

LA TRASCENDENZA DELL'UNIVERSO RIFLESSIONI DI UN FISICO

Questo articolo prosegue sulla linea di pensiero espressa nei due articoli pubblicati sui due numeri precedenti di questa rivista.

Prima di addentrarci nel nocciolo della questione, sarà utile dare un'occhiata (piuttosto lunga) al modo in cui si presenta l'universo oggi alla nostra osservazione (ed anche come è « presente » nella nostra mente) attraverso i mezzi oggettivi di conoscenza e di indagine che abbiamo a disposizione; mezzi a volte strumentali e a volte mentali (ipotesi, teorie induttive, ecc.), comunque quasi sempre legati a quel certo gruppo di « categorie », sia operazionali che di pensiero, dentro cui si giostra quasi forzatamente l'azione della nostra mente; dico « quasi » sempre, perché il « reale » che stiamo scoprendo, « forza » spesso queste categorie e ci costringe a modificare molti incalliti schemi di pensiero.

Fino a qualche secolo fa, dell'universo esterno alla Terra si conoscevano solo certe « cose », chiamate Luna, Sole, pianeti e stelle. Si conoscevano per modo di dire; cioè... si vedevano. Fu con Copernico e con Keplero che si cominciò a formulare un disegno logico del loro sistema e a stabilire delle leggi empiriche, matematicamente semplici, dei loro movimenti. Galileo, a sua volta, oltre ad approfondire le osservazioni astronomiche, dette una visione più ampia delle cose, ponendo i principi fondamentali della ricerca scientifica, cominciando a dare con esattezza le leggi cinematiche dei moti dei corpi in genere e stabi-

lendo quel principio di relatività del moto che tre secoli dopo Einstein avrebbe ripreso coinvolgendovi la realtà elettromagnetica scoperta nel frattempo, fondando così una nuova relatività¹.

Newton, poco dopo Galileo, fece il grande tentativo di dare la ragione profonda della meccanica di quei movimenti, trasformandoli da semplicemente « cinematici » in « dinamici », cioè in moti causati da forze, con l'invenzione di un concetto assolutamente nuovo, quello della « forza gravitazionale » o attrazione universale. Newton disponeva di mezzi matematici ormai enormemente sviluppati, sia da lui stesso, sia da altri come Cartesio, Leibniz, ecc., per cui poté dare al suo sistema anche una adeguata espressione logico-matematica. Tuttavia sembra che Newton non credesse alla « realtà » della forza di gravitazione; per lui era inconcepibile un'azione a distanza attraverso lo spazio vuoto. Ma l'« ipotesi » di questa forza universale d'attrazione era così matematicamente perfetta e aderente alla realtà, che resistette fino al 1916 quando, ancora Einstein, usando concetti nuovi di geometria, ne diede una raffigurazione formale più perfetta e, soprattutto, ne definì la natura in modo assolutamente diverso; eliminò addirittura la categoria di « azione a distanza ». Newton ne sarebbe stato certamente felice.

Ma per far questo Einstein dovette enunciare la « relatività » dello spazio e del tempo, concetti che Newton, invece, aveva così rigidamente assolutizzati. Vedremo più avanti l'importanza che la realtà gravitazionale ha per l'esistenza stessa di ogni essere fisico in essa coinvolto.

Così, già qualche secolo fa, ci si era fatta un'idea abbastanza precisa di quello che fu chiamato « sistema solare »; si arrivò a misurare bene le distanze reciproche, le masse del Sole e dei pianeti, e, come ho detto, a ipotizzare e a misurare l'entità della forza con cui ciascun astro era « costretto » a percorrere la sua traiettoria attorno al Sole. E le stelle? Anche per esse si arrivò

¹ Sulla concezione e sul significato dei cosiddetti principi di relatività in Galileo e in Einstein non è qui il luogo per un approfondimento adeguato; li richiamo appena e molto sommariamente, per portare avanti un altro discorso. Un esame diretto di questi principi potrà essere fatto eventualmente in futuro.

a farsi un'idea, sia della distanza, sia nel ritenere che fossero qualcosa di simile al Sole, con movimenti reciproci (anche se impercettibili) soggetti alla gravitazione, pur rimanendo misteriosa, come del resto lo era per il Sole, la loro natura. Ci si rese conto che la Via Lattea altro non era che un insieme fittissimo di stelle e quindi si arrivò a costruire una specie di primo modello di universo, costituito da un grandissimo numero di stelle al quale apparteneva anche il Sole coi suoi pianeti. Già dal secolo scorso cominciava a configurarsi questa immagine dell'universo, che poi assunse un aspetto più preciso ai primi del nostro secolo: uno sterminato ammasso di stelle, pianeti e nuvole gassose; il tutto schiacciato a forma di disco ed esteso per migliaia di anni-luce. Dimensioni spaventose per allora. Il tutto fu chiamato Galassia (Via Lattea).

