

# La cosmologia del dissenso

Alberto Bolognesi

Se una controversia nata settant'anni fa continua a scatenare liti furibonde fra scienziati, bisogna constatare che la cosmologia del big bang non ha ottenuto, per ora, nemmeno l'unanimità planetaria...

Dietro la battuta si schiera un piccolo gruppo di oppositori vecchi e nuovi che si conservano fedeli alle ostilità del 1929, all'indomani cioè della scoperta che la luce delle lontane galassie risulta sistematicamente spostata verso il rosso rispetto a quella prodotta in laboratorio. Essi affermano che, nonostante l'accumulazione di prove osservative contrarie al Big Bang, la maggioranza degli astrofisici difende un'ipotesi fondamentalmente errata della Natura.

E' una querelle fin troppo nota agli addetti ai lavori, ma curiosamente è quasi sconosciuta al grande pubblico. Per dare conto ai lettori è necessario porsi sotto la molteplice angolazione critica dei dissidenti, ricordando per esempio che non solo un astronomo famoso come Fritz Zwicky si è opposto con estrema intransigenza all'idea di uno spazio che si espande, ma che lo stesso Edwin Power Hubble, scopritore della "legge" che oggi domina tutta la cosmologia, respingeva questa conseguenza pur apprendendogli problematica qualsiasi altra interpretazione dello spostamento spettrale.

Chiunque abbia assistito a conferenze pubbliche sull'universo o letto testi di divulgazione, si imbatte sempre nel dato mistificatorio che fa risalire all'incontro fra Einstein ed Hubble la scoperta della recessione delle galassie. Ebbene, e qui non si può proprio dar torto agli oppositori, nessuno più di Einstein ebbe difficoltà ad adeguarsi ad un tale scenario cinematico. Ancora nel 1945 Einstein scriveva "Devo confessare di non potermi liberare dalla sensazione che nel modo attuale di impostare il problema, non vengono tracciate abbastanza chiaramente le più fondamentali alternative"<sup>1</sup>.

L'astronomo olandese Jan Oort, e qui facciamo punto con i riferimenti storici, ricordava continuamente che è proprio il carattere speculativo della cosmologia a costringerla a pronunciarsi quando le osservazioni strumentali diventano più incerte: ai confini del visibile è così sempre in agguato il rischio di scambiare il gigante per un oggetto debole, mentre a distanze minori basta ritenere *tipica* una galassia poco luminosa per scaraventarla ai limiti dell'universo.

Ma tant'è. L'evidenza che il redshift progredisce al di là di una certa magnitudine per ogni emissione ottica dello spettro ha consolidato l'esistenza di un effetto generalizzato, perché lo spostamento delle transizioni quantiche appare indissolubilmente legato alla scala delle luminosità apparenti, che è una conseguenza della distanza.

Come noto, la stragrande maggioranza degli astrofisici ritiene che questo spostamento riflette una dilatazione dello spazio nel quale, come frammenti di un'antica esplosione, le galassie vanno allontanandosi sempre più rapidamente le une dalle altre con il crescere della distanza che le separa. Ma le correzioni da apportare nel caso di un redshift *cosmologico* (effetto Doppler) devono tener conto di una diminuzione del diametro metrico delle galassie e dei loro contorni isofoti: a uno spostamento delle righe spettrali di questa natura corrisponde infatti una perdita di luminosità che per la galassie più lontane va ben al di là di una grandezza stellare, il che certo non facilita la verifica sperimentale di una legge di proporzionalità fra il redshift e la distanza. La limitazione di gran lunga più arbitraria è però quella che costringe a fare entrare nelle formule una luminosità delle galassie che non muta nel tempo, quasi che, in materia di evoluzione stellare, la prospettiva cosmogonica perdesse di significato. È davvero difficile credere che l'evoluzione non modifichi la forma di questa curva di luce.

Nell'ambito di una presunta proporzionalità fra il redshift e la distanza, dovrebbe poi entrare una scrupolosa determinazione di altri parametri che, disgraziatamente, dipendono proprio dalle magnitudini corrette, oltre che dal modello di universo assunto per ipotesi.

I dissidenti fanno notare inoltre che i telescopi attuali sono in grado di vedere milioni di galassie, eppure si prendono decisioni sulla base di una quarantina di ammassi, su uno sparuto campione di giganti ellittiche o di spirali SB, sempre supponendo di poter discriminare gli oggetti più vicini da quelli più lontani con il semplice confronto del valore di  $z$  (redshift). La probabilità che gli spettri delle galassie celino l'esistenza di una legge rigorosamente progressiva, o che invece la imitino solo grossolanamente con l'aumento delle magnitudini, attende ancora di essere calcolata: in modo del tutto inatteso, le osservazioni registrano che le galassie più piccole sono sempre più arrossate rispetto alla principale del

---

<sup>1</sup> *On the Cosmological problem, 1945.*

gruppo a cui appartengono, a meno che questa non sia radioemittente e le sue compagne radioquiete, nel qual caso il risultato s'inverte<sup>2</sup>.

1. Non è che la punta dell'iceberg: nell'ammasso della Vergine sono state evidenziate da molto tempo differenze in eccesso di redshift delle galassie a spirale nei confronti delle compagne ellittiche (T. Jakkola), che in termini di velocità comporterebbero divari di centinaia e migliaia di chilometri al secondo. I divulgatori giustificano il loro silenzio stampa affermando che ciò non contraddice, in linea di principio, l'espansione dello spazio, ma in realtà le conseguenze sono catastrofiche per il modello del big bang, poiché in tal caso, a partire dalla data di nascita abitualmente accettata per tutte le galassie, l'ammasso avrebbe dovuto cominciare a sfasciarsi, e le spirali non dovrebbero essere ancora lì dove le vediamo.

