

COSMOLOGIA



Dott. Sergio Musso

Χοσμος è una parola di origine greca, che, nella visione del mondo della Grecia classica, era associata ad un'altra parola ancora oggi in uso "χαος".

Per i Greci di 2000-2500 anni fa l'universo (il mondo, cioè tutto ciò che esiste) è sempre esistito. In un'epoca remota tutto era disordinato e confuso; poi è comparso un "demiurgo" (un progenitore di tutti gli dei: "Χρονος", il tempo) che ha messo ordine nel caos preesistente, trasformandolo in cosmos, l'universo ordinato che gli uomini possono osservare.

Chi è stato il primo cosmologo? Probabilmente: il primo uomo!

Il primo che si è posto domande antiche, ma ancora aperte: chi siamo? da dove veniamo? dove andiamo?

Sarà forse stato un *Australopithecus robustus* o un *Homo Neandertalensis*, non sappiamo. Una sera davanti alla sua grotta, mentre il fuoco si stava spegnendo, vide una stella cadente e pensò . . . chissà cosa pensò. Forse, come i Galli del villaggio di Asterix, pensò con terrore "che il cielo poteva cadergli in testa"; o forse pensò che da lassù un dio gli inviava dei messaggi. Certamente divise il mondo in tre parti: il cielo, che sta sopra la testa, la terra, che calpestiamo, e gli inferi, dove mettiamo i morti.

Si rese presto conto che nessuno tornava dal regno dei morti. Pensò che la terra fosse un grande disco piatto circondato "dal fiume oceano", come scrissero molti secoli dopo i latini. Notò che il cielo non era mutevole come la terra, ma appariva sempre uguale.

Il suo desiderio di darsi una spiegazione di ciò che vedeva accadere intorno a sé lo spinse a inventare la mitologia.

Ed il suo desiderio di immortalità lo spinse a porre nel cielo, immutabile ed incorruttibile, i suoi dei. Notò che in cielo, oltre alle stelle "fisse", al Sole (il grande luminare del giorno) ed alla Luna (il luminare della notte), si vedevano cinque stelle erranti (i cinque pianeti visibili ad occhio nudo, dal greco "*planetes*": errante, vagabondo): erano sicuramente degli dei.

Più tardi, spinto dalla necessità di misurare il tempo per una sopravvivenza più facile, notò una ripetizione nel ciclo delle stagioni e si costruì giganteschi calendari di pietra, come i circoli ancor oggi esistenti nelle Ebridi o a Stonehenge.

Si rese conto che la sua sopravvivenza dipendeva dal calore dispensato dal grande dio sole e viveva con terrore il periodo che noi chiamiamo "autunno": il dio sole era certamente molto adirato e doveva essere placato con sacrifici e preghiere, altrimenti l'ombra del totem avrebbe continuato ad allungarsi e tutti sarebbero finiti del regno dei morti. Allora cominciò a celebrare con grande giubilo il solstizio d'inverno, la fine dell'ira del grande dio sole ed il nuovo accorciarsi dell'ombra.

Come ancora oggi noi usiamo fare! Lo chiamiamo però Natale, Capodanno, Epifania. Siccome il grande dio sole aveva questo potere di "risorgere" ad ogni ciclo annuale i grandi capi venivano sepolti in tombe grandi come una collina in cui era ricavato un corridoio che permette al sole di colpire la pietra tombale nel solstizio d'inverno, come ci testimoniano le tombe della valle del Boyne a nord di Dublino.

Altri popoli abbandonarono la speranza della resurrezione e inventarono una seconda vita in un mondo assai migliore di quello terreno: per i loro grandi capi gli egizi costruirono piramidi orientate secondo le stelle e misero nelle loro tombe tutto ciò che occorreva loro per raggiungere il cielo.

Gli indiani d'america sognavano di cavalcare nelle grandi praterie del cielo. Le grandi religioni monoteiste hanno mantenuta viva questa speranza.

