

Eppur non si muove!

Alberto Bolognesi

Per quanto possa apparirci sgradevole, gli uomini non hanno alcuna influenza sui massimi sistemi. Il Mondo può girarci intorno o noi ruotare con lui, trascinarci verso destini cosmici sconvolgenti o dimenticarci nell'angolo più insignificante dell'universo, che noi continueremo a vivere e a morire senza che sia strettamente necessario capire dove stiamo andando.

Le civiltà umane si sono avvicinate per millenni nella convinzione che il Sole e le stelle ruotassero intorno a loro, senza che questo abbia provocato intoppi o esitazioni nei moti effettivi della materia; e non si hanno notizie di malumori celesti quando Aristarco venne accusato di empietà o Galileo di eresia. La natura che così spesso sembra dar prova di cinismo non ha evidentemente anche la superbia di compiacersi dei suoi prodotti migliori.

Gli uomini sì. L'idea del merito pare connaturata alla specie umana, e forse sconfinata verso altre varietà organiche del nostro o di altri mondi dell'universo. Nessuno sa esattamente cosa sia la ragione: senza dubbio non è la sete di conoscenza, né l'atto del conoscere o lo sforzo puramente introspettivo che apre alla comprensione. La *coscienza*, poi, non fa parte della conoscenza, che spesso è più affine a un atto di orgoglio.

Quando è in ballo l'universo, qualcosa spinge irrimediabilmente verso le citazioni: "Non temere nulla, la Natura conosce il gran segreto, e sorride". Oppure: "Oserò io disturbar l'universo?" O anche: "Lo slancio vitale: questa coscienza oscura lanciata attraverso la materia...". Una volta, mentre lavoravo attorno a una "Piccola cosmologia portatile" per dilettanti (una specie di Bignami dell'infinito che naturalmente non venne mai data alle stampe), raccolsi una lunga serie di locuzioni celebri dalle quali intendevo selezionare quella che più felicemente poteva adattarsi come chiave di lettura a quel trattato. Con mia imbarazzata sorpresa mi accorsi che avevo annotato la massima di Dedekind "Esistono infiniti sistemi" vicina a quella di Russell "Non esistono sistemi infiniti". Risi amaramente e se il lettore potrà perdonarmi aggiungi di mio pugno in fondo alla lista degli aforismi un poco edificante "Che cavolo ci faccio su Alpha Centauri?"

La morale di questa storiella è che la buona volontà non sembra sufficiente a farci scrollare di dosso l'enorme banalità delle pretese cosmologiche. C'è anche, credo, una sorta di ribellione inconscia all'idea di non poter dialogare con l'universo: quando decideremo di confessarci apertamente, apparirà chiaro che la specie umana cerca di presumersi al centro di un destino particolare che l'ha eletta al rango di una insostituibile e incomprensibile eccezione della natura, una specie di semidio caduto dall'Olimpo, che adesso si aggira come uno sciancato che farnetica di discendenze favolose. Non c'è forse individuo che in un momento luminoso della sua esistenza non si sia sentito meritevole di qualche attenzione celeste che lo risparmiasse dall'obliterazione totale a cui sembra destinato; o pensiero che sia stato immune da questa speranza, ridicola o commovente che sia.

Quando il Sole lascerà la sequenza principale per trasformarsi in una gigante rossa, la Terra verrà probabilmente inglobata nei gas dell'astro dilatato scomparendo dall'universo. I calcoli mostrano che questo non avverrà molto presto, così possiamo pensare che i nostri discendenti, pur privati del loro luogo natale, continueranno a esistere e a perpetuarsi sotto altre lune, colonizzando nuovi mondi. Forse l'umanità conoscerà una nuova età dell'oro o forse i network televisivi si litigheranno i diritti dell'Apocalisse in diretta; e non è nemmeno escluso che fra le eliche del nostro DNA venga addirittura trovata l'agghiacciante data di scadenza della stagione umana, fissando con ciò i limiti della nostra avventura nell'universo.

La possibilità di formulare una cosmologia rispettabile dipende anzitutto dalla nostra posizione nel tempo e nello spazio. Siamo o no in grado di cogliere una visione panoramica *dell'intero* universo, cioè in pratica di percepire la totalità di ciò che esiste?

Il verdetto dei filosofi è senza speranza: la nostra conoscenza è irrimediabilmente *locale* e se ci si riferisce alle regioni esplorate dell'universo si può parlare tutt'al più di "metagalassia", e solo arbitrariamente di tutto l'universo. Kant ha ben chiarito la nostra inadeguatezza ad affrontare l'infinito, eppure a partire dagli inizi di questo secolo alcuni astrofisici hanno cominciato a credere seriamente che i loro telescopi vedessero così lontano da mostrarci quale delle due antinomie (spazio finito e spazio infinito) l'universo effettivamente abbia inteso realizzare.

La chiave di volta sembra esserci fornita da uno strumento detto spettrografo che scompone la luce in una

serie di righe luminose e oscure che fanno ricordare la tastiera di un pianoforte. Queste righe o dettagli spettrali rappresentano le frequenze di vibrazioni proprie degli atomi che le hanno emesse, quindi atomi di stelle, di galassie, o di nubi di gas in grado di emettere o di filtrare la luce. Il rosso si trova all'estremità di bassa frequenza dello spettro visibile e il blu a quella di alta. Conoscendo dalle esperienze di laboratorio le frequenze tipiche degli elementi, possiamo avere informazioni dettagliate sulla materia che compone le stelle, le galassie e le nubi di gas, se i processi che regolano l'emissione di radiazione sono gli stessi in ogni punto dell'universo.