Analoga situazione per le radiogalassie. I censimenti più accurati (E. Valentijn) effettuati negli ammassi di Ercole, in Vergine e nella chioma di Berenice, hanno dimostrato che i loro spostamenti verso il rosso sono mediamente i più alti fra tutte le galassie considerate. La cosa più misteriosa è che parte di questi risultati era già disponibile nella ricerca effettuata 18 anni fa dall'astronomo americano W. Tifft: egli accertò che le galassie radioemittenti della Chioma hanno un redshift sistematicamente superiore a quello delle loro compagne radioquiete, che in termini di mera velocità equivarrebbe alla rispettabile andatura di 700 km/s...

Qualunque sia la causa che determina lo spostamento verso il rosso delle galassie, questi risultati mostrano chiaramente che almeno una parte di esso non è dovuto alla velocità.

Leader della controversia e degli spostamenti "intrinseci" è l'americano Halton Arp, per 29 anni astronomo agli Hale Observatories e ora... in giro per l'Europa.

In vent'anni di ricerche appassionate ed al centro di contestazioni furibonde, Arp ha prodotto un'impressionante raccolta di spostamenti verso il rosso "non dovuti a velocità", oltre che un celeberrimo atlante di galassie peculiari che invocano un radicale cambiamento dell'interpretazione cosmologica<sup>3</sup>.

Gli argomenti del dissenso sono numerosi e ben articolati, e quasi tutti indotti dall'osservazione.

I più noti sono:

1. Gli spostamenti anomali riscontrati fra membri di associazioni di galassie che non possono essere attribuiti ad allineamenti prospettici accidentali;
2. Gli enormi spostamenti verso il rosso e la variabilità della luce dei quasar, che implicherebbero magnitudini assolute e modulazioni di energia paragonabili alla radiazione luminosa prodotta da centinaia (e migliaia) di grandi galassie, generate da oggetti che in alcuni casi hanno diametri pressoché stellari (alcune ore-luce);
3. L'esistenza di spostamenti multipli verso il rosso nei dettagli degli spettri di assorbimento di alcuni quasar;
4. Gli indizi osservativi e statistici che i quasar sono spazialmente associati alle galassie;
5. La quantizzazione degli spostamenti verso il rosso (cioè la proprietà del valore di  $z$  di apparire a certi livelli discreti) che presentano galassie binarie o strettamente associate.

In rotta di collisione col punto di vista convenzionale, Halton Arp afferma che non solo lo spostamento dei quasar non ha a che fare con l'espansione dell'universo, ma che le stesse galassie, in numerosi casi, non possono trovarsi alle distanze implicate dai loro redshift. "... Devo dedurre che nei sistemi spostati verso il rosso in modo anomalo, le stelle non risultano semplicemente così luminose come nelle galassie con spostamento verso il rosso intrinsecamente inferiore"<sup>4</sup>.

Questo comporta che le galassie con alto  $z$  intrinseco *vedono* le compagne con basso spostamento orientate addirittura nel blu: il risultato è che tutti gli spostamenti intrinseci sono relativi e che dipendono strettamente dallo stato peculiare della materia in cui l'osservatore compie le sue misurazioni.

Ciò sembra solo superficialmente attraente, perché resterebbe inspiegato l'effetto che determina una progressione sistematica del redshift delle galassie lungo la scala delle magnitudini; se anche la cosiddetta costante di Hubble non fosse che un miraggio esponenziale (Arp non la chiama mai in causa

---

<sup>2</sup> H. ARP e J. SULENTIC, *Analysis of Galaxies*, 1966, *Astrophis. Journ.*, 291, 1985.

<sup>3</sup> H. ARP, *Atlas of Peculiar Galaxies*, 1966; H. ARP e B.F. MADORE, *Catalogue of Southern Peculiar Galaxies*, 1985.

<sup>4</sup> H. ARP, *Quasars, redshifts and Controversies*, 1987.

<sup>1\*</sup> Come vedremo più avanti, Arp ha poi abbandonato i modelli che prevedono l'espansione dell'universo e ha integrato i redshift a una metrica statica.

direttamente), perché il nostro punto d'osservazione dovrebbe essere così atipico da farci apparire le sorgenti deboli sempre più spostate verso il rosso? C'è comunque un nesso che collega la griglia delle transizioni quantiche al lungo viaggio che le porta fino ai nostri strumenti?

I fantasmi della luce che si affatica risorgono puntualmente non appena gli effetti cinematici vengono messi in discussione: Arp lo sa e valuta molto bene la tentazione di affermare che c'è una causa fisica ignota mescolata allo spostamento intrinseco. Colloca così le sue scoperte osservative all'interno di una metrica in espansione, preservando una geometria dello spazio che si dilata temporalmente e quindi ripescando *le velocità* che aveva così ben confutato dalla gabbia del telescopio.\*'

Lo fa, naturalmente, con consumata eleganza. Aderendo alle idee dell'armeno Viktor Ambartsumian, secondo il quale i nuclei delle galassie sono la sede di fenomeni fisici fondamentali, ritrova la fisica espulsiva dei *nuclei primigeni* (i buchi bianchi), e la integra a una suggestiva teoria d'avanguardia, per la quale la massa di tutte le particelle aumenta con il tempo della loro apparizione<sup>5</sup>: il risultato è allora un universo immutabile, in creazione continua, sul quale *scorre* uno spazio in espansione.

Già intorno agli anni '50 gli scienziati Bondi, Gold ed Hoyle avevano formulato un'interessante alternativa al modello cosmologico del big-bang e l'avevano battezzata "Steady State", o *Teoria dello Stato stazionario*. La necessità di proporre un'alternativa al big bang non nasceva però da una diffidenza osservativa nei confronti del redshift, bensì dall'esigenza di aggirare l'ostacolo insito in una creazione (e forse in una distruzione) di tutta la materia localizzata in un preciso momento del tempo.

Questa celebre teoria può essere grossolanamente riassunta nell'idea che l'universo, sulle grandi scale di distanza, rimane eternamente immutato; lo Steady State postulava infatti che gli atomi di idrogeno si originassero spontaneamente nello spazio in espansione, mantenendo costante la densità media della materia. Le galassie precipitavano ugualmente verso la periferia di un universo in espansione, ma nello spazio intergalattico, che tendeva così ad aumentare, nuovi sistemi stellari venivano continuamente *forgiati* dall'idrogeno di nuova creazione.