Le prime testimonianze scritte sulla visione del mondo nelle antiche civiltà risalgono a Babilonia ed all'Egitto, le due grandi civiltà sulle rive dei fiumi, che segnarono il passaggio del cosmologo da cacciatore-raccoglitore ad agricoltore.

La vita di queste civiltà era intrecciata con la loro lettura del cielo.

Tutte hanno adorato la luna (che in molte culture era maschio e, come dio delle tenebre, che sono esistite prima della luce, era considerato il progenitore del sole).

Tutte le civiltà sono state interessate dal fenomeno della "divinazione": la predizione del futuro mediante la lettura dei segni che gli dei inviano agli uomini: nel fegato dei montoni, nelle interiora dei pesci, nel volo degli uccelli, in ciò che accade in cielo (sia dal punto di vista astronomico, che atmosferico, perché non esisteva ancora questa distinzione "moderna") tutto era letto come un tentativo di comunicazione del futuro da parte degli dei per l'uomo.

Ancora oggi tutti i giornali riportano le notizie dal cielo. Si chiama "oroscopo".

Da sempre il potere civile, che iniziò a costituirsi con il passaggio all'agricoltura, si legò a doppio filo con il potere religioso-divinatorio.

A Babilonia gli astrologi osservavano il cielo per conto del re per predire il suo destino ed anche per ragioni pratiche: per misurare i mesi lunari e l'anno solare.

Una prima organizzazione razionale di ciò che si vede in cielo fu operata dai "filosofi della natura" dell'antica Grecia, principalmente da Aristotele.

Aristotele con la sua autorità convinse gli uomini che il cosmo è costruito a partire da quattro elementi: la terra, che sta al centro del mondo, l'acqua, l'aria ed il fuoco, disposti nell'ordine sopra di essa.

Ciò che si muove in cielo si muove su delle sfere, essendo la sfera il solido perfetto.

Tolomeo, astronomo attivo ad Alessandria, utilizzò la geometria creata da Pitagora e dagli altri geometri greci come strumento matematico che consentiva di predire i moti del cielo.

Questa visione del mondo restò nella cultura predominante dell'occidente romano-cristiano per più di 15 secoli. Fu poi sconvolta dall'ipotesi di Copernico, dalle leggi che Keplero dedusse dalle accurate osservazioni di Tycho Brahe, e dalle osservazioni di Galileo con il suo nuovo strumento: il cannocchiale.

La prima rivoluzione cosmologica tolse la terra dal centro del mondo e non fu indolore: Santa Romana Chiesa impiegò alcuni secoli prima di riconoscere, almeno parzialmente, i suoi errori.

Questa nuova visione del mondo trovò una sistemazione fisico-matematica nell'opera di Newton, con l'introduzione del concetto di "forza gravitazionale", uguale in cielo come in terra.

Ma Newton stesso si rese conto di una difficoltà: l'ipotesi dell'esistenza di questa forza, che dice alla mela di cadere ed alla Luna di orbitare intorno alla Terra, se da un lato aveva il grande vantaggio di permettere il calcolo dei moti terrestri e celesti in termini assai più precisi di ciò che si poteva fare utilizzando le sfere di Tolomeo, dall'altro lato poneva un grosso problema: chi dice alla mela da che parte sta la terra, in modo che possa cadere correttamente "verso il basso"? E chi dice alla Luna, non più un dio, ma un sasso, dove sta la Terra, in modo che possa orbitare correttamente? Com'è possibile che due sassi comunichino attraverso lo spazio vuoto? e chi dice alla Terra dove sta una sfera di gas chiamata Sole?

La risposta a questa imbarazzante domanda fu data un secolo fa da Einstein: la geometria locale dello spaziotempo indica alla materia come muoversi. (la spiegazione di questa affermazione, che sicuramente non vi è del tutto chiara, è rimandata ad un'altra occasione).

Nel frattempo gli astronomi si erano affrancati dagli astrologi: avevano scelto di utilizzare la matematica ed il metodo scientifico di Galileo: *“il grande libro della natura è scritto nel linguaggio della matematica”*; *“l’esperienza ha sempre ragione, anche quando sembra fornire risultati assurdi”*.

