

# Evidenza Empirica sulla Creazione di Galassie e Quasar

Halton C. Arp

La semplice distribuzione nel cielo degli oggetti extragalattici ha da lungo tempo mostrato che i più piccoli quasar e le galassie compatte si sono formati di recente nelle vicinanze di più antiche progenitrici. Ora le osservazioni di alta energia nei raggi X e nei raggi gamma confermano queste connessioni e richiedono la creazione di materia come un processo continuo contraddistinto da un alto redshift INTRINSECO iniziale.

I più vicini superammassi di galassie mostrano creazioni di materia lungo linee nello spazio che si diramano dalle galassie centrali. La "String Theory" potrebbe essere pertinente. L'esistenza di valori preferiti nello spostamento verso il rosso (periodicità) è, ancora una volta, incompatibile con un universo in espansione e implica punti di creazione ed effetti di meccanica quantistica in cui la massa delle particelle compare a  $m = 0$  ed è funzione diretta del tempo. Comunque, nessuna teoria che preveda o che descriva numericamente la quantizzazione degli spostamenti spettrali è stata ancora avanzata.

## **Introduzione**

La teoria cosmologica del Big Bang preclude ogni possibilità di osservare i processi di creazione della materia perché questi eventi sono collocati in un punto remoto del tempo e dello spazio. Ma anche se potessimo osservare questo evento singolare alla distanza di 15 miliardi di anni luce, l'età zero dell'universo dovrebbe circondarci in ogni direzione. Ciò conduce alla bizzarra conclusione che attualmente noi ci troviamo accerchiati da un punto piccolissimo, originariamente privo di dimensioni, punto dal quale si suppone che l'universo si sia improvvisamente espanso.

Forse la conclusione è così illogica da rimandarci a ciò che avremmo dovuto fare in tutto questo tempo, considerate le osservazioni di cui disponiamo. E se lo facciamo, dobbiamo constatare che tutti derivano la teoria corrente da un'interpretazione fondamentalmente errata: quell'interpretazione è che i redshift delle galassie misurano velocità di espansione. Se gli spostamenti verso il rosso non sono dovuti a velocità di recessione, non c'è Big Bang né espansione dello spazio, e conseguentemente la creazione deve manifestarsi in tutto l'universo con eventi che possono essere osservati e quindi scientificamente studiati.

## **Linee di Quasar e galassie con alto redshift attraverso galassie con basso redshift**

Il dato osservativo più chiaro che emerge dallo studio sistematico del cielo è che le galassie si presentano a gruppi. Grandi galassie dominanti tendono ad essere circondate da galassie più giovani e più piccole con spostamenti verso il rosso un poco superiore ( $c \Delta z \leq 100$  km. sec.). Allo stesso modo i compagni più attivi e più giovani, mostrano associazioni con galassie attive di questi stessi gruppi e hanno i più alti eccessi di redshift (da  $c \Delta z \leq 100$  km. sec. a  $c \Delta z \leq 2$ ).

Statisticamente queste associazioni sono schiacciati. Inoltre sono noti numerosi casi di interazione e connessioni fisiche fra galassie di basso redshift con galassie compatte e quasar di alto redshift. L'inequivocabile validità di queste osservazioni non è stata accettata da influenti astronomi, perché ciò demolisce il principio che lo spostamento verso il rosso rappresenta velocità e quindi l'universo in espansione a cui aderisce la maggior parte degli scienziati.

Come è lecito attendersi da ogni valida conclusione, nuova evidenza viene continuamente scoperta a conferma dell'associazione fra oggetti del più svariato redshift, ma a giudicare dal passato comportamento l'ulteriore evidenza che segue non svierà l'opinione di coloro che sono interessati al mantenimento dello status quo. Tuttavia, poiché l'ulteriore evidenza tratta di alta energia nei raggi X e di altissima energia nei raggi gamma, resta di primaria utilità per coloro che sono interessati ai reali processi della formazione della materia nell'universo.