L'idea più controversa del meccanismo era chiaramente l'apparizione dal nulla di nuovi atomi: e per quanto i suoi Autori si siano sforzati di mostrare quanto straordinariamente piccola sia questa creazione di materia sul piano teorico (un atomo di idrogeno ogni miliardo di anni in un decimetro cubo), la violazione permaneva.

La riformulazione di Arp sta nell'aver identificato nei nuclei stessi delle galassie attive le fucine della nuova materia. L'universo si riprodurrebbe così dal suo stesso interno, per una specie di gemmazione di galassie che potrebbe durare all'infinito. Lo spostamento abnorme dei quasar e quello *anomalo* di tanti oggetti spazialmente associati verrebbero spiegati con l'età della loro apparizione: le masse di tutte le particelle appena espulse da galassie *gravide* (se ci si passa il termine), coinciderebbero con il tempo di interazione scambiato con l'universo circostante, il cui orizzonte si espande alla velocità della luce. Le masse, leggerissime, delle particelle appena nate comincerebbero così a scambiare gravitoni con il mondo esterno acquistando massa: e il loro altissimo spostamento verso il rosso decadrebbe solo in un secondo tempo verso valori più normali.

Non si può fare a meno di notare, conclude l'Arp creatore, che in questo modello *"l'universo assomiglia ad una pianta che fa maturare i semi in baccello e quindi li diffonde attorno"*.

Anche volendo mantenere una posizione conservativa, l'esistenza di un effetto intrinseco è in alcuni casi così ben documentato da far pensare che alla lunga dovrà essere riconosciuta.

La prova più persuasiva è forse quella che si ottiene nell'esaminare la distribuzione del redshift della trentina di componenti, il cosiddetto *gruppo locale*, gruppo di cui la nostra stessa galassia fa parte.

Con le debite correzioni, ed a causa dei moti orbitali di ogni membro all'interno dell'ammasso, dovremmo aspettarci di registrare mediamente tanti spostamenti verso il rosso quanti verso il blu: infatti, poiché l'espansione non può prodursi all'interno di un sistema senza disperderlo e poiché le popolazioni stellari osservate sono sufficientemente antiche per farlo ritenere stabile, lo spostamento spettrale (positivo o negativo) renderà conto dei soli moti gravitazionali dei singoli membri, almeno in relazione alla nostra visuale. Eppure, come per una sorta di magia, tutte le nostre compagne, ad eccezione della grande galassia M31, ci appaiono sistematicamente orientate verso il rosso!

---

<sup>5</sup> HOYLE e NARLIKAR, *Action at Distance in Physics and Cosmology*, 1974.

Se non ci fosse una componente intrinseca a determinare lo spostamento spettrale, il dato osservativo sarebbe del tutto incomprensibile, a meno di ammettere, molto artificiosamente, che a partire da un'epoca recente tutte queste galassie hanno preso a sganciarsi dal dominio di M3 1, manifestando un moto di deriva che è al poi perfettamente radiale al nostro punto di osservazione.

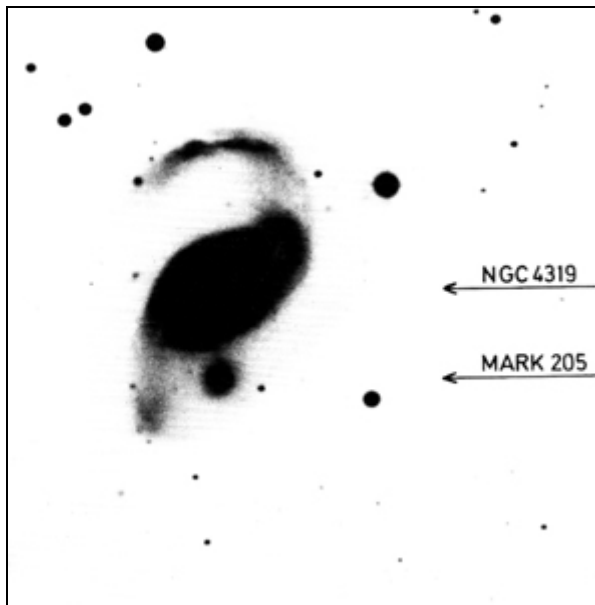


Figura 1): La coppia formata dalle galassie NGC 4319 e dall'oggetto sottostante (Markarian 205) in un'immagine ottenuta da Halton Arp, con spostamenti verso il rosso inconciliabili in termini di velocità radiale (1800 km/s per NGC 4319 e 21.000 Km/s per Mrk 205).

I cosmologi hanno tentato di spiegare l'imbarazzante redshift delle componenti il *gruppo locale* postulando un enorme concentrato di *materia oscura*, più in là, da qualche parte. Le hanno dato perfino un nome e l'hanno chiamata *Il Grande Attrattore*. Sfortunatamente l'ipotesi richiede che questa enorme massa invisibile abbia cominciato ad operare in tempi assai recenti, perché in caso contrario il *gruppo locale* avrebbe dovuto sfasciarsi e disperdersi molto rapidamente, e non potrebbe essere lì dove ancora lo vediamo.

Dopo aver cercato invano una massa nascosta pari ad almeno centomila grandi galassie in direzione delle costellazioni dell'Idra e del Centauro, i teorici del big bang hanno pensato di guardare nella direzione opposta per verificare la coerenza di questo *Grande Attrattore*. Sulla base della mappatura approntata dal satellite INAS, hanno elaborato una distribuzione affine di materia oscura: dal confronto fra le velocità attese e quelle misurate è emerso che nella direzione opposta le velocità sono sempre in eccesso.

I dissenzienti hanno fatto osservare che ciò è esattamente quello che ci si dovrebbe attendere in tutte le direzioni se l'effetto intrinseco va a sommarsi a quello cosmologico, mentre i più scettici hanno preso definitivamente atto che la legge di Hubble non risulta verificata oramai più da nessuna parte...