Ma subito ci si cominciò a preoccupare per la presenza in mezzo alle stelle (almeno così si credeva) di innumerevoli, strane, piccole nebulose, quasi sempre a forma di vortice-spirale o ellittiche, che furono appunto chiamate « nebulose-spirali ». Le prime fotografie astronomiche ne rivelavano veramente tante; e sembrava che non avessero nulla a che fare con le comuni grandi nebulose di gas luminoso sparse qua e là tra le stelle. Rimasero a lungo un vero mistero; finché, agli inizi del '900, qualcuno cominciò a sospettare che quelle piccole nebulose spirali apparissero, appunto, piccole perché lontanissime, addirittura fuori, molto fuori dalla Galassia, e che fossero esse stesse altre galassie.

Con sistemi ingegnosi e complessi, si poté valutare grosso modo la distanza di alcune tra le più vicine. Risultarono milioni di anni-luce: un balzo vertiginoso nella scala delle distanze cosmiche. La nostra stessa Galassia si mostrò in dimensioni ben più grandi di quanto si credesse: un disco costituito da bracci avvolgentisi a spirale del diametro di circa 100.000 anni-luce, attorno a un nucleo più fitto e, al centro, spesso circa 10.000 anni-luce. Il Sole, coi suoi pianeti, è una tra i tanti miliardi di stelle, situato a circa mezza via sul braccio di una spirale: come un granellino di polvere in una vorticoso tempesta di sabbia sahariana.

La Galassia Andromeda, una delle piú vicine, visibile a occhio nudo per chi ha occhi buoni, è grande quanto la nostra e le ultime misure la pongono a circa 3 milioni di anni-luce da noi.

La scoperta di altre galassie, praticamente della stessa natura della nostra, fu un grandissimo passo nella conoscenza, almeno superficiale, dell'universo. Oggi le galassie si valutano a miliardi, entro uno spazio che, se concepito normalmente (cioè secondo la geometria euclidea) si estenderebbe per un raggio di almeno una decina di miliardi di anni-luce. Ma viene spontaneo pensare che questo oceano di galassie si estenda per uno spazio « illimitato », intendendo questa parola secondo un significato diverso da quello della geometria comune, come vedremo.

Così, allargando via via il raggio di osservazione, l'universo, grosso modo, ci si presenterebbe secondo questo schema: sistema solare, esteso qualche « ora-luce »; poi le prime stelle, a qualche anno-luce; poi, una nuvola di stelle in forma di disco spirale esteso per migliaia e decine di migliaia di anni-luce: la Galassia. Poi, a qualche milione di anni-luce, altre galassie, le piú vicine facenti gruppo con la nostra; poi ancora altri innumerevoli gruppi di galassie, altre innumerevoli nuvole di stelle e di gas; per decine, centinaia, migliaia di milioni di anni-luce, oltre ogni limite pensabile.

Questo è l'universo visto superficialmente. Se scendessimo nei particolari, oltre a vedere in ogni galassia miliardi di stelle (che ora si sa essere masse di idrogeno ed elio in reazione nucleare), vedremmo una quantità di altri « oggetti » in vari stadi di evoluzione, come nebulose generatrici di stelle, stelle spente, stelle a neutroni, forse « buchi neri » e « buchi bianchi », miliardi di pianeti roteanti attorno alle stelle e, su qualche pianeta, la vita; e su qualcuno, come per la Terra, l'uomo o qualcosa di analogo. Se poi andassimo ancor piú in profondità, nell'infinitamente piccolo, nel mondo dei componenti primordiali di ogni cosa, vedremmo infiniti tipi di molecole, atomi, protoni, neutroni ed elettroni; e, ancor piú in fondo nello spazio e nel tempo, le particelle piú strane e indefinibili, fugacissime e

continuamente emergenti ad ogni « mossa » energetica, ultime (?) responsabili di ogni energia e di ogni azione svolgentesi nell'universo.

Ne viene fuori un quadro di una complessità inimmaginabile, nei cui infiniti meandri si stanno muovendo con coraggio e grande senso di avventura, schiere di scienziati; come altre schiere, con lo stesso coraggio e senso d'avventura, stanno spaziando nel mondo illimitato delle grandi realtà cosmiche.