## **NGC 4258**

Una delle più recenti, straordinarie osservazioni è mostrata nella fig. 1. La galassia in questione è una

Seyfert particolarmente attiva, nota per le sue espulsioni di idrogeno, materiale radio e protobracci di spirale che emergono da un nucleo eccitato (Van Der Kruit, Oort a Mathewson, 1972; Arp 1986; Courtès et al. 1993). un risultato spettacolare emerge dalle recenti osservazioni nei raggi X (Pietsch et al. 1994): come mostra la fig. 1, le più cospicue sorgenti X emergono da due punti che incastonano questa galassia, tanto nota per le sue espulsioni di materiale eccitato, perfettamente centrate sui prolungamenti del suo asse minore. Due sorgenti X allineate in questo campo avrebbero solamente una probabilità su mille di apparirsi accidentalmente in modo così esatto ai due bordi della galassia!

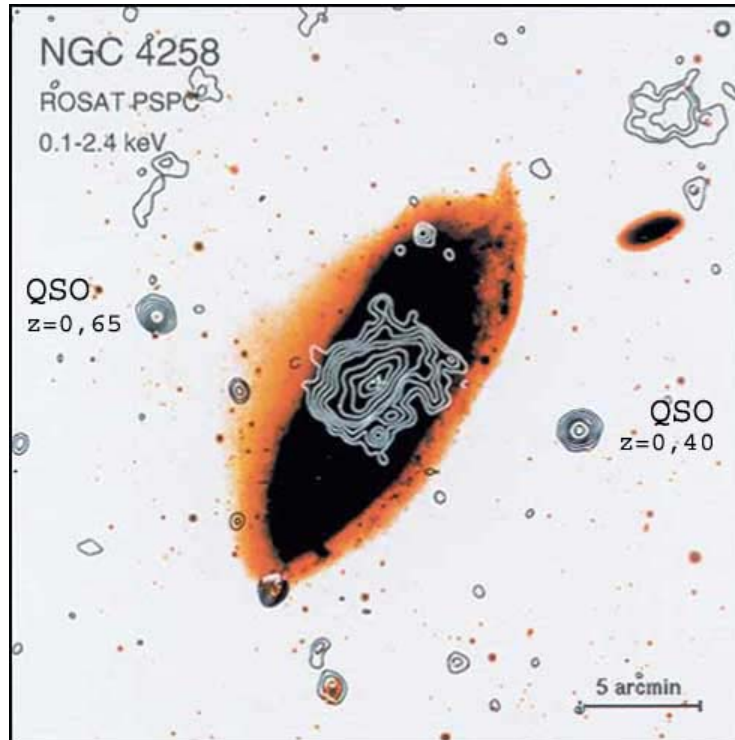


Fig. 1. Mappa a raggi X ottenuta da W. Pietsch et al. (1974) della galassia attiva ed espulsiva NGC 4258. Le due intense emissioni a raggi X corrispondono a due oggetti blu d'aspetto stellare che fiancheggiano i due lati della galassia. Sono stati entrambi confermati come quasar dopo la stesura di questo articolo, da E.M. Burbidge della Università di San Diego.

Ma dobbiamo sommare questo alla scarsa possibilità che due emissioni di raggi X così intense cadano casualmente tanto vicine alla galassia stessa, oltre alla coincidenza che l'accoppiamento si sia prodotto ai lati di uno dei più spettacolari esempi di spirale espulsiva.

L'eventualità che la coppia di sorgenti X non sia associata in alcun modo alla galassia è chiaramente remota. Gli Autori della nuova mappa a raggi X suggeriscono che si tratti di espulsioni bipolari del nucleo di NGC 4258. Il risultato fondamentale è tuttavia che entrambe le controparti ottiche delle due sorgenti a raggi X sono state identificate con oggetti di aspetto stellare blu. Uno di questi è già stato confermato come un quasar avente un redshift  $z = 0,4$  (W. Pietsch) e l'altro è quasi certamente un quasar, probabilmente con analogo redshift. (\*)

Questo risultato conferma di per sé che gli alti redshift dei quasar sono fisicamente connessi e presumibilmente originati da galassie attive di basso redshift. Tale prova è di natura assai diversa da quelle raccolte in base alle prime surveys sui radioquasar.