Questa verifica è cruciale per la scienza, perchè in pratica va ad accertare se le nostre nozioni locali sono applicabili ai tempi e agli spazi della scala cosmica. Evidentemente, anche la fisica si imbatte nelle antinomie quando viene estesa a tutto l'universo...

E comprensibile che la maggioranza degli scienziati consideri una "jattura" la possibilità che le leggi della fisica possano essere differenti a diversi livelli di scala e che quindi non apprezzino come un reale avanzamento nella conoscenza l'eventuale confutazione di questa invarianza. Tuttavia nessun geometra dovrebbe avere per i suoi regoli una devozione superiore alla cosa da misurare: sono ben noti gli insuccessi riportati nel tentativo di integrare in un'unica teoria le proprietà del macrocosmo con quelle delle particelle elementari.

Ebbene, l'analisi delle transizioni quantiche della materia che forma i più remoti oggetti dell'universo, mostra un'inattesa deviazione dai parametri con i quali l'abbiamo sperimentata in laboratorio. Questo è il dato *vero*. Tecnicamente si presenta come una variazione sistematica del posizionamento delle righe spettrali verso le basse frequenze ("redshift"), sebbene il requisito di isotropia per ogni emissione ottica si sia andato un pò indebolendo, man mano che l'indagine spettroscopica è stata estesa a tutti gli oggetti extragalattici.

Ciò che è solidamente accertato è la tendenza del redshift ad aumentare col crescere della magnitudine apparente¹, come se l'abbassamento di frequenza delle emissioni dipendesse dall'intensità luminosa che riceviamo. Questo porta ad associare l'effetto con la *distanza*, benché il lettore colto intuisca subito le difficoltà di verificare empiricamente un effetto non grossolano, sistematico e progressivo. Senza l'assunzione di ipotesi arbitrarie, la stima delle distanze astronomiche per le galassie lontane comporta gravissimi rischi di selezione. Come verrà descritto negli articoli del testo, è necessario attribuire delle luminosità standard alle galassie: queste luminosità devono poi restare immutate lungo intervalli di miliardi di anni ed è indispensabile assumere convenzionalmente la trasparenza assoluta dello spazio intergalattico, per non introdurre effetti perversi sulla legge dell'inverso del quadrato e quindi sulla stima delle magnitudini.

Non entreremo nel dettaglio tecnico della questione: la relazione tra il diametro apparente delle galassie (o degli ammassi di galassie) e il loro redshift esigerebbe una complicata discussione sulla distinzione tra il diametro metrico dell'oggetto e quello dei suoi contorni isofoti a seconda dell'ipotesi che si intende adottare sulla natura dello spostamento verso il rosso.

Edwin Hubble, nel 1929, dai cieli della California, fu il primo ad associare questo effetto con la lontananza. Sulla base di 46 spettri di galassie (ottenuti in collaborazione con lo spettroscopista Milton Humason) e di 18 distanze calcolate con metodi tradizionali, gli parve chiara "una relazione lineare fra il redshift e la distanza". Questa relazione divenne subito nota come "l'effetto Hubble", benché la causa restasse sconosciuta. Il lettore rigoroso che volesse procurarsi gli scritti e i dati originari di Hubble rimarrebbe sorpreso nell'apprendere che quest'astronomo non avvallò mai la "legge" di cui viene accreditato e che sostiene tutta la cosmologia contemporanea. Sarebbe imbarazzante ripubblicare i dati che indussero questo pioniere dell'universo ad enunciare la proporzionalità del redshift con la distanza: oggi sappiamo bene che non poteva attendersi alcuna proporzionalità *nemmeno nel caso di uno spazio in espansione*. Le galassie esaminate erano troppo vicine per dar conto di una proporzionalità: *nessuna* di esse si trova infatti al di là dell'ammasso della Vergine!

Quando Hubble, al limite della portata del telescopio di Monte Wilson, metteva in relazione gli oggetti più deboli con i redshift più elevati, anticipava in realtà l'esistenza di uno spostamento verso il rosso *intrinseco*, indipendente dalla distanza.

L'entrata in funzione dello "Hale" di Monte Palomar e poi il fantascientifico progresso tecnologico culminato con la messa in orbita dello Space Telescope (che porta il nome dello stesso Hubble), non hanno sciolto l'enigma. E confermato uno spostamento verso il rosso che incrementa con la debolezza della sorgente. Le galassie ellittiche più brillanti di una quarantina di ammassi seguono molto bene la pendenza del

¹ Ricordiamo che in astronomia l'aumento delle magnitudini descrive una diminuzione logaritmica dell'intensità luminosa.

diagramma distanza-spostamento verso il rosso, ma non appena si tenta di collocarvi anche le compagne, spirali, nane, irregolari, etc., il grafico diventa incomprensibile (fig. 1).

Si tende ad attribuire questa "dispersione" di redshift ai movimenti di traslazione che animano le galassie compagne rispetto alle dominanti e attorno al baricentro degli ammassi a cui appartengono; ma ciò presuppone l'esistenza di una massa - che non si trova - *cento volte più grande di quella che osserviamo nelle condizioni reali*.

Generalmente le galassie più piccole appaiono più spostate verso il rosso, a meno che le più grandi non siano radioemittenti e le più piccole radioquiete, nel qual caso il risultato si inverte. Sfortunatamente si conoscono anche casi opposti, in cui galassie nane e piccole spirali esibiscono redshift più contenuti rispetto a più brillanti spirali a cui risultano essere associate. Infine ci sono casi imbarazzanti - i cosiddetti "redshift anomali" - di oggetti fisicamente collegati che mostrano spostamenti verso il rosso molto diversi.