Tutto questo universo di cose, al nostro livello di percezione diretta (o per lo meno pensabile con le nostre categorie « normali ») è invaso e permeato fin nelle più infinitesime porzioni, da una « presenza » universale, quella ipotizzata come « forza », ma non compresa, da Newton: la gravitazione.

Come ho detto, la forza gravitazionale è considerata un qualcosa di legato alla « massa materiale » dei corpi, di qualunque tipo essi siano. Essa si manifesta alla nostra percezione come una attrazione reciproca tra i corpi stessi, proporzionale, appunto, alla « quantità » di massa e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza. Vista così, sembrerebbe che il tempo non c'entri per nulla; ma vedremo, invece, l'intima connessione che ha la gravitazione con esso. Newton pensava solo che essa fosse una proprietà legata alla massa e formulò pure la legge espressa sopra. Nell'esperienza comune essa si rende sensibile solo tra le grosse masse, poiché è la forza (o interazione come più propriamente si dovrebbe dire) più debole che esista: tra due sfere di un chilo-massa distanti qualche decimo di millimetro, essa è meno di un milionesimo di un grammo-forza.

Sotto l'aspetto della gravità, tutti i corpi sono uguali: è la loro massa che conta. Ciò fa pensare che le vere portatrici di massa siano le comuni particelle elementari costituenti gli atomi: i protoni, i neutroni e, in minima parte, gli elettroni. Così, la gravità, diffusa e agente tra i pianeti, le stelle e le galassie, in realtà agisce tra queste infinite particelle che le costituiscono, unificando, come interazione reciproca, gli infinitesimi grumi di quel « qualcosa » chiamato massa, che, con un termine

filosoficamente astratto, potrebbe definirsi la « corporeità » delle particelle suddette e di quanto con esse viene costruito.

Ma c'è ancora qualcosa di più profondo nel concetto di gravità. Qui è giocoforza richiamarci a Einstein, non per parlare in questa sede della Relatività, ma perché, dal principio del secolo in qua, in fisica non è possibile parlare di certe cose senza usare almeno qualche concetto « relativistico ». È noto lo sconvolgimento nelle categorie del pensiero scientifico che hanno provocato le due « Relatività » di Einstein: la Relatività ristretta (del 1905) e la Relatività generale (del 1916).

Nella Relatività ristretta, connettendo intimamente spazio e tempo in un « continuum » (così fu chiamato) quadridimensionale (tre dimensioni spaziali più una temporale), relativizzando quei concetti ai moti dei corpi con l'intervento determinante della realtà elettromagnetica (la luce), Einstein stabiliva, tra l'altro, l'equivalenza tra massa ed energia con la famosa formula: $E(\text{nergia}) = m(\text{assa}) \times c^2$, indicando con c la velocità della interazione elettromagnetica o velocità della luce: costante assoluta. Questa assolutezza della velocità elettromagnetica è l'elemento che unifica spazio-tempo-energia-massa. Per questo la massa di un corpo non è un dato costante, ma è un fatto relativo che dipende dalla velocità che il corpo ha rispetto a un punto qualsiasi di riferimento (questo fatto si rende sensibile solo alle altissime velocità, come oggi, ogni momento, si costata nei grandi acceleratori di particelle).

Con la Relatività generale invece (sempre in connessione con quella ristretta) si dava una nuova idea della gravitazione, sganciandola dal concetto di « forza-attrattiva » e legandola (dato che anche il concetto di massa era variato) al « continuum » spazio-temporale. Cioè la gravitazione sarebbe una proprietà dello spazio-tempo connessa con la presenza di masse e quindi di energia, tutte entità esse stesse definite in quel « continuum ». La Relatività generale chiude (sempre inglobando la realtà elettromagnetica), quasi in circolo, tempo spazio massa energia con una interazione — la gravitazione — che non sarebbe altro che una deformazione, o meglio, una « curvatura » dello spazio-tempo attorno alle masse.