### **3C 273 e M87**

La fig. 2 mostra che il quasar più luminoso in magnitudine apparente, 3C 273, e la più attiva radiogalassia, M 87 (3C 274), risultano allineate quasi perfettamente lungo una linea che passa attraverso la più splendente galassia dell'ammasso della Vergine, M 49, (Arp 1967). La probabilità che

\* Il secondo oggetto è stato confermato come quasar nella primavera del 1994, pochi mesi dopo la stesura di questo articolo, da E.M. Burbidge con il riflettore di 3 metri "Shane" di Monte Hamilton, del Lick Observatory. (Nota del Traduttore).

questa configurazione sia accidentale è circa una su un milione. Molti argomenti osservativi indicano l'origine espulsiva di questi due famosi oggetti attivi dalla galassia centrale nell'ammasso della Vergine e in effetti l'origine dell'intero ammasso da questo punto centrale (Arp, 1978). L'ammasso della Vergine è al centro del Superammasso Locale che è la più grande aggregazione di galassie osservabile dal nostro settore di universo.

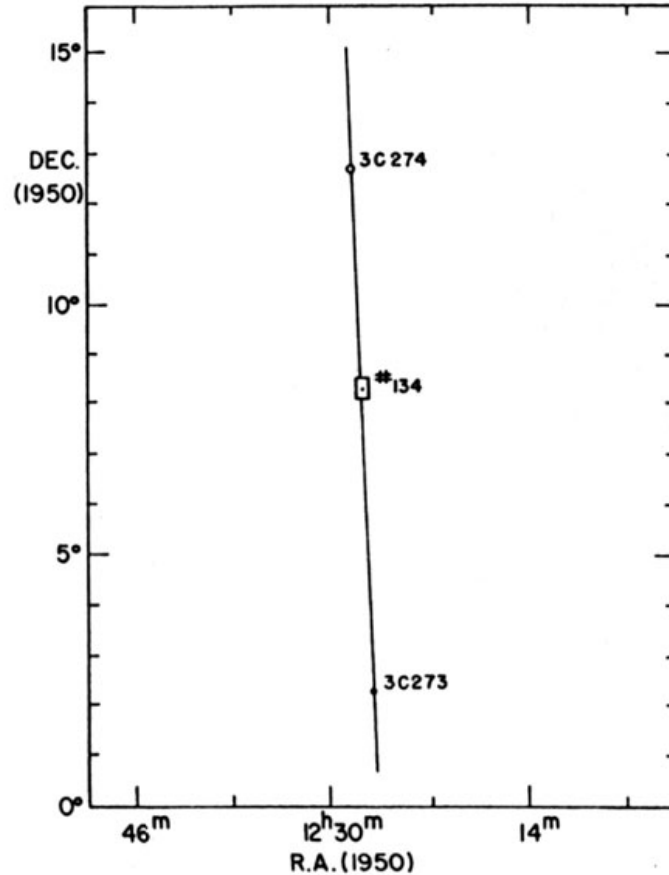


Fig. 2. Il quasar più luminoso in magnitudine apparente 3C 273 e la radiogalassia più luminosa M 87 (3C 274) sono perfettamente allineati lungo una linea che passa per il centro di M 49 (134 dell'Atlante di Galassie Peculiari), la galassia più brillante dell'ammasso della Vergine.

Questa caratteristica configurazione geometrica dimostrava già 27 anni fa, al momento della scoperta di 3C 273 che il quasar era un membro del vicino ammasso della Vergine, a dispetto del suo redshift molto più alto ( $z = 0,16$ ,  $cz = 48.000$  km. al sec. contro i circa 1000 km. al sec. per gli altri componenti l'ammasso). Naturalmente, negli anni successivi si accumulò ogni sorta di ulteriore evidenza che il quasar apparteneva fisicamente all'ammasso della Vergine. Un breve sommario di queste evidenze è il seguente:

