. Noi possiamo solo formarci rappresentazioni della natura che mutano con i tempi e saranno sempre incomplete.

La consapevolezza dei limiti della nostra conoscenza e il coraggio di mettere in discussione le conoscenze pregresse, sono il cuore del pensiero scientifico.

La natura del pensiero scientifico è critica, ribelle, insofferente di ogni concezione a priori, a ogni verità intoccabile.

Fare scienza significa vivere con domande cui non sappiamo (forse non sappiamo ancora, oppure non sapremo mai) dare risposta.

La curiosità di imparare, scoprire, voler assaggiare la mela della conoscenza, è ciò che ci rende umani, perché non siamo fatti

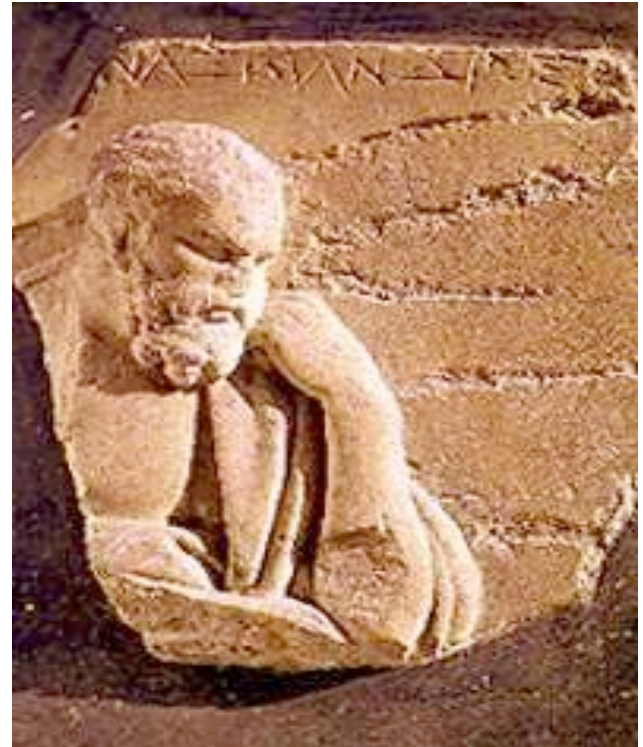
“a viver come brutí, ma per seguir virtute e canoscenza”.

FINE

Anassimandro

La prima grande
rivoluzione scientifica

FINE



Vincenzo Pappalardo

*Storia della fisica
e del pensiero scientifico*