Chiedo scusa al lettore per questi richiami « relativistici » che suppongo almeno superficialmente conosciuti: sono necessari per fare qualche discorso sulle varie visioni cosmologiche. E servono pure, soprattutto, per dare un'idea dei terribili salti di categorie di pensiero che, l'approfondimento dei contatti col reale a cui ci porta man mano la ricerca e l'esperienza scientifica, ci costringe a fare. Con la Relatività saltano le classiche (o almeno ritenute tali) categorie di spazio, di tempo, di moto, di massa, ecc. Certo non sono, credo, salti definitivi; ma è da pensare che i prossimi saranno nel senso di uno sviluppo e di un superamento di questi. Non avremo qui occasione di parlare di altri salti di categorie, che l'analisi dell'infinitamente piccolo costringe a fare: basti pensare alla fisica quantistica e soprattutto al « principio di indeterminazione » di Heisenberg, all'antimateria, al mondo delle realtà « virtuali », ecc. in cui, oltre alle nuove categorie spazio-temporali, emerge addirittura un nuovo modo di pensare il fatto « esistenza », legandolo a categorie di probabilità, di indeterminatezza, di virtualità, intese in senso sperimentale concreto ed essenziale, e quindi « operativo » a quel livello di fenomeni.

Con questo mutamento di categorie, in continua evoluzione, si è spinti anche a mutare il modo di pensare alla realtà dell'universo, specie quando lo si vuol considerare come totalità, nella sua unità.

Proseguendo in questo senso, c'è, come dicevo, ancora qualcosa di più profondo nel concetto di gravitazione: è il problema della « inerzia ». È noto che una massa, oltre ad attrarre le altre, è anche « inerte ». Per inerzia si può intendere, grosso modo, la necessità di applicare una forza per muovere, o meglio, per accelerare una massa; cioè una massa offre una specie di resistenza a subire una variazione nel proprio moto rispetto ad altre, resistenza proporzionale alla « quantità » della massa stessa. È questa resistenza che si chiama « inerzia ». Si tratta di un fenomeno ben noto e comune.

Poiché le proprietà « gravitazionale » ed « inerziale » sono presenti nello stesso tempo nella stessa massa e sono tra loro

rigidamente proporzionali, ad Einstein nacque l'idea che inerzia e gravitazione siano due aspetti della stessa cosa, cioè dello stesso rapporto che la massa ha con lo spazio-tempo. In altre parole, inerzia e gravitazione non sarebbero che l'espressione degli stessi elementi che definiscono il concetto di massa. L'idea gli si confermò constatando che, dal punto di vista fenomenico, in un corpo succedono le *stesse* cose sia se è attratto dalla gravità (fatto gravitazionale), da quella della Terra per esempio, sia se è accelerato da una forza di spinta (fatto inerziale), quella di un razzo, per esempio. Cioè, gravitazione e accelerazione si manifestano sul corpo con fenomeni identici. È famoso l'esempio della cabina, nella quale un uomo avrebbe fatto gli stessi esperimenti, sia quando fosse posata al suolo e soggetta quindi alla gravità terrestre, sia quando fosse accelerata nello spazio distante, con la stessa forza, da un razzo.

Così, dopo aver trovato l'equivalenza tra energia e massa, aveva trovato anche l'equivalenza tra gravitazione e accelerazione. Queste intime connessioni, naturalmente, dovevano risiedere nell'intima situazione di quel qualcosa che noi chiamiamo massa o, ancor più in profondità, nel « continuum » spazio-temporale.

Ma come concettualmente e fisicamente formalizzare questa « identità » tra forza di gravità (sia pur concepita come deformazione dello spazio tempo) e inerzia, fisicamente compresenti nelle masse? Nell'intuizione comune si potrebbe capire (?) che una massa come la Terra si attragga con una pietra, per esempio; ma perché la stessa pietra è inerte, cioè richiede uno sforzo per essere accelerata? Einstein non risolse del tutto questo problema ma lo abbozzò proprio legandolo al fatto che gravitazione e accelerazione si equivalgono. Per questo si richiamò a un'idea espressa dal filosofo-fisico Mach nel secolo scorso e la chiamò « principio di Mach ». L'inerzia sarebbe creata dalla presenza, in ogni punto dello spazio-tempo, dell'azione gravitazionale (intesa come totalità) delle masse presenti nell'universo. La relatività ne permette anche un calcolo soddisfacente.

Il muoversi, cioè il variare la propria situazione di moto di un corpo in questo campo universale di gravitazione, creerebbe

una reazione nella massa che si esprime come inerzia. E, mentre la gravitazione, considerata come attrazione, si annulla in ogni punto, perché si è attirati ugualmente da ogni parte (solo tra corpi relativamente vicini — anche milioni di anni-luce — si crea una dissimmetria locale ed emerge l'attrazione; il che sarebbe come dire, relativisticamente, che la curvatura media dello spazio sarebbe piccolissima, salvo le disomogeneità vicino alle masse « localmente »), lo stesso campo gravitazionale universale, invece, si fa sentire come forza inerziale se si varia, rispetto ad esso, la situazione spazio-temporale di una massa, cioè se si ha una variazione di moto.