Attualmente il *Grande Attrattore* è un po' in disarmo presso gli stessi teorici, e si preferisce parlare di una misteriosa *corrente cosmica*, di un *grande fiume* che sconvolge il regolare flusso di Hubble.

Gli oppositori tuonano che anche prescindendo dall'introduzione di elementi inaccessibili all'esperienza (*la materia oscura*), questa terminologia mistica è inaccettabile in una rappresentazione che pretende di essere scientifica. Ma chi li ascolta? e chi pubblica i loro strali?

Comunque la si guardi, l'introduzione di un effetto intrinseco ha tali e tante conseguenze in Astrofisica, che perfino i suoi sostenitori rischiano di darne una interpretazione riduttiva<sup>7</sup>.

L'eccesso sistematico di redshift è stato segnalato da diversi Autori anche per altre associazioni di galassie vicine, come quello dello scultore o le compagne di M81 (Bottinelli, Goughenheim, Collin-Soufrin, Pecker, Tovmassian, Giraud, Moles, Vigier, Sulentic). Ma invece di appianare la questione, tali conferme la complicano, se possibile, ancora di più: dove il redshift è stato misurato con particolare accuratezza, l'intervallo di variabilità intorno al valore medio di +72 km/s è talmente piccolo da far sparire tutti i moti peculiari che dovremmo attenderci applicando le leggi della gravitazione universale. Dobbiamo forse pensare che queste galassie siano "in quiete" all'interno degli ammassi a cui appartengono? Dove sono finiti, è lo stesso Arp a chiederselo, tutti i moti di interazione che dovremmo attenderci? Questa è la tegola che proprio in vista del traguardo cade sulla testa *dell'effetto intrinseco quantizzato*.

<sup>7</sup> Una delle poche differenze possibili fra i due tipi di materia con diverso spostamento verso il rosso, potrebbe essere il tempo della loro apparizione"; HALTON ARP, op. cit.

Le revisioni ed i ripensamenti non portano onorificenze alla fisica, e sono molti a ritenere che un capovolgimento cosmologico avrebbe gravi conseguenze sulla ricerca. Eppure è difficile supporre che il compendio delle nostre leggi abbia già compreso tutte le modalità con cui la materia cosmica si organizza: se così fosse, noi potremmo dedurre l'universo da un breviario di fisica sempre ritrovando nient'altro che quelle stesse leggi; ed i nostri computer sarebbero probabilmente ancora lì a descrivere nei più minuziosi dettagli i moti epicicloidali di Tolomeo.

Il metodo seguito dalla cosmologia moderna non è poi tanto diverso: partendo da alcune ipotesi conformi alle teorie fisiche più accreditate, si cerca di costruire un modello rigorosamente matematico

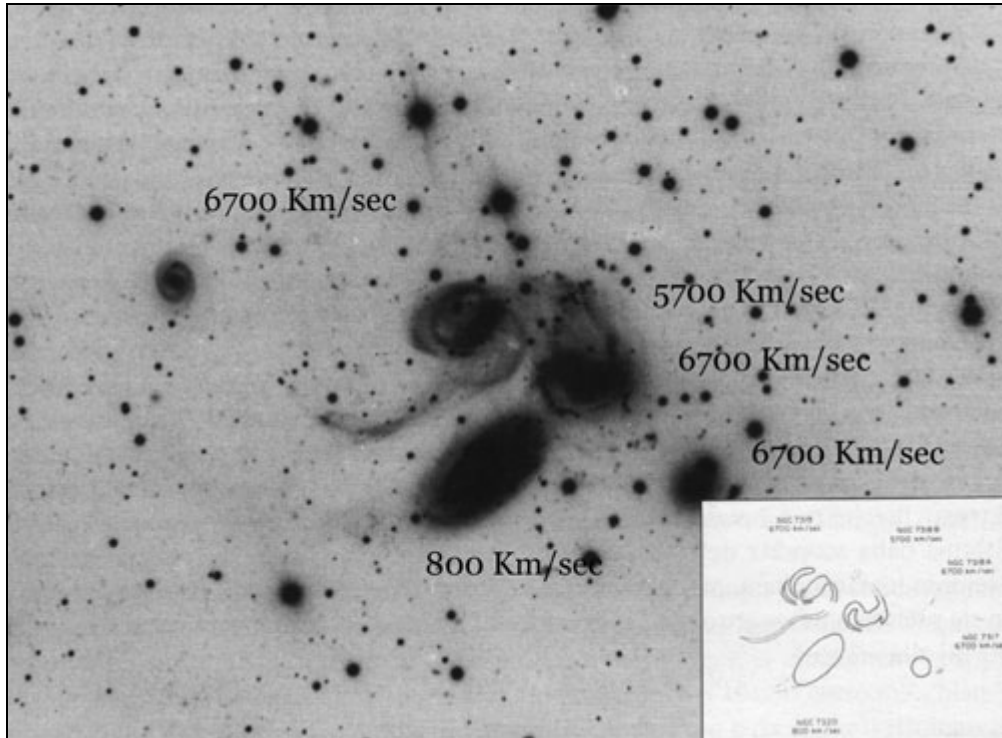


Figura 2): Il "Quintetto di Stephan" in una fotografia profonda ripresa da Halton Arp. La galassia in basso sulla sinistra mostra uno spostamento verso il rosso assai più basso delle altre componenti, nonostante l'apparente associazione al gruppo. La velocità in base allo spostamento rilevato è di 800 km/s, contro un valore di recessione medio di oltre 6000 km/s. Inoltre, nessuna spiegazione soddisfacente viene fornita dai cosmologi dell'espansione sul fatto che le due galassie al centro (che a prima vista sembrano un unico oggetto) presentano a loro volta valori di recessione discordi (5700 km/s una e 6700 km/s l'altra).

di una stella, di una galassia, di un buco nero, estraendo deduttivamente le proprietà dell'intero universo. Ciò comporta che qualsiasi confutazione od introduzione di nuovi dati, rischia di distruggere inesorabilmente quel modello, e con esso le immense risorse impiegate.