Costante di Hubble

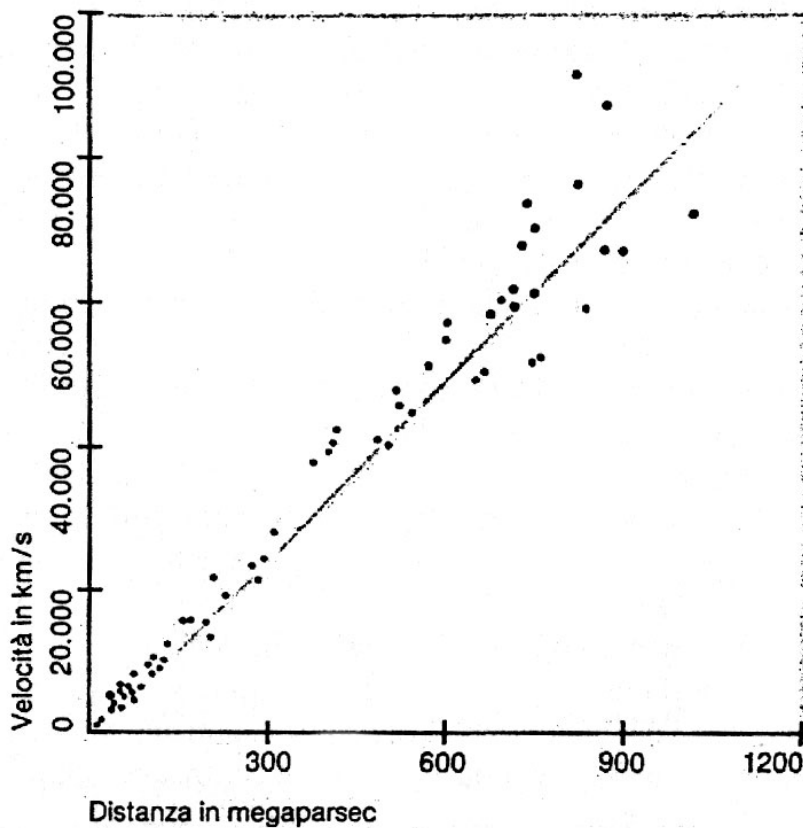


Fig. 1): Il grafico illustra la dispersione dalla diagonale retta che dovrebbe rappresentare il "Flusso di Hubble" (l'espansione dell'universo). La costante di recessione H_0 risulta differente per i diversi campioni di galassie studiati.

Insomma, un vero guazzabuglio. La sola regola che sembra rispettata è quella che accomuna tutte le galassie attive, irregolari e "disturbate", in elevati valori di redshift. Una caratteristica che coinvolge soprattutto gli enigmatici quasar, oggetti puntiformi di aspetto stellare, radioemittenti e radioquieti, caratterizzati da luminosità variabile e da abnorme spostamento verso il rosso. Se si collocano questi oggetti nel diagramma di Hubble (fig. 2) la loro distribuzione forma una chiazza assolutamente incomprensibile. O i quasar possiedono il più fantastico assortimento di luminosità intrinseche o i loro redshift non hanno alcun rapporto con la distanza.

Il lettore troverà in seguito notizie più dettagliate. Questo preambolo ha solo lo scopo di affrancarlo criticamente ai problemi della cosmologia piuttosto che farlo sprofondare in essa, e di metterlo in guardia dalle certezze a cui l'ha abituato certa divulgazione scientifica. Il punto è che per essere una scienza la cosmologia del Bing Bang ha bisogno di due assiomi fondamentali. Il primo assioma è che lo spostamento verso il rosso sia proporzionale alla distanza; il secondo è che questo spostamento venga originato

esclusivamente da velocità di allontanamento, in analogia con l'effetto Doppler-Fizeau. Edwin Hubble era disposto ad ammettere il primo, ma non il secondo assioma. Ponderando sull'"antichità" delle sorgenti astronomiche, espresse molto chiaramente la sua preferenza per "una luce che si affatica" - cioè di fotoni o quanti di luce che nel viaggio millenario attraverso lo spazio subiscono un deterioramento energetico -, piuttosto che aderire all'idea di uno spazio che si espande e che "stira" la radiazione luminosa da tutte le parti.