E, strano a dirsi, un semplice calcolo dimostra che nella creazione di questo campo inerziale contribuisce assai più l'insieme delle masse lontane che quello delle vicine. Se si esaminasse il calcolo ciò sarebbe evidente. Lo si può dire in due parole. Se si suppone lo spazio cosmico omogeneamente popolato di galassie, la loro azione gravitazionale su una massa localizzata a piacere, come si sa per la legge di Newton, è inversamente proporzionale al quadrato della distanza; invece il numero delle galassie presenti in ogni « fetta », o « guscio » di spazio attorno alla detta massa, aumenta, per la nota legge geometrica dei volumi, col cubo della distanza; quindi cresce molto più rapidamente (col cubo) il numero delle masse galattiche agenti, di quanto non calino (col quadrato) le rispettive forze gravitazionali. Conclusione paradossale: infinitamente più del Sole, delle stelle, delle galassie vicine..., sono le galassie lontanissime, quelle più lontane, perché il loro « innumerosirsi » cresce più rapidamente del calare della loro forza, che rendono « inerte » questo pezzo di pietra che tengo in mano.

Altra conclusione: se per ipotesi si annichilasse l'universo lontano e restassero solo il sistema solare o la sola nostra Galassia, nulla potrebbe sussistere: cadrebbe la realtà « massa », con tutti gli addentellati con lo spazio-tempo; saremmo fisicamente annichilati.

Già questo stato elementare di cose, farebbe intravedere una primordiale, ma essenziale situazione costitutiva dell'universo, nel rivelare l'intimo legame che lo unisce in sé e lo

caratterizza secondo uno sconvolgente tipo di unità: ogni massa, con la sua azione, costituendolo, definisce la massa del tutto, ma di riscontro essa stessa è sostenuta, « creata » dal tutto, proprio come tutto. Non sembra di intuire sotto ciò la più primitiva premessa esistenziale, quella di partenza per ogni altra delle infinite realtà che l'universo, inteso in senso totale, realizza in se stesso? Non può considerarsi questo l'atto più primordiale, frazionatissimo, ma universale, di trascendenza con cui inizia la scala delle trascendenze cibernetiche trattate nell'articolo passato?

E ora accostiamoci al nocciolo della questione. Oggi, la maggior parte degli scienziati che si interessano dell'universo (fisici, astrofisici, cosmologi...), pensano che esso abbia avuto un inizio e stia andando verso una fine: o lenta in un tempo infinito, o rapida in una specie di collasso. Sono portati a pensarla così soprattutto per il fatto della « espansione ».

Negli anni '20, mentre si stava approfondendo l'analisi osservativa delle galassie, sia per rendersi conto delle loro distanze, sia per farsi un quadro della loro evoluzione (perché vedere un'altra galassia è un po' vedere, per similitudine, come era la nostra al tempo in cui il raggio di luce che oggi cogliamo è partito da quella: anche miliardi di anni fa), ci si accorse che man mano che si consideravano galassie, o gruppi di galassie, sempre più distanti, la luce proveniente da esse tendeva sempre più ad apparirci « calata » di frequenza; cioè, come si dice « spostata verso il rosso ».

La prima idea, la più ovvia, fu quella che l'arrossamento fosse dovuto all'assorbimento non omogeneo delle varie frequenze da parte di materia tenuissima, diffusa negli spazi intergalattici. Ma osservazioni precise misero in evidenza che non si trattava di un assorbimento delle frequenze più alte, ma che tutto lo « spettro » luminoso in blocco era « abbassato » di frequenza. Allora si fece strada la spiegazione che apparve più logica: l'effetto Doppler. Cioè le galassie hanno un calo globale nelle frequenze del loro spettro luminoso perché... fuggono da noi. È noto l'effetto Doppler: quello sonoro lo notiamo quasi ogni momento: il fischio di un treno, il sibilo di un jet, ecc., ci

appaiono di frequenza piú acuta (piú alta) in fase di avvicinamento e si abbassano di colpo in fase di allontanamento. Non è che la frequenza sonora sia variata all'origine o durante il percorso, è variato il modo di riceverla a causa del moto relativo tra sorgente e ricevitore. Lo stesso accade per le onde luminose e quindi per la luce che riceviamo dalle galassie: se una galassia si allontana da noi, l'analisi del suo spettro l'uminoso, fatta con la spettrometro, rivela che tutte le frequenze risultano calate, cioè « spostate verso il rosso » come si dice; o come ancor piú si usa dire, si ha l'effetto « red-shift ». L'inverso accadrebbe se la galassia si avvicinasse, come si nota per alcune di esse in avvicinamento locale: uno spostamento verso il violetto.