A proposito dello spostamento intrinseco qualcuno pensa che forse "si può togliere il dente e perfino masticare meglio"<sup>8</sup>; e che l'integrazione dei quasar alle galassie non comporta necessariamente l'abbandono dell'ipotesi convenzionale. La loro collocazione agli estremi limiti dell'universo, da trent'anni a questa parte, ha procurato ai teorici le più grandi difficoltà e contraddizioni quando si tratta di precisare il meccanismo d'alimentazione, la componente di sincrotrone, quella infrarossa e quella nei raggi X, oltre alle ben note violazioni superluminali.

Il passaggio più delicato è quello della determinazione delle distanze e dell'impossibilità di separare con sicurezza l'incidenza delle due componenti, mantenendo una credibilità delle grandezze teoriche e delle grandezze misurabili; è perfino divertente constatare che mentre la cosmologia ortodossa è costretta a fare i conti con gli spostamenti *anormali*, i dissenzienti devono poi saldare i sospesi di quello intrinseco con la linearità del redshift che mostrano le giganti ellittiche e le spirali SB.

Non c'è dubbio che Arp sconvolga molto di più quando *esibisce* che quando interpreta: è possibile anzi che alcune condizioni del suo modello espulsivo siano in contrasto con i dati dell'osservazione quando devono spiegare la distribuzione del redshift e l'abbassarsi dei valori di spostamento nelle regioni a noi più prossime. Il problema che

<sup>8</sup> FRED HOYLE, *A gravitational model For Quasars*, 1983. 68

torna ad affacciarsi come un incubo è sempre quello di una metrica in espansione che deve incessantemente procurare spazio e ancora spazio per far posto alle eruzioni di materia; quella stessa metrica che si autoproduce nel big bang, dissolvendo l'universo o, forse, riunificandolo in una futura contrazione. Una metrica che però è in movimento reale rispetto alle radiazioni, che complessivamente si estende e localmente si incurva, una metrica che non partecipa alle vicende della materia, dilatando atomi, stelle o galassie, e che tuttavia è in grado di propagarsi più rapidamente della luce, o, che è lo stesso, di fermarla.

L'universo di Halton Arp è circondato di pareti rossastre dove i fotoni delle sorgenti più lontane stazionano e si moltiplicano indefinitamente al confine del superamento della velocità della luce, secondo un altro ben noto *paradosso* che il modello convenzionale risolve con un inizio del tempo e dello spazio.

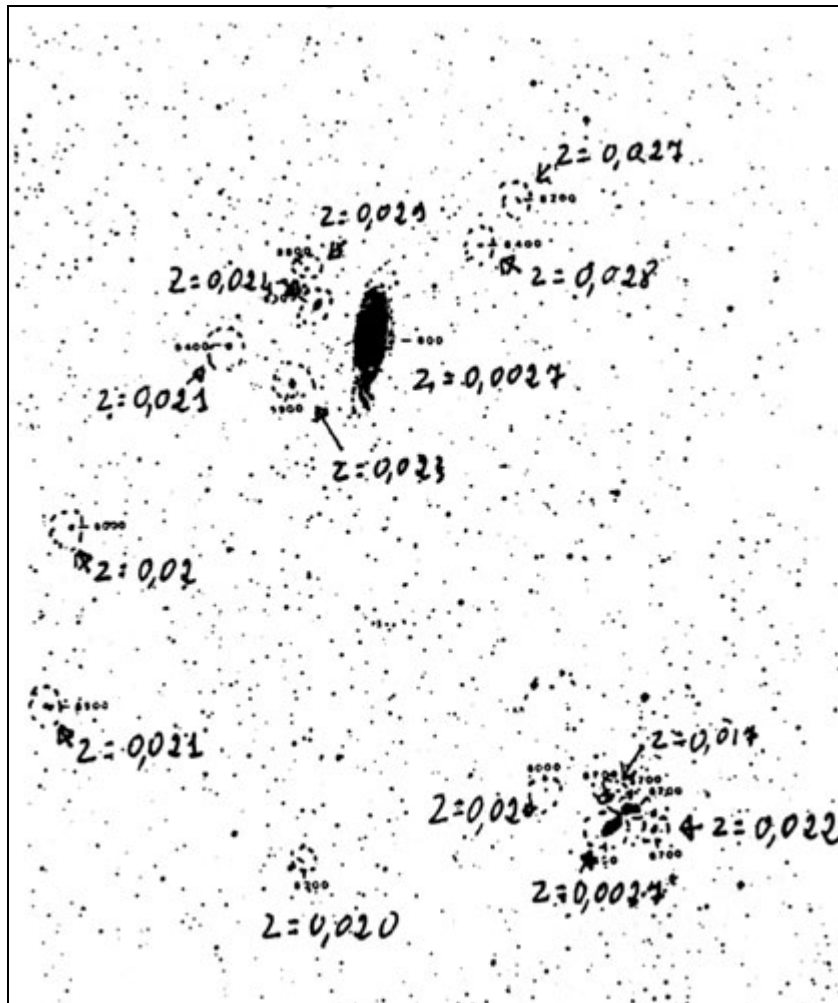


Figura 3): Fotografia a largo campo della zona circostante al Quintetto di Stephan che appare in basso a sinistra. Sono riportati anche i valori di redshift e le velocità radiali corrispondenti, da cui i cosmologi deducono che nonostante le apparenze non può trattarsi di un singolo ammasso di galassie (di cui la dominante sarebbe quella ben visibile in alto), ma di un raggruppamento prospettico. Quest'immagine, tratta dalla PALOMAR SKY SURVEY, è una autentica minaccia per le teorie che prevedono un universo in espansione (big bang, Steady State, Quasi Steady State).