- 1) Un gruppo di radioquasar mostrò chiarissime connessioni con il Superammasso Locale di cui quello della Vergine rappresenta il centro (Arp 1970).
- 2) In una survey effettuata col prisma obiettivo, X.T. He et al. (1984) mostrarono che i quasar più luminosi cadevano nella zona di M 87, nell'ammasso della Vergine (Arp 1986).
- 3) Nel corso della Palomar Survey of Ultraviolet Selected Quasar, più luminosi della magnitudine visuale 16,2, J. Sulentic mostrò nel 1988 che questi quasar erano concentrati nella regione del Superammasso Locale (Sulentic 1988).
- 4) Misurazioni della radiazione polarizzata (effetto Faraday) di alcuni quasar nella direzione della Vergine, richiedono che questi oggetti si trovino davanti all'ammasso (Arp, 1988).
- 5) Una nube di idrogeno di bassa densità e di forma estremamente inconsueta fu scoperta da R. Giovanelli e M. Haynes nel 1989. Si trova a soli 45' da 3C 273 e si allunga esattamente in direzione del quasar. Come un diritto di proprietà il famoso jet di 3C 273 è orientato sotto questa estesa struttura (Arp e Burbidge 1990). Poiché la nube ha un redshift equivalente a  $cz = 1248$  km. al sec., deve evidentemente appartenere all'ammasso della Vergine; tuttavia la sua connessione con 3C 273 implica che anche quest'ultimo debba farne parte.

6) Quando l'Hubble Space Telescope ottenne gli spettri nel lontano ultravioletto di 3C 273, risultò che le righe di assorbimento di minore redshift erano all'incirca di un ordine di grandezza più numerose di quelle che ci si attende da quasar con alto redshift in altre direzioni (Weymann 1991). Sebbene la conclusione sia stata evitata, gli eccessi di assorbimento potevano essere molto semplicemente ascritti a oggetti nell'ammasso della Vergine, con una gamma di redshift compresi fra quelli delle grandi galassie nell'ammasso e quello di 3C 273.

7) Recenti immagini ad alta risoluzione con l'Hubble Space Telescope ("Nature" 9 Sept. 1993) portano alla conclusione che il famoso jet di 3C 273 "si dispone sul piano del cielo quasi perpendicolarmente alla nostra linea di vista" (\*) (Thomson et al. 1993). E ben noto che quando i quasar vengono collocati alla loro distanza di redshift alcuni mostrano movimenti "superluminali". Il modello abitualmente invocato per aggirare l'ostacolo richiede che un getto ottico sia puntato casualmente, ma quasi esattamente sull'osservatore. Se questa geometria viene smentita dalle osservazioni, la sola via per sfuggire a movimenti più veloci della luce è quella di ridurre drasticamente la distanza convenzionale assegnata a 3C 273.