Dato questo fenomeno, non spiegabile in altro modo, nonostante gli innumerevoli tentativi fatti, si è condotti a pensare che, con ogni probabilità, l'insieme dell'universo delle galassie sia in espansione. Cioè le galassie si allontanano l'una dall'altra con velocità proporzionale alla reciproca distanza (come avviene per i grani di uvetta durante il rigonfiamento di un impasto in fermentazione).

Hubble, l'astronomo che negli anni '20 si è interessato del fenomeno, è riuscito a stabilire una costante di espansione (poi piú volte riveduta e corretta) detta appunto « costante di Hubble », in base alla quale, misurando lo spostamento di frequenza nello spettro di una galassia (quindi la sua velocità relativa a noi) si può calcolare la sua distanza.

L'universo quindi ci si presenterebbe in espansione. Da quando? Perché? Applicando la costante di Hubble a ritroso si verrebbe a concludere che una quindicina di miliardi di anni fa la materia, che oggi si è evoluta in galassie (con tutto ciò che in esse si è « evoluto »), si sarebbe trovata condensata in uno spazio ristrettissimo, anomalo, impensabile, a centinaia di miliardi di gradi di temperatura. Quella sarebbe stata la condizione di partenza del grande scoppio iniziale — il « big-bang » — col quale sarebbe iniziata l'espansione e quindi l'evoluzione dell'universo.

Vi sarebbero altri indizi che porterebbero a pensare a un inizio esplosivo. Li accenno appena. Uno è la cosiddetta « radiazione di fondo »: nello spazio oggi è presente, distribuita *omogeneamente* una radiazione termica a bassissima temperatura (2,7 gradi assoluti), di cui sembra non spiegabile la natura se non si pensa che sia la stessa radiazione termica che, a miliardi di gradi, riempiva il ristrettissimo spazio iniziale. Dilatandosi lo spazio a velocità vertiginosa, per effetto Doppler rispetto al fronte dell'espansione, nell'odierna situazione (15 miliardi di anni dopo) sarebbe calata di frequenza fino al livello corrispondente alle frequenze emesse da un corpo a 2,7 gradi assoluti. I calcoli tornerebbero.

Un altro inizio sarebbe l'eccessiva presenza di un isotopo dell'elio nella materia galattica (10 volte in più di quanto è da aspettarsi dalle normali reazioni nucleari nelle stelle delle galassie), il che farebbe supporre una violentissima e anomala reazione nucleare interessante l'intera massa dell'universo. E... altri piccoli indizi.

Così stando le cose, come è possibile osservarle e giudicarle oggi, è difficile pensare che l'universo cosiddetto fisico non abbia avuto una situazione di straordinaria concentrazione. Ma a questo punto emergono soprattutto due domande. Prima: se l'universo ha avuto un inizio da una situazione più o meno super-densa, che cosa *era* prima? Secondo: se l'universo si espande, *dove* sta andando e *come* si evolverà?

La maniera più semplicistica e meccanicistica di rispondere sarebbe quella di pensare l'universo come una realtà oscillante, pulsante all'infinito. Cioè, l'universo, ogni 40-50 miliardi di anni passerebbe da uno stato super-denso a uno espanso, con ritorno graduale al primo. La gravitazione e l'energia elettromagnetica sarebbero le due « molle » di questa oscillazione. Si stanno cercando con osservazioni positive, le condizioni per questo: se la densità della massa dell'universo superasse un certo valore critico, certamente la gravitazione avrebbe il sopravvento e l'espansione si andrebbe frenando fino a invertire il senso e a iniziare un ritorno alla condensazione iniziale...; e così via. Se

la densità della massa invece fosse inferiore, la « fuga » delle galassie sarebbe inarrestabile e lo spazio cosmico si dilaterrebbe senza fine.

Ma anche qui la Teoria della Relatività pone alcuni problemi, soprattutto di ordine conoscitivo, epistemologico. Come abbiamo visto, essa inquadra i fenomeni in un « continuum » spazio-temporale in cui le categorie di tempo-spazio-massa-energia sono legate tra loro in modo relativistico, cioè intervareabili secondo le condizioni del loro insieme e non secondo un proprio valore assoluto. Per esempio, sappiamo che attorno a una massa lo spazio-tempo si incurva (in 4 dimensioni); se la densità dell'universo superasse il valore critico di cui sopra, l'universo sarebbe « chiuso », ipersferico, con ritorno di ogni linea « retta » su se stessa. Se, invece, non lo supera, sarebbe « aperto » con curvature paraboliche o iperboliche delle linee « rette ».