Tutti i modelli infiniti si sentono un po' minacciati da un cielo che potrebbe essere indefinitamente luminoso: eppure quello che del Dr. Olbers (1758-1840), che si riferiva ad un universo statico ed euclideo, era viziato dal presupposto che le sorgenti luminose, oltreché infinite, fossero eterne, poiché è evidentissimo che la velocità *finita* di un fotone localizzato nel tempo e nello spazio che lascia la superficie di una stella, tende a percorrere una distanza *infinita* senza mai colmarla (anche se gli viene concesso un tempo infinito!).

Curiosamente il primo modello di Arp è fra quelli in cui la questione sembra riaffacciarsi, almeno

qualitativamente, a causa delle conseguenze relativistiche sopra accennate\*.

Questo blitz nel dissenso sarebbe ancor più manchevole se non passassimo in rassegna le molte varianti che sono state avanzate per spiegare lo spostamento verso il rosso al di fuori della cinematica.

Abbiamo già accennato in apertura alle riserve espresse dallo stesso Hubble per questa interpretazione: più precisamente egli prese in considerazione *l'antichità delle "nebulose"* (le galassie).

In effetti, quando si medita sulla spettacolare distanza che quel fascio di fotoni ha percorso nel tempo e nello spazio prima di cadere nel fuoco dei nostri telescopi, è difficile sottrarsi al timore che le condizioni in base alle quali abbiamo attribuito un'invarianza a certe grandezze della fisica siano troppo dissimili rispetto a quelle in cui si trovano a sperimentarle gli astronomi.

Abbiamo eccellenti motivi per non dubitare della velocità della luce o della costante di Planck, ma, per esempio, non è altrettanto ben documentato perché le masse dei protoni e degli elettroni debbano anch'esse essere costanti.

Come ha scritto con grande libertà intellettuale il nostro scienziato Paolo Maffei, "... forse lo spostamento delle righe spettrali verso il rosso è dovuto ad un fenomeno diverso dall'effetto Doppler, un fenomeno che ignoriamo perché applichiamo le leggi della fisica su una scala di tempi e di distanze enormemente diversa da quella dei laboratori nei quali le abbiamo scoperte..."<sup>9</sup>.

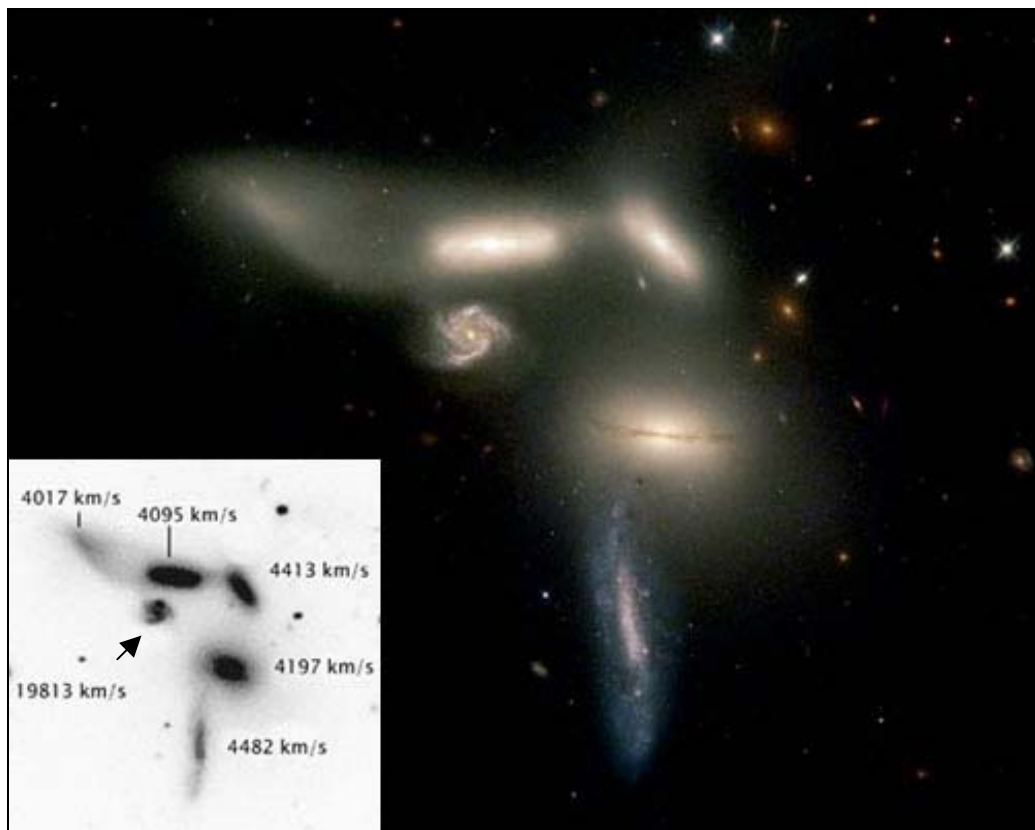


Figura 4): Il Sestetto di Seyfert.

Anche qui appare evidente la connessione fisica del gruppo, ma la comparazione dei valori spettrali costringe a ritenere il piccolo oggetto spiraliforme (indicato con la freccia ingrossata) come una lontanissima grande galassia sullo sfondo). Credit: NASA HST.

Naturalmente questo, oltre a comportare un'ennesima rivoluzione della fisica, sarebbe catastrofico per il modello del big bang, che si ritroverebbe senza il *motore* che ha fatto sorgere e poi separare le galassie dalla nube primordiale.

Un'altra possibilità di spostare le righe è data dai campi magnetici che potrebbero trovarsi nell'universo in condizioni di particolare intensità. Questi campi, assieme a quelli elettrici, sono in grado di spostare le righe anche

\* A partire dal 1990 Arp ha cominciato a riconsiderare i modelli statici ("non expanding, indefinitely old universe") e assieme a Jayant Narlikar ha pubblicato sull'*Astrophys Journal* (405-51-56) uno studio in cui valgono le soluzioni statiche delle equazioni di Einstein. Vedi anche il paragrafo "Oltre la siepe" di questo volume.