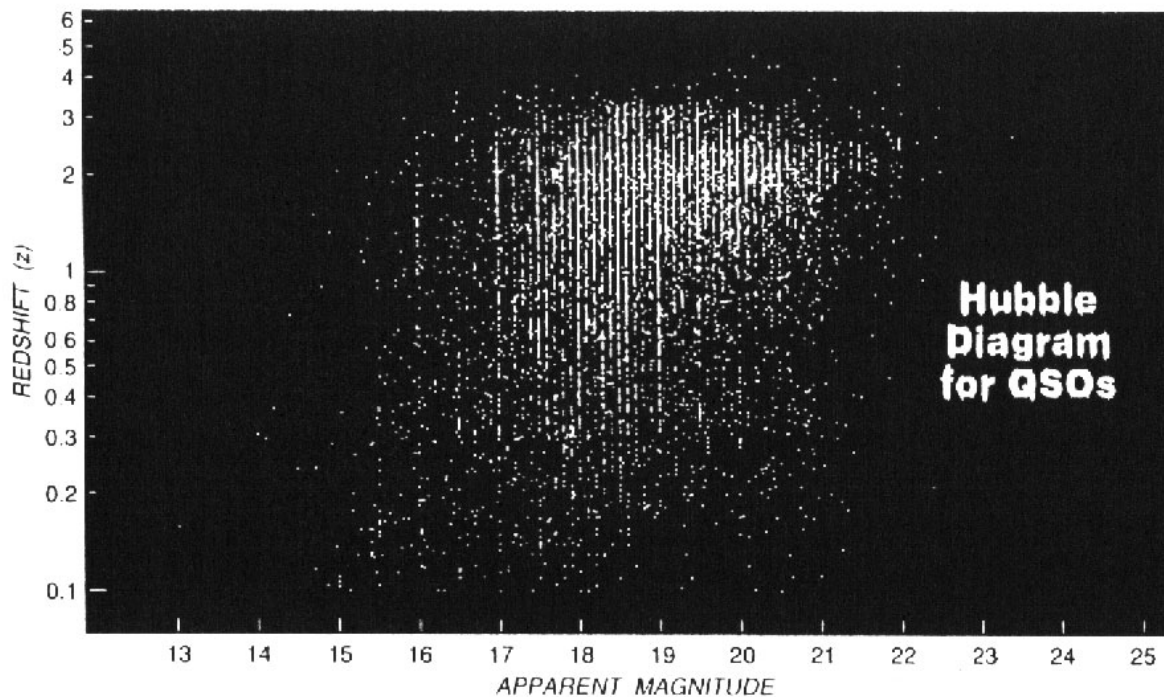


Fig. 2): Il diagramma di Hubble applicato ai quasar.
(Cortesia di G. Burbidge e A. Hewitt).

La posta in gioco deve davvero essere altissima se perfino i più celebrati divulgatori sono disposti a sciogliere le riserve che Hubble non si sentì mai di togliere.

Una posta altissima, dunque. E, in effetti, bisogna dire che lo è: l'idea è che se le galassie tendono a separarsi con velocità che crescono al crescere della loro distanza spaziale, allora ci deve essere stato un tempo in cui queste galassie erano così vicine da formare un unico impasto primordiale. Forse nemmeno gli atomi o i nuclei atomici avevano un'esistenza separata e tutta la potenzialità della Natura doveva concentrarsi in un punto piccolissimo di densità e di temperatura infinite. Qualcosa di terrificante dev'essere accaduto a quel punto piccolissimo se ora la sua storia coincide con la sua geografia ed entrambe procedono di pari passo; e qualcosa di prodigioso deve avergli consentito di inglobare al suo interno tutto l'universo attuale e ogni futura vicenda della materia.

Come una rappresentazione surrealistica di Salvador Dalì la topologia del Big Bang implica un universo rovesciato in cui il centro contiene la circonferenza e l'effetto genera la causa. Attraverso sezioni di spazio sempre più profondo appare perfino possibile monitorizzare l'intero percorso della fisica, e questo contribuisce in modo irresistibile a tener viva l'attenzione dei teorici sul mitico "tempo zero" e sulla materializzazione dell'universo.

La nuova frontiera fa balenare la possibilità di ricavare dal nulla l'apparizione di nuova materia. La meccanica quantistica fornisce più di un elemento per attribuire al vacuum materiale non solo una paternità, ma un codice genetico che sembra addirittura preesistergli. E allora che cos'è che dice al vuoto di produrre materia, che impone alla luce di risplendere e all'universo di esistere?

In questo estatico dilemma di fine millennio a cui soggiaciamo anche gli "atei", l'eresia dell'astronomo Halton Arp ("non expanding, indefinitely old universe") serpeggia come una sorda imprecazione. L'immagine grandiosa di un mondo di galassie in espansione diventa una "legge" non appena la perdita energetica ipotizzata da Hubble viene collegata a una velocità. Se questa velocità è costante e proporzionale alla

distanza, allora il tempo impiegato da due galassie scelte a piacere per trovarsi alla distanza osservata è esattamente uguale a quella distanza divisa per la loro velocità relativa. Questa espansione deve presentarsi a qualsiasi osservatore che si trovi su qualsiasi galassia e in qualsiasi direzione, e le lunghezze d'onda dei raggi luminosi si dilatano in ragione della distanza che hanno percorso dal momento fatale della creazione.

Sfortunatamente, vi sono obiezioni che non si possono ignorare. Intanto è difficile immaginare galassie animate da forze cinematiche o repulsive che invece di decrescere con la distanza si incrementano proprio attraverso la legge dell'inverso del quadrato, e poi resterebbe da spiegare perchè il nostro punto di osservazione è così "privilegiato" (o semplicemente così abominevole) da essere al centro di questo allontanamento radiale dell'universo e provocare un fuggi fuggi della materia cosmica in tutte le direzioni. Il solo modo di superare queste difficoltà è di ammettere drasticamente che non sono le galassie a muoversi e a recedere a velocità crescenti, *ma che è lo spazio stesso a crescere e a dilatarsi*, come se "nuova estensione" fosse continuamente pompata fra esse. Come a dire, insomma, che le galassie sono ferme e che lo spazio si muove.

Naturalmente la fisica non può continuare a disinteressarsi della cosmologia quando questa deduce che tutte le unità di misura stanno aumentando col tempo, anzi a partire da un preciso momento del tempo, e che il numero dei centimetri di un metro dipende strettamente da quel momento e dal giorno in cui li si va a contare. Se la posizione delle righe atomiche sopra uno spettrogramma è determinata da un fenomeno cosmico che dilata tutte le norme della metrica, la variazione delle lunghezze d'onda deve avvenire nello spazio e non nei processi reconditi della materia. Ma in che modo? E rispetto a cosa?