Altra caratteristica più sconcertante: quando si dice che il campo gravitazionale incurva lo spazio-tempo, significa che, mentre deforma le 3 dimensioni spaziali, deforma anche quella temporale; cioè rallenta il tempo così come incurva lo spazio. In uno stato super-concentrato della massa (con campo quindi fortissimo, vedi i « buchi neri ») il tempo sarebbe quasi fermo... E bisogna aggiungere un altro dato: la velocità di propagazione dell'energia elettromagnetica (la cosiddetta velocità c della luce) è una velocità-limite assoluta, allo « stato puro », non solo insuperabile, ma neppure « relativizzabile » con alcun'altra velocità legata a masse in moto.

Date queste caratteristiche è estremamente nebuloso il problema conoscitivo delle situazioni-limite dell'universo. Infatti, nel supposto stato super-concentrato dell'inizio, data la praticamente infinita curvatura dello spazio, non avrebbe quasi senso parlare di tempo e di spazio: l'uno sarebbe fermo e l'altro adimensionale. Ci sarebbe il « nulla » di ciò che noi oggi inquadrriamo nello spazio-tempo.

Se, dall'altro lato, oggi consideriamo il fatto che le galassie sono in allontanamento reciproco, con velocità relativa tanto più grande quanto più intervallate, si è spinti a pensare che esse (nel caso che lo spazio fosse aperto, cioè senza ritorno gravitazionale)

si stanno avvicinando, con un processo di durata infinita, al momento in cui la velocità relativa tra quelle più intervallate tra loro, si avvicina a quella della luce. Già oggi si è in grado di osservare « oggetti » — i *quasars* — che per il loro red-shift, si stima che si allontanino da noi osservatori con velocità superiori ai 200 mila km. al secondo (la luce va a 300.000...). A questo punto l'effetto Doppler è già molto notevole e tenderebbe, in tempo infinito (poiché la velocità c è irraggiungibile) a diventare enorme; cioè a « calare » verso lo zero le frequenze elettromagnetiche: non vedremmo più nulla.

Si stabilisce così, attorno ad ogni galassia (sempre supponendo lo spazio aperto), una specie di « orizzonte » lontanissimo, sfumatissimo, irraggiungibile ma « finito », quello oltre il quale le categorie di spazio-tempo, e come pure quelle di qualunque cosa fisicamente osservabile, come massa, energia, ecc., perdono completamente di significato; con linguaggio molto espressivo si dice che tali concetti, rispetto a noi « degenerano »; il che è come dire che essi si stabiliscono in dimensioni relativamente non congeneri con le nostre categorie così come sono oggi formate.

Come si vede, quando si vanno a considerare le condizioni-limite, ogni discorso sulla possibilità di conoscenza dell'universo mediante qualche tipo di verifica scientifica, effettiva o anche solo teorica, perde di senso. Si tratta di un problema fondamentale di ordine epistemologico. Restando entro i limiti di una indagine di carattere puramente scientifico, così come è intesa oggi, parlare di situazione iniziale e finale dell'universo appare impossibile. Comunque si imposti il problema non pare possibile superare gli « orizzonti » di cui sopra, oltre i quali ogni categoria fisica va degenerando, ed entro i quali, quindi, forzatamente resta confinata la nostra possibilità di conoscenza (scientifica, ripeto). Per forza di cose si resta confinati entro una ristretta, seppure immensa, zona di spazio-tempo, bordata da una vasta sfumatura, sia se volessimo porre un evento di partenza, sia se miriamo alla vastissima zona d'orizzonte verso il limite c .

A pensarci bene, questa situazione è del tutto logica e non pensabile diversamente. È lecito ritenere che sia un errore fondamentale di impostazione epistemologica, da un lato quello di applicare categorie di inizio e di fine, nello spazio-tempo, a una realtà considerata, *per definizione*, globale; e dall'altro, quello di considerare l'universo come qualcosa di rappresentabile (e quindi conoscibile) con categorie scientifiche considerandosene, sia pure come ipotesi di lavoro, al di fuori colla mente. La nozione di « al di fuori » la riterrei priva di senso, e non ritengo possa legittimamente essere mai richiamata.