<sup>9</sup> Paolo Maffei, "Al di là della Luna", Mondadori 1973.

in laboratorio, sebbene in misura modesta, ma i loro effetti non crescono con la distanza, e potrebbero essere aggregati fra le componenti che determinano il solo spostamento *intrinseco*.

Gli urti e le collisioni con altre particelle modificano sensibilmente la lunghezza d'onda di un fotone: questo effetto può essere importantissimo in astrofisica, perché può crescere con la distanza e render conto di una parte di quella massa che non si osserva e che tuttavia dovrebbe esserci applicando i teoremi della meccanica statistica alle galassie (la cosiddetta *materia oscura*). Va rilevato tuttavia che ciò sarebbe ininfluenza sul redshift osservato, perché i moderni CCD misurano esattamente quei fotoni che non sono stati deviati dal loro percorso, e quindi proprio quella parte di energia che è rimasta indenne da eventuali processi di diffusione.



Figura 5): Il caso della galassia NGC 7603 con un compagno in evidente interazione collegato da un braccio. Anche qui, a causa dell'enorme differenza di spostamento spettrale (equivalente a 8700 km/s per NGC 7603 ed a 17.000 km/s per il compagno), il punto di vista convenzionale è costretto a ritenere che quest'ultimo oggetto sia in realtà una grande galassia molto più lontana che viene a cadere prospetticamente proprio alla fine del braccio di NGC 7603.  
(Foto di N. Sharp)

La teoria della relatività prevede uno spostamento verso il rosso da parte dei fotoni che escono da un intenso campo gravitazionale (l'effetto Einstein).

Quest'effetto è in diretto rapporto con la massa ma non con la distanza, e non è in grado di spiegare l'elevatissimo valore di  $z$  dei quasar, se non ipotizzando una massa ancora più problematica dell'enorme luminosità che è necessario attribuirgli.

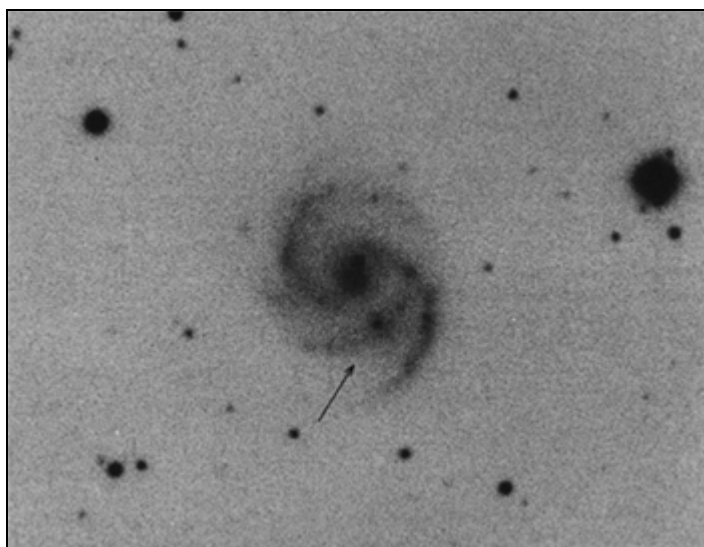


Figura 6): La galassia a spirale AM 2006-295. La freccia indica un nucleo secondario in un punto intermedio di un braccio con un eccesso di spostamento  $z = 0,0747$  rispetto al nucleo centrale equivalente ad una velocità di recessione + 22.400 km/s. Anche qui, secondo la cosmologia canonica, deve trattarsi di allineamento accidentale. (Foto di Halton Arp).



E l'elenco potrebbe continuare per molte pagine, prendendo in considerazione fenomeni ottici o strumentali ignoti su sorgenti puntiformi, indici di rifrazione del mezzo cosmico, contaminazione del fondo del cielo, effetti della curvatura spazio-temporale... Scrive Eddington<sup>10</sup> in proposito: "Non potremmo noi osservare davvero il rallentamento dei fenomeni naturali alle più grandi distanze? E non è possibile che l'interpretazione Doppler dello spostamento spettrale sia erronea e che l'effetto sia dovuto al rallentamento delle vibrazioni atomiche per via della curvatura della dimensione temporale?"

Considerato nella sua pluralità e nelle sue contraddizioni, il quadro del dissenso non ha certo un aspetto più rassicurante dell'ipotesi convenzionale. Ci si attende soprattutto una soddisfacente interpretazione dello spostamento progressivo sulle magnitudini, prima di sommarlo incautamente a quello intrinseco.

Gli oppositori ribattono che l'onere della prova non spetta certo a loro, dal momento che la proporzionalità è smentita dai fatti: di qui il profilarsi di una nuova controversia che ha per oggetto la materia oscura.

Il problema vero è tuttavia quello di non contraddire i dati dell'osservazione. E lampante che questa cosmologia vive finché vive uno spostamento verso il rosso cinematico: la stessa radiazione *fossile* di Penzias e Wilson in un universo che perde energia per altre cause (o che la acquista, come vorrebbe Arp, scambiando gravitoni con il tempo), non sarebbe altro che una radiazione di fondo, dalla quale sarebbe impossibile estrarre informazioni sui primordi della creazione.

Si teme allora che un nuovo Arp possa riconsiderare *l'espansione della metrica* o la *temporalizzazione delle distanze* facendoci nuovamente sprofondare in un universo statico? O si confida in un nuovo Mach che tenga ben ferme le distanze e faccia rimpicciolire la materia?

Eppur non si muove! E' questa dunque la vera minaccia?

Vi è un drammatico quanto inatteso contributo dell'ultim'ora da parte dell'Hubble Space Telescope: i sistemi studiati dal satellite, e considerati i più lontani in base al valore del redshift, non presentano la colorazione caratteristica delle galassie contraddistinte dai processi di formazione stellare. Appaiono insomma assai più vecchie di quelle a noi più vicine! Se confermata, notiamolo di passaggio, questa cruciale esplorazione metterebbe fuori gioco il big bang, obbligando i cosmologi a ripiegare con qualche difficoltà sulla *creazione continua*, o a licenziare definitivamente l'effetto Doppler e l'espansione dello spazio; e non si può non restare colpiti dalla fragilità potenziale che mostrano anche le costruzioni teoriche ritenute più salde appena vengono esposte alla verifica osservativa.