Se prendiamo un palloncino di gomma e cominciamo a gonfiarlo dopo aver dipinto la sua superficie con tanti cerchietti colorati, non solo le distanze fra i cerchietti, ma gli stessi cerchietti crescono nella medesima misura, cosicchè tutti i rapporti restano invariati. Sostituendo il palloncino con l'universo, le cose sconterebbero il salto di dimensione complicandosi notevolmente, perchè le velocità di interazioni fisiche, essendo finite, ci mostrerebbero alle grandi distanze galassie sempre più "contratte" (cioè cerchietti che si trovano in uno stato di dilatazione meno avanzato rispetto a quelli che sono nelle nostre vicinanze), la qual cosa potrebbe non annullare un effetto Doppler virtuale. Senza indugiare sulla sorte di una lunghezza d'onda che si trovi nel bel mezzo del suo viaggio cosmico alle prese con uno spazio che si espande sempre più, non ci sono dubbi che se tutte le misure cambiano in egual misura nessuno può dire che le misure sono cambiate. Ma per fortuna possiamo modificare il palloncino. Cancelliamo allora i cerchietti che così maledestramente avevamo dipinto sulla sua superficie e incolliamo al loro posto delle palline di materiale anelastico: torniamo a gonfiare il palloncino e questa volta potremo verificare la "legge di Hubble" e l'espansione dello spazio, se abbiamo avuto cura di distribuire le palline uniformemente.

È una vera disdetta che la variazione dei rapporti metrici del palloncino modificato abbia senso soltanto se riferita alla peculiarità delle molecole della gomma di deformarsi rispetto a quelle del materiale anelastico: togliamo infatti tutti la gomma dal palloncino e avremo un bel daffare per immaginarci "il nulla in espansione". I cosmologi hanno assoluto bisogno di un etere dotato di specifiche proprietà meccaniche o elastiche per avvalorare la loro interpretazione del redshift e per provare "che le galassie sono tutte ferme, e che è proprio lo spazio che si dilata, a separarle e a disperderle". Quando ribadì tali obiezioni "fuori moda" a un eminente astrofisico britannico, questi rise, allargò le braccia e rimandò la spiegazione.

Un'altra questione delicatissima legata alla simmetria dello spazio in espansione è la costanza della direzione radiale di recessione delle galassie lungo la nostra linea di vista. Se si prendono in considerazione regioni molto lontane - e quindi epoche molto diverse - i modelli evolutivi determinano inattese conseguenze sulle caratteristiche visuali degli oggetti. Dalla comune esperienza si sarebbe portati a pensare che i diametri angolari e le luminosità tendano sempre più a diminuire in ragione inversa alla distanza: questo avviene anche in un universo in espansione, ma solo finchè gli oggetti non sono troppo lontani. Al di là di un certo limite, quegli oggetti sono visti in un'epoca prossima all'inizio dell'espansione. I raggi luminosi che riceviamo sono quelli che sono partiti da un universo assai più piccolo di quello attuale: quegli oggetti erano dunque molto vicini a noi e dovrebbero apparirci più grandi e meno "arrossati", come hanno dimostrato Einstein e l'astronomo de Sitter. In alcune condizioni potrebbero perfino prodursi effetti Doppler "trasversi" e altre anomalie, con moti teoricamente rilevabili sulla sfera celeste.

Che cosa accade alla cosmologia se lo spazio metrico non si espande? Naturalmente verrebbe a crollare tutto l'edificio teorico e si dovrebbe ricominciare su basi completamente nuove. Non tutto però, verrebbe

azzerrato. Se "il vuoto non si muove", come sosteneva sdegnato l'astronomo Fritz Zwicky fin dal 1935, verrebbe definitivamente appurata la natura non cinematica dello spostamento verso il rosso.

Ma l'ipotesi alternativa di una perdita energetica dei quanti di luce proposta dallo stesso Hubble, dovrebbe anch'essa fare i conti con le anomalie riscontrate nella distribuzione del redshift, con gli abnormi spostamenti dei quasar e con le inspiegabili dispersioni rilevate fra i componenti degli ammassi.

Inoltre - e questo è l'aspetto senza dubbio più allarmante della questione - per quale sorte benigna lo spostamento verso il rosso dovrebbe essere fatto risalire a un'unica causa? Dopotutto, anche la fisica scoperta nel nostro sistema locale ha identificato numerosi componenti in grado di spostare le righe: i campi magnetici, i campi elettrici, la diffusione, l'assorbimento, gli isotopi, gli effetti gravitazionali *possono* modificare le transizioni energetiche. E se è vero che questi effetti non crescono necessariamente con la distanza, è anche vero che fotoni dotati di minore energia intrinseca rendono gas, polveri, stelle e galassie *intrinsecamente* meno luminose. Si capisce anche da un punto di vista statistico che la riduzione operata dal redshift intrinseco alla stima della magnitudine, al diametro metrico e ai contorni isofoti tenderebbero automaticamente a farci sovrastimare la distanza.

Il ricercatore ortodosso che senza alcuna esitazione ha sempre convertito la percentuale di spostamento spettrale in velocità di recessione e in chilometri al secondo, resta colpito dalla fragilità dell'assunzione di proporzionalità in rapporto alla sola distanza. La sua equivalenza con una perdita energetica è solo apparente, perchè non c'è più alcun modo di stabilire con sicurezza se oggetti di uguale redshift si trovano alla stessa distanza da noi. È ovvio che si può sempre rappresentare con una velocità radiale V_r una variazione, applicando per convenzione la formula di Doppler $V_r = c \cdot \Delta\lambda / \lambda = cz \dots$

Al contrario, una perdita energetica potrebbe essere messa in relazione con cause assai diverse che prescindono da effetti di natura geometrica, spaziale o temporale. La trasparenza dell'universo, data per acquisita senza alcuna conferma, ha già mostrato limiti che possono essere assolutamente decisivi per la cosmologia: l'astronomo Eric Lerner ha recentemente indicato l'esistenza di cospicui assorbimenti attraverso analisi di radio osservazioni. Le indagini sono state pubblicate sull'*Astrophysical Journal* e su *Astrophysics and Space Science* (207, 17-26, 1993) senza alcun ulteriore approfondimento. È chiaro che l'esistenza di un "indice di rifrazione" dello spazio implicherebbe una fatale miopia progressiva e l'impossibilità di vedere molto lontano nell'universo. Inoltre, l'assorbimento potrebbe non essere uniforme e quindi comportare regioni dello spazio più o meno penalizzate. Già nel 1973 gli americani V Rubin e W. Ford avevano segnalato che dove è possibile determinare la distanza con metodi alternativi al redshift, la distribuzione delle "velocità" risulta differente a seconda che le galassie vengano a trovarsi vicine o lontane da regioni ricche di materia cosmica. I due astronomi evidenziarono una netta discordanza fra la "costante di Hubble" (ritmo di espansione metrica dell'universo) stimata sulle galassie dell'emisfero boreale e quelle ottenute sulle galassie dell'emisfero australe. Questi cruciali risultati sono stati appena menzionati dalla letteratura scientifica.