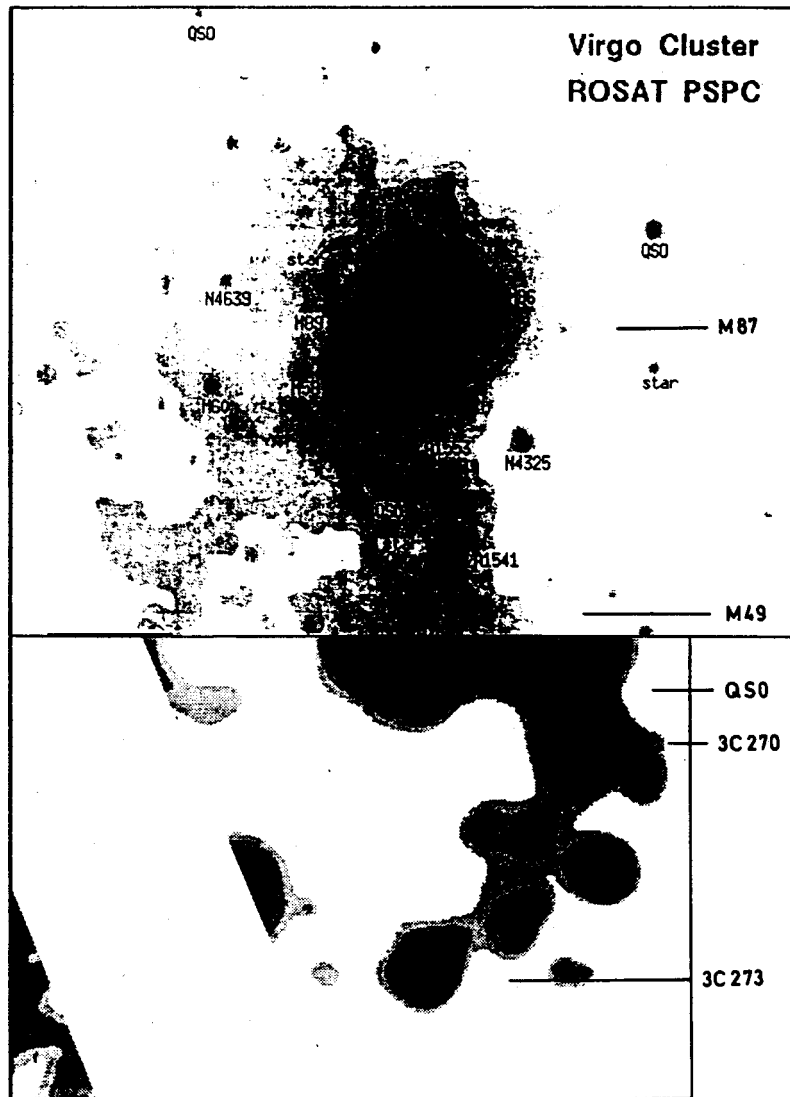


Fig. 3. Emissioni X estese connettono M 49 e M 87 a nord e a sud e arrivano fino a 3C 273. Integrazione superiore dal ROSAT Sky Survey di Bohringer et al 1994; integrazione inferiore di Arp dalla medesima survey.

\* Viene cioè osservato longitudinalmente.

Ora che il satellite tedesco per emissioni a raggi X, ROSAT, sta osservando oggetti ben noti in bande di alta energia, cominciano ad emergere risultati impressionanti. Un primo risultato appena descritto è la coppia di quasar attorno a NGC 4258. Un altro, parzialmente in stampa, è illustrato nella fig. 3 (Bohringer et al. 1994). Uno sguardo alla figura mostra chiaramente che la coppia di oggetti attivi attorno alla galassia centrale nell'ammasso della Vergine è ora confermata da questa nuova osservazione in bande ad alta energia. Un vero e proprio sentiero ininterrotto di raggi X connette M 49 verso nord con M 87 e a sud con 3C 273. Sempre a sud, in direzione di 3C 273 la traccia di raggi X incontra prima un quasar con  $z = 0,334$ , poi una galassia attiva, 3C 270, con velocità  $cz = 2075$  km. al sec. e infine, come mostra l'integrazione effettuata dall'autore di questo articolo, va a terminare in 3C 273. Lo scenario è quello di una "pistola fumante", dove il fumo conduce invariabilmente dalla canna al proiettile che è stato espulso.

È difficile immaginare quali altre prove si dovrebbero ancora produrre per dimostrarlo.

### ***Quasar attivo 3C 279 e connessioni con 3C 273***

Più a sud di 3C 273 c'è un quasar variabile che nonostante sia moderatamente debole in luminosità apparente, era molto più brillante soltanto una quarantina di anni fa. In quei giorni la sua luminosità era comparabile a quella del quasar più splendente del cielo, 3C 273. Poiché l'evidenza che 3C 273 è un membro dell'ammasso della Vergine era disponibile da molto tempo, è altamente probabile che 3C 279, che cade molto vicino nel cielo a 3C 273, ne sia anch'egli un membro.

Conferme sono venute recentemente da osservazioni nelle più alte energie dei raggi gamma (I raggi X di cui abbiamo discusso si trovano nell'intervallo di energia di fotone da 0,1 a 2,0 keV, mentre le osservazioni di raggi gamma mostrati nelle fig. 4 e 5 si trovano comprese fra 0,7 e 20,000 Mev!).