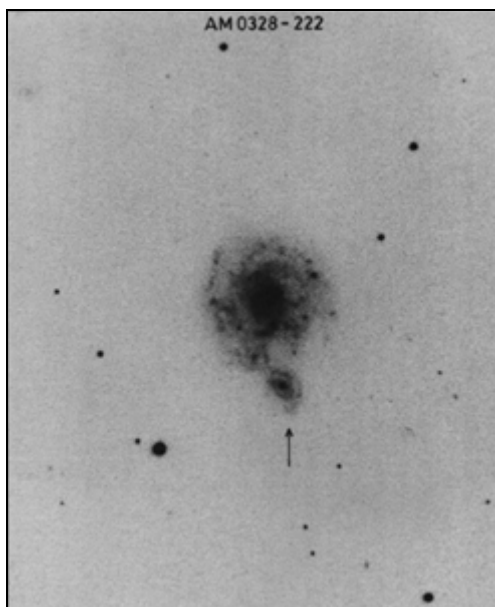


Figura 7): Ancora un'impressionante immagine ottenuta da H. Arp. In questa foto la parte inferiore della galassia AM 0328-222 presenta un più alto spostamento verso il rosso nei confronti della regione centrale, che equivarrebbe a + 17.000 km/s. L'interazione è qui talmente evidente che è impossibile attribuirlo ad allineamento prospettico.

Verrà il momento di Arp?

Lo si può auspicare, ma certo non lo si può pretendere. I pregiudizi personali, gli indirizzi filosofici e le prospettive religiose non dovrebbero comunque avervi parte; è perfino dubbio che sia di esclusiva competenza della genialità o di chi è più fantasioso o immaginifico.

<sup>10</sup> A. EDDINGTON, *Space, Time and Gravitation*, 1920.

Una coerente rappresentazione cosmologica deve derivare direttamente dalle osservazioni: ritenere che le leggi della fisica che oggi ci sono note siano sufficienti a rappresentare l'intero universo equivale a credere di possedere già tutte le risposte importanti, e ci si espone al rischio gravissimo di far collimare ad ogni costo la natura che osserviamo con queste stesse leggi. Dopo tutto, e nonostante affermi ad ogni passo che le osservazioni *sono* la fisica stessa, Arp va a concludere il suo volo cosmogonico nel grembo delle equazioni invertite del buco nero, ottenendo una gragnola senza fine di tanti piccoli bang di materia. I ricercatori dovrebbero aver chiaro in ogni momento che l'impiego sempre più esasperato delle simulazioni al computer rischia di ridurre l'universo extragalattico ad un colossale business di realtà virtuali.

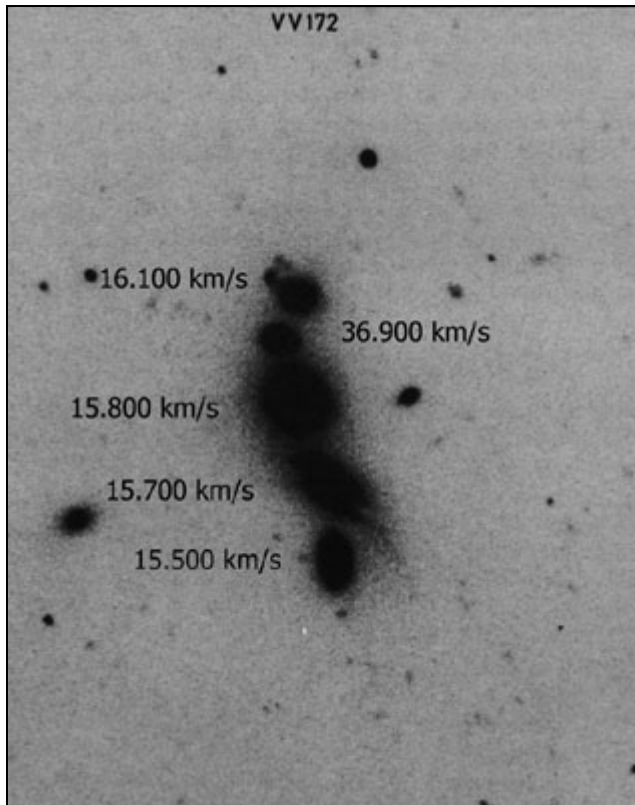


Figura 8): La celeberrima catena di galassie VV 172. Il lettore può giudicare da solo se vi sono probabilità che l'allineamento sia prospettico. Per collocare nel lontano sfondo il secondo membro dall'alto, con abnorme spostamento verso il rosso, ci si dovrebbe attendere una grande galassia di colore rossastro, mentre tutti i cinque membri presentano un'omogenea e fortissima colorazione in blu. Questa catena dimostra al di là di ogni ragionevole dubbio, l'esistenza dello spostamento verso il rosso non dovuto a velocità.

Costoro farebbero bene a ricordarsi, invece, che maneggiano un puzzle disperato.

Terminando questa breve ricognizione (ed a costo di essere tramutati in una statua di sale), non possiamo non gettare uno sguardo fugace verso le più sperdute regioni del dissenso, quelle, appunto, dove le formule, la logica, gli strumenti, la mente stessa, vanno alla deriva come relitti di un impossibile volo.

Poiché tutti hanno letto Leopardi, vorrei proporre le parole inedite dell'amico Marino Bignami:

*"Un universo infinito, pieno di galassie, stelle, pianeti, polveri e gas in movimento. Niente spazi curvi, niente tempi dilatati, niente espansione, niente centro, niente periferia, niente inizio, niente fine: solo l'esistere del tutto in continua trasformazione prima, durante e dopo l'avventura umana, da sempre e per sempre"!*