Gli astronomi costruirono telescopi sempre più potenti ed osservarono parti del cosmo mai viste prima da occhio umano.

Verso la fine del XIX secolo si aprì tra loro un *“grande dibattito”*. Alcuni pensavano che il sole fosse al centro della galassia e che tutto ciò che si poteva osservare fosse contenuto in questo disco appiattito di stelle. Altri pensavano invece che le cosiddette *“nebulose a spirale”* fossero delle altre galassie simili alla nostra, che oggi chiamiamo con un nome antico *“Via Lattea”*.

Solo alcuni decenni più tardi, negli anni trenta del XX secolo, un astronomo poté dirimere la questione utilizzando un nuovo grande telescopio: Edwin Hubble poté distinguere nella *“nebulosa di Andromeda”* delle stelle di luminosità nota e le utilizzò per calcolare la loro distanza: senza possibilità di dubbio la *“nebulosa di Andromeda”* diventò la *“galassia di Andromeda”*, un mondo simile alla nostra Via Lattea.

Subito ci si rese conto che Andromeda non era sola, ma migliaia, anzi milioni, anzi miliardi di quegli oggetti celesti che a prima vista sembrano stelle sono invero delle galassie come la nostra Via Lattea, che, tanto per darne un’idea, contiene più di 200 miliardi di stelle raggruppate in un disco dello spessore di circa 10.000 anni luce e del diametro di circa 100.000 anni luce (la luce viaggia a 300.000 Km/sec e percorre in un anno poco meno di 10.000 miliardi di Km).

Le dimensioni del cosmo sono mostruose.

Ma qualcosa di ancor più sconvolgente fu scoperto subito dopo da Hubble stesso: le galassie si allontanano le une dalle altre, ovvero l’universo si espande!

Allora facendo girare indietro l’orologio si ottiene uno scenario in cui in un certo momento nel passato tutto l’universo era concentrato in un punto. Questo è successo circa 15 miliardi di anni fa. Allora l’universo, come lo conosciamo, è iniziato dal nulla, il tempo ha cominciato a fluire e lo spazio ad espandersi, come continua ancora oggi a fare.

Questo evento straordinario è indicato con il termine inglese di Big Bang (il *“grande botto”*). Dopo che Dio disse: *“Sia un Big Bang”*, in soli tre minuti le leggi della fisica atomica plasmarono le particelle elementari che oggi costruiscono il mondo che vediamo: protoni, neutroni, elettroni, fotoni.

Poi gli astronomi si accorsero di essere quasi ciechi e, non appena la tecnologia lo consentì, iniziarono a costruirsi occhi artificiali, con cui vedere un universo mai visto prima, e li inviarono in orbita sopra quel velo che chiamiamo atmosfera.

Così capirono che, trecentomila anni dopo il Big Bang l’universo divenne trasparente alla radiazione elettromagnetica . . . e si può ancora vedere la luce di quell’evento.

Allora lo spazio si riempì di un gas di idrogeno ed elio (75-24%) e continuò ad espandersi e a raffreddarsi, come fa ancora oggi nel nostro frigorifero qualunque gas che si espande. La geometria dello spaziotempo era molto uniforme (gli scienziati dicono *“omogeneo ed isotropo”*), ma con piccole variazioni alla scala dei centomillesimi.

Queste piccole variazioni hanno creato dei nuclei di condensazione gravitazionale attorno a cui la materia ha iniziato ad aggregarsi, in controtendenza locale rispetto al moto generale di espansione.

Siccome i gas compressi si riscaldano, questi oggetti celesti si scaldarono fino a decine di milioni di gradi. Il gas di idrogeno al loro interno, sottoposto a tali temperature e a pressioni enormi, iniziò le reazioni di fusione nucleare che, partendo dai nuclei di idrogeno ed elio, generarono l’energia necessaria per contrastare la contrazione gravitazionale, e fabbricarono allo stesso tempo gli elementi chimici della tavola periodica di Mendeleev

sino al ferro (che ha numero atomico 26).