Halton Arp, che è lo scopritore del redshift intrinseco, non ha dubbi che la causa più generale dello spostamento delle righe è da mettere in relazione con parametri fondamentali di sviluppo della materia. Ciò comporta un'incessante attività creatrice delle forze cosmiche e la liquidazione di un tempo iniziale e di uno spazio in espansione. La conseguenza è che l'universo è un laboratorio senza tempo di materia che sorge e che tramonta: non c'è alcuna direzione privilegiata verso un'origine o una conclusione del Mondo.

Ma senza una creazione e un destino finale, l'universo ci appare ancor più imperscrutabile. Se il tempo e lo spazio non sono che accessori di una trasformazione senza fine dove la materia vi permane increata, indistruttibile e imperitura, a cosa serve questa materia se non a supporre che non dovrebbe esserci?

Il "segreto" dell'universo, come ci suggerisce il grande scrittore inglese David Lawrence, sta forse nel fatto che "la rosa deve fiorire". Ma i fisici hanno un debole per i particolari e non ammettono facilmente una materia e un'energia date a priori. Se potessero, sceglierebbero un ben più rassicurante oceano di nulla a un roseto che esiste senza alcun motivo apparente.

Per non ricorrere a spintarelle divine il pensiero scientifico deve mettercela tutta, essendo filosoficamente impossibile estrarre qualcosa dal nulla. La natura "causa di sé" richiede leggi straordinarie che Spinoza non ha scritto, e la meccanica quantistica, che pure fornisce qualche appiglio all'apparizione di nuove particelle, rinvia a confini inaccessibili all'esperienza, a connessioni ipotetiche fra mondi paralleli dai quali e verso i quali potrebbe forse perpetuarsi un mutuo scambio energetico.

È difficile immaginare una genesi della materia alternativa all'ESPLOSIONE o alla CONDENSAZIONE. Dietro questi due temi fondamentali e apparentemente antitetici, si schiera ogni tentativo di rappresentazione cosmogonica. La condensazione è stata costantemente ricondotta alla gravitazione, e nonostante abbia assunto una forma matematica verificabile sul piano sperimentale,

preserva un'aspirazione all'unità che non si accorda per niente con l'aspetto frammentato del mondo delle galassie. Per spiegare il reale, la teoria del Big Bang usa indifferentemente e senza alcuna parsimonia i temi dell'esplosione e della condensazione, mentre i modelli alternativi della "creazione continua" utilizzano i nuclei delle galassie come bocche eruttive e moltiplicatrici del magma cosmico.

Eppure la lezione che l'universo impartisce ogni notte ai suoi spettatori è che le cose non sembrano voler tendere verso un centro comune, ma piuttosto verso tutte le altre cose. Forse la nostra idea della condensazione agganciata costantemente alla gravità non ci consente di comprendere l'universo delle galassie: se dovessimo far derivare le nubi atmosferiche dalle leggi di Newton o dai postulati della Relatività, noi daremmo una rappresentazione del tutto errata del fenomeno; la meteorologia sarebbe una sorta di oscuro miracolo e forse potremmo essere tentati di considerare le nubi stesse come la conseguenza di materia proveniente da un altro mondo... Se, allo stesso modo, equiparassimo le formazioni nuvolose a esplosioni che si innescano in un processo senza soluzione di continuità, ci troveremmo schiacciati dall'obbligo di identificare le fonti di quell'inesauribile energia.

È incredibile la noncuranza dei cosmologi nei confronti dei fatti osservativi: l'universo si fa in quattro per segnalarci che non c'è alcuna antinomia fra questi due processi e che accanto alle condensazioni di gas e di polveri da cui si originano le stelle, si producono fenomeni esplosivi e violenti che culminano nell'espulsione di materiale ad alta e ad altissima energia dai nuclei delle galassie. La straordinaria intensità e variabilità di alcune radiosorgenti, le esplosioni di supernovae, le emissioni di materiale a rapido decadimento in raggi X e raggi gamma, contrastano solo apparentemente con la meticolosa lentezza dei fenomeni di condensazione e di formazione delle stelle.

"That is what counts, what the objects in the universe are really doing", ciò che conta è quel che gli oggetti nell'universo stanno facendo.

Ma cosa stanno facendo? Sebbene nessuno possa dire con certezza cosa faccia l'universo nel suo complesso, Arp non ha dubbi che quel che riusciamo a vedere coi telescopi mostra i segni di un'insopprimibile giovinezza. L'espansione geometrica dello spazio è confutata dalla presenza di oggetti giovani e c'è un'evidenza schiacciante che le galassie, almeno in alcuni momenti della loro evoluzione, emettono materia. "Se il redshift non è in relazione con velocità di fuga - rileva ancora Arp - non sono io ad avvicinare le quasar".