Come realtà globale l'universo non sembra che possa essere oggettivabile, cioè considerato come distinto, staccato dall'osservatore, come se questi ne fosse all'esterno. Può avere senso solo considerarsi all'interno e, sotto l'aspetto fisico, entro i ristretti limiti accennati sopra. L'universo fisico che osserviamo può essere pensato come un evento « locale »; la sua percezione — sia che ci appaia chiuso, sia che ci appaia aperto — è limitata per la situazione relativistica in cui operano i nostri mezzi di conoscenza sia strumentali che mentali.

Ma ciò non basta: per definizione, l'universo non si può ritenere « considerabile » solo fisicamente. Esso dev'essere considerato come la totalità della realtà pensabile come esistente, a qualunque livello di trascendenza si trovi (per la via esposta nell'articolo precedente ed escludendo quindi il concetto dell'« assoluto trascendente »). Esso è « tutto », in ogni senso, sotto ogni aspetto, sotto tutti gli altri infiniti aspetti assolutamente sfuggenti alle categorie scientifiche, almeno come oggi sono intese. È, bensì, giusto riconoscere un limite, un orizzonte, almeno provvisorio, per la conoscenza di tipo scientifico; ma non è giusto restringere nelle sue categorie il limite dell'universo, sia sotto l'aspetto generale di conoscibilità, sia, tanto meno, di intrinseca realtà. Basti considerare la realtà umana: ritengo lecito pensare che essa sia situata in una sfumatissima zona di passaggio tra ciò che definiamo come fisico e ciò che rappresenta altre, infinite altre, situazioni esistenziali poste su altri infiniti livelli di trascendenza. Il nostro caso « personale di specie uma-

na » può essere tipico per rappresentare un esempio, *ora* e *qui*, di quali infinite serie e quantità di situazioni esistenziali l'universo sia l'insieme. Gran parte di ciò che è « noi » non è « scientifico »; cioè non è raggiungibile per conoscenza scientifica; specialmente il *noi*, cioè l'*io*, l'*uno cosciente* di tutti gli elementi ciberneticamente connessi e trascesi in un essere, l'uomo, che non è più analizzabile con le stesse categorie con cui sono invece analizzabili gli elementi che in esso si integrano e si trascendono.

Si dice che l'uomo è un « microcosmo ». L'espressione può essere vera in un significato analogico. Come abbiamo visto negli articoli precedenti, nell'uomo si esprime un atto di trascendenza che lo pone al limite di un'infinita serie di atti di trascendenza per un « contatto » con l'assoluto. Un fatto del genere, dimensionato su un evento infinitamente più vasto e più grande, ritengo possa essere pensato per l'universo. Si può ritenere che in noi si verifica uno degli infiniti eventi che, in infinite situazioni, su infiniti piani di analogia, costituiscono l'atto globale di trascendenza dell'universo.

Con lo stesso passaggio logico, allora, anche qui si arriva, per forza, all'« assoluto »: la trascendenza dell'universo, inteso come realtà globale, può solo essere intelligibile e trovare il suo senso nell'assoluto.

Così mi pare debba essere considerato l'universo. Altrimenti neanche ai livelli più elementari di trascendenza, quelli propri della ricerca scientifica, si può fare un discorso. Bisogna essere consapevoli che qualsiasi discorso riferito a qualunque processo, qualunque analisi che sprofondi l'atto di conoscenza nelle più sfumate e primordiali situazioni di esistenza, o nel più profondo gioco dei significati che definiscono e realizzano le strutture più alte e complesse, perde di senso se non ci si considera sempre di fronte a un cono aperto di « 360 gradi » su un sistema infinito di significati e di trascendenze, profondamente uno nell'« assoluto ». È in tal modo che la ricerca scientifica, umilmente, si dimensiona senza sentirsi limitata, senza porsi delle restrizioni artificiali e convenzionali di categorie.

È certo che una tale visione del mondo non può non

definirsi « religiosa »; l'atto ultimo e totale di trascendenza che fa raggiungere all'universo la pienezza del suo senso, è l'atto stesso con cui l'Assoluto, *cioè Dio*, gli dà senso ed esistenza. Questo mi sembra possa farci pensare alla visione « cristica » dell'universo prospettata da san Paolo quando enuncia la « ricapitolazione » di tutte le cose nel Cristo. È la « visione divina » del mondo alla quale si è condotti se si segue fino in fondo una qualunque linea di ricerca conoscitiva; a meno che non si rinunci al concetto di senso, e non ci si proietti su un infinito di nulla. Ma allora, per essere onesti, bisogna definire come « nulla » anche tutto il « conosciuto » che ci lasciamo alle spalle.

Piero Pasolini