Si accesero cioè le stelle.

Dalle stelle sono stati fabbricati gli altri novanta elementi chimici, quegli atomi che formano tutte le molecole che formano tutto l'universo esistente.

I fisici nucleari hanno capito come funzionano i reattori nucleari attivi nel nucleo delle stelle. Le stelle piccole, come il nostro sole, sono parsimoniose, bruciano adagio il loro combustibile nucleare e durano una decina di miliardi di anni. Altre, grandi, gigantesche, esauriscono in fretta, in soli pochi milioni di anni il loro combustibile nucleare. Diventano sfere enormi di gas sempre meno caldo, chiamate "*giganti rosse*", finché la loro vita è segnata da un evento traumatico: il loro nucleo, il reattore nucleare, si spegne, la gravità, non più contrastata, fa implodere il nucleo. Ma il calore generato dalla compressione dei gas genera un grande rimbalzo che fa dilatare il nucleo in maniera esplosiva. L'enorme quantità di materiale gassoso che circonda il nucleo è spinto via bruscamente e si disperde nello spazio circostante. La stella diventa luminosissima. È nata una supernova. L'evento provoca anche la formazione dei nuclei degli elementi dal ferro (26) all'uranio (92). Il materiale disperso nello spazio da origine a nubi di gas e pulviscolo che, aggregandosi per gravità, danno origine a nuove stelle, con la loro corte di pianeti. È così che circa 5 miliardi di anni fa è nato il nostro sistema solare.

Un sasso, che chiamiamo Terra e le proprietà chimiche degli atomi, H e O, capaci di formare H₂O, che chiamiamo acqua, ghiaccio, vapore acqueo, ma soprattutto quelle dell'atomo di carbonio, capace di formare lunghe catene e un'anidride (CO₂) gassosa ha dato origine al fenomeno che chiamiamo vita.

65 milioni di anni fa la specie vivente predominante era quella dei dinosauri. L'impatto con un grosso asteroide ne ha causato l'estinzione ed il dominio è stato preso dalla specie dei mammiferi. Tra questi una scimmia con poco pelo ed un grosso cervello ha iniziato a riflettere su come è fatto l'universo che lo circonda.

Ovviamente l'universo deve avere una storia compatibile con l'esistenza di animali raziocinanti circa quindici miliardi di anni dopo il suo inizio.

Altrimenti noi non saremmo qui.

La scienza oggi sconfina in campi che per millenni sono stati dominio esclusivo della filosofia e della religione.

Quanto brevissimamente detto è dimostrato scientificamente, attraverso le conferme fornite dagli esperimenti delle previsioni ottenute con i calcoli matematici. Quindi non è opinabile. Quindi richiede una revisione del pensiero filosofico e di quello religioso. Due campi che, per la loro stessa natura, sono aperti a opinioni varie e discutibili. Mentre la scienza afferma, dall'alto della sua presunzione, di descrivere il reale e di descriverlo in modo univoco per tutti: qualcosa cioè capace di convincere anche San Tommaso.

L'universo che conosciamo non è eterno, come pensavano i Greci. E, se è stato creato da qualcosa di esterno ad esso, questo è avvenuto in tempi definiti.

Le origini della vita su questo pianeta (e, probabilmente su molti altri) sono intrecciate con la vita delle stelle, che hanno prodotto gli atomi che fanno il nostro corpo (forse non lo avevate mai pensato, ma l'idrogeno, che con l'ossigeno forma l'acqua, la quale forma tre quarti del nostro corpo, è vecchio di 15 miliardi di anni).

È imprescindibile un aggiornamento del libro della Genesi (scritto da sacerdoti ebrei circa 6 secoli prima di Gesù di Nazaret), nonché una revisione profonda della nostra visione del mondo e del ruolo che in esso ha la razza umana.