L'articolo che porta la sua firma e che conclude questo libro è molto recente. Mi fu inviato nel marzo del 1994 e contiene anche i germi di una nuova interpretazione sulla base delle più recenti osservazioni nei raggi X e raggi gamma ottenute con i satelliti ROSAT e GRO. Sono definitivamente acquisiti i fenomeni esplosivi, le separazioni e le moltiplicazioni da oggetti originariamente unici, ma vengono contemporaneamente alla luce certe direzioni privilegiate lungo le quali sembra allinearsi la materia cosmica. È come se le concentrazioni di galassie emergessero da linee preesistenti nello spazio (le cosiddette "singolarità bidimensionali") in cui galassie attive e quasar capitano costantemente al centro di queste intersezioni.

Come un lungo ponte gettato verso il futuro, molte campate attendono ancora di essere consolidate. Una delle più impegnative concerne il mistero della quantizzazione degli spostamenti verso il rosso (e sul quale invito i lettori interessati all'argomento a dare il loro contributo scrivendomi direttamente).

L'effetto venne segnalato dall'astronomo William Tifft nel 1976, a seguito di un'analisi dei dati spettrali di galassie molto vicine fra loro, con altissime probabilità, quindi, di essere fisicamente associate. I redshift erano in buon accordo, senonché le lievi differenze riscontrate cadevano sempre nell'intervallo di 72 chilometri al secondo e multipli (principalmente 144 e 216 km./sec.). Questo era davvero strano, e imponeva urgenti conferme su campioni più vasti. In termini grossolani, è come se lungo una strada affollata noi incrociassimo persone a braccetto che hanno rigorosamente la stessa differenza di età o suoi multipli: persone di 20 anni vicine ad altre di 23, 26 o 29 anni (oppure di 68, 71 e 74, se abbiamo smesso di interessarci alle abitudini dei giovani...).

La quantizzazione è stata confermata più volte e con dati indipendenti. Se si pensa al ridicolo, alle invettive, al sarcasmo con cui questa evidenza è stata salutata dalla comunità astronomica, ci si potrebbe domandare - ma non è il caso - quale sia il limite inferiore dell'arroganza, oggi che la periodicità del redshift viene tranquillamente ammessa anche da molti ricercatori di credo convenzionale. I risultati dell'indagine più recente, effettuata con radiotelescopi che misurano la frequenza dell'emissione di idrogeno neutro su un gran numero di galassie, mostrano l'effetto in modo inequivocabile (fig. 3). Queste misure danno spostamenti verso il rosso con margini di errore di 5/8 chilometri al secondo, che hanno permesso a William Napier di fissare in 37,5 chilometri al secondo i più piccoli passi di periodicità. Il lettore in vena di freddure potrà rilevare che perfino i nomi dei citati ricercatori risultano quantizzati...

Disgraziatamente c'è poco da ridere. Intanto non occorre far parte della banda di Arp per rilevare che non ha senso indicare la quantizzazione in unità di velocità (cioè in chilometri al secondo). Qualunque sia la causa che determina lo spostamento delle righe in percentuali "discrete", questa è un'altra conferma dell'esistenza di redshift non dovuti a velocità. Occorre trovare un modo diverso di descrivere la quantizzazione legandola ad altri parametri, senza farla sparire. Poi c'è la questione della reale contiguità degli oggetti: se infatti alcune periodicità si riscontrano anche con galassie che non fossero alla stessa distanza, vi sono enormi complicazioni (e straordinarie opportunità!) per la ricerca.

Infine - e questo è senza dubbio l'aspetto più problematico - le differenze di periodicità sono talmente piccole che ormai non c'è neanche il margine per i moti reciproci di interazione, cioè per gli effetti Doppler "canonici" determinati dai movimenti di rotazione attorno al baricentro degli ammassi a cui appartengono le singole galassie, movimenti che dovremmo invece osservare come intervalli di variabilità intorno al valore quantizzato.

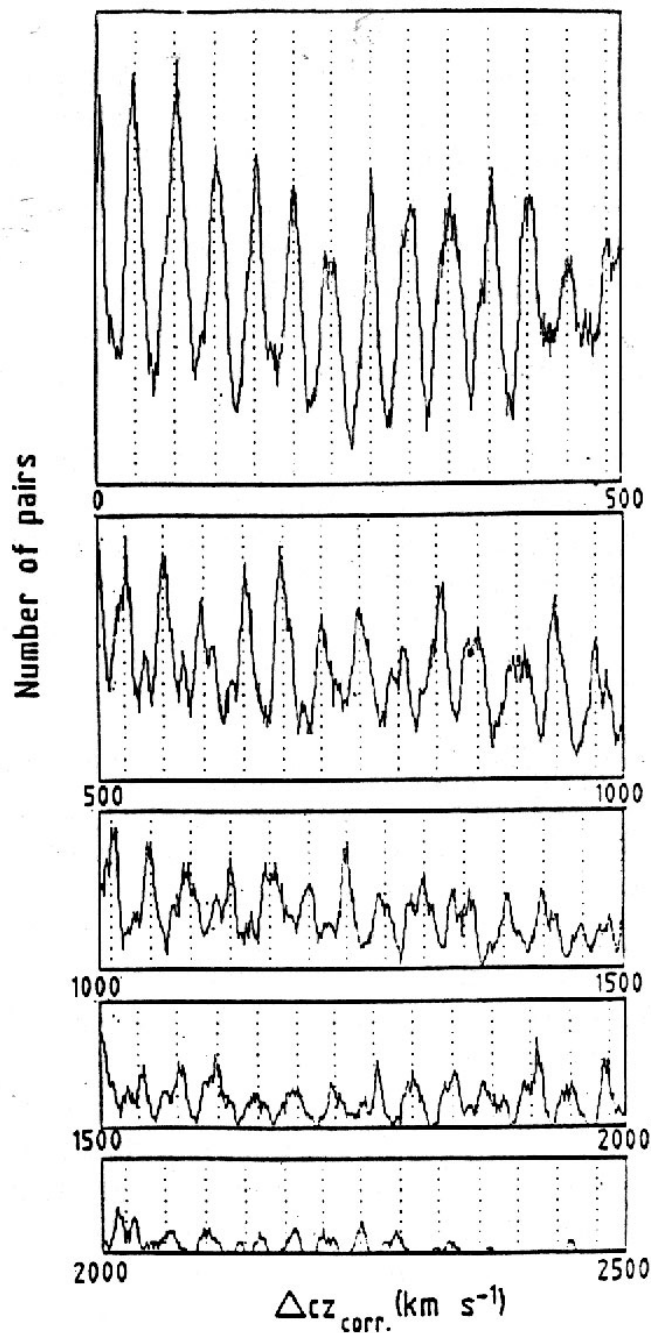


Fig. 3): Tutti i redshift più accurati, rilevati per galassie fino a $cz = 2.600$ km. sec. mostrano un'evidentissima quantizzazione in intervalli di Δcz equivalenti a $37,5$ km. sec.. Come possono tutti questi redshift essere attribuiti a "velocità"? (Cortesia di W. Napier - Comunicazione privata ad H. Arp).

Ma questo è già futuro.

Non vorrei concludere questo approccio dando l'impressione che Halton Arp sia il solo astronomo della comunità a cavalcare l'eresia. Delle molte migliaia di professionisti in attività, egli rappresenta il capitano di vascello di una banda di "ammutinati", una specie di Bounty in rotta verso cosmologie ignote, dall'incerto destino. Naturalmente mi guarderò dal fare l'elenco dei rivoltosi, che sono pochissimi e tutti ben noti agli addetti ai lavori.

Le evidenze osservative prodotte dai dissenzienti richiedono comunque un universo così diverso da quello correntemente ipotizzato, da compromettere non solo il significato di programmi di ricerca già varati o in corso di approvazione, ma anche i delicati equilibri e le laboriose alleanze messe insieme con infinita pazienza fra istituti concorrenti e discipline complementari.

Non c'è dubbio che tutti coloro che vogliono decidere da soli riguardo all'universo compiono un atto d'orgoglio: nel suo libro "Quasars, Redshifts and Controversies"² Arp scrive che "rispetto al tempo in cui visse, Galileo avrebbe potuto benissimo essere un membro della facoltà di Harvard". E non gli si può dar torto, visto che dal 1984 non gli è stato più consentito l'uso dei grandi telescopi.

Ma per aver sostenuto che l'espansione dello spazio è il più grande errore dell'astronomia moderna, qualcuno si è subito affrettato a rilevare che "Halton Arp non è stato costretto all'abiura". "No di certo!". Se è per questo, aggiungiamo che non è stato neanche torturato.

Chi la vede in quel modo ci ha voluto ricordare che "per decenni Arp è stato richiamato all'ordine e che fu ammonito un'infinità di volte, verbalmente e per iscritto". Per quasi quarant'anni "ha potuto disporre dei migliori strumenti del mondo" ed effettuare "ricerche controcorrente altamente controverse, se non del tutto prive di significato". Poi, se qualcuno ha detto basta, se gli ha mandato gli otto giorni e l'ha "pregato" di starsene fuori dalle cupole astronomiche, "beh, francamente, un pò se l'è andata a cercare..." Ma "nessuno gli ha chiuso la bocca" o gli ha impedito di protestare.

"Adesso occupa una cattedra in un prestigioso istituto di astrofisica tedesco, può scrivere articoli e libri" che talvolta riesce perfino a pubblicare su riviste specializzate. "E riceve moltissime lettere". Capita anche che venga invitato a qualche libera conferenza "per garantire il contraddittorio": gli viene infatti consentito di sedersi con gli altri relatori, di sorridere e di scuotere decisamente il capo quando non è d'accordo. Spesso dispone anche del tempo di dire qualcosa...

"Eppoi lo sa che tutti gli vogliono un gran bene? E che festeggiano tutti i suoi compleanni?" Il sessantesimo a Venezia, infatti; il settantesimo in corso di allestimento, l'ottantesimo... chissà?... "Non c'è astrofisico di rango che si sia dimenticato di dedicargli almeno un trafiletto", perchè non siamo più nei secoli bui, grazie al Cielo; si può essere in aperto contrasto ma restare amici lo stesso con chi "non voglia accettare lo straordinario ampliamento della conoscenza offerto dal Big Bang" e tollerare ampiamente "chi, come Arp, desidererebbe tornare indietro"³.

Per fortuna, esiste anche l'opinione contraria.

Timothy Ferris riferisce che il direttore dell'osservatorio del Kitt Peak in Arizona, Geoffrey Burbidge, nel corso di una riunione dell'Associazione Americana per il Progresso della Scienza, lasciò tutti senza fiato dichiarando testualmente "Molti scienziati affermano che se paragoniamo l'universo al corpo umano, possiamo dire che ne conosciamo lo scheletro e che cominciamo a comprendere il funzionamento degli organi interni. Ma c'è l'opinione di minoranza, per la quale mi capita di avere una notevole simpatia, che dice che non sappiamo neanche quale sia lo scheletro..."

Ancor meno diplomatico è il celebre Fred Hoyle, che paragona coloro che accettano l'interpretazione ortodossa del redshift "a un branco di pecore il cui belato è salito a tali proporzioni monumentali, che niente resta al gregge se non la bottega del macellaio".

Il mio Editore può tirare un sospiro di sollievo.

² Editto in Italia dalla Jaca Book col titolo "La Contesa sulle Distanze Cosmiche e le Quasar" - 1989.

³ Dennis Overbye, divulgatore e collaboratore di "Time". Autore fra l'altro di "Cuori Solitari del Cosmo" edito in Italia da Rizzoli.