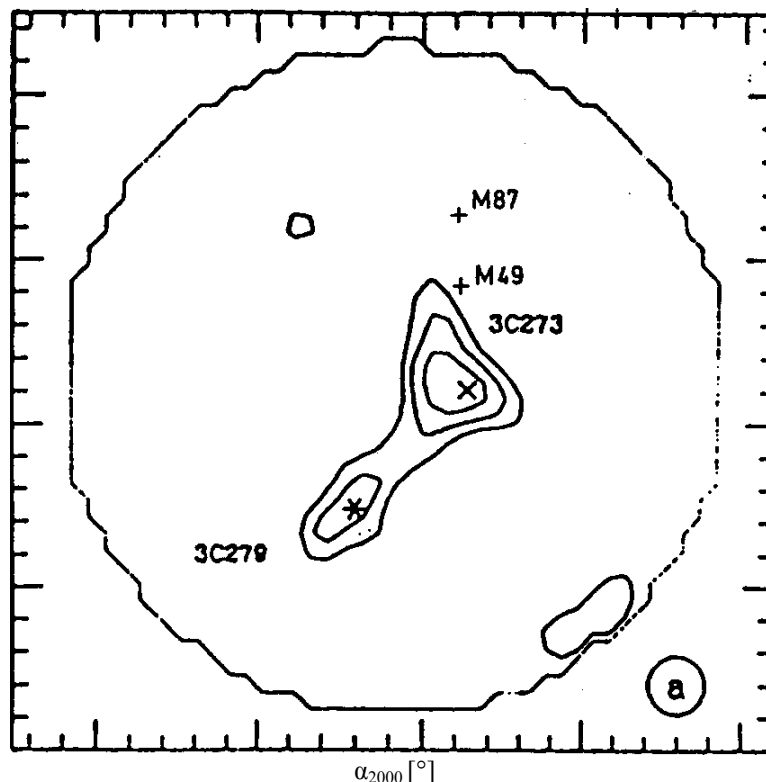


Fig. 4. Osservazioni di raggi gamma di bassa energia (Hermsen et al. 1992) per mezzo della strumentazione COMPTEL a bordo del Gamma Ray Observatory (GRO).

La fig. 4 mostra osservazioni pubblicate da un team di ricercatori nell'intervallo 0,7 - 30 Mev (Hermsen et al. 1993). Queste osservazioni COMPTEL (GRO) nella fig. 4 furono poi confermate dalle osservazioni interamente indipendenti EGRET in un più alto intervallo Mev mostrato nella fig. 5.

L'aspetto inquietante della pubblicazione di questi risultati fu che, a dispetto dell'enorme numero di scienziati che ha concorso a ottenerli, nessuno si è avventurato a menzionare il fatto clamoroso che i due quasar 3C 273 e 3C 279 erano strettamente collegati da una connessione di raggi gamma. Le indagini EGRET ad

altissima energia furono pubblicate a colori su "Sky and Telescope" (Dic. 1992, pag. 634). La forte emissione centrata su 3C 279 si estende molto nitidamente a nord est, e deve essere pur stato visto che conglobava la posizione di 3C 273! Ciononostante la posizione di 3C 273 non fu nemmeno riportata nella figura, né fu fatta menzione di alcun genere nel testo.

La fig. 5 mostra l'intensità delle isofote così come sono tracciate su "Sky and Telescope", a cui ho semplicemente aggiunto le posizioni occupate da 3C 273 e 3C 279, evidenziate con il segno +. Sebbene questa situazione sia stata discussa privatamente e in meeting nel corso del 1993, non sono state autorizzate ulteriori osservazioni nei raggi gamma di questa cruciale coppia di quasar.

Nella fig. 6 le osservazioni in raggi X dell'ammasso della Vergine sono state mappate sulla stessa scala delle osservazioni nei raggi gamma di 3C 273 e 3C 279. Lo stupefacente risultato è che le galassie più attive della Vergine giacciono lungo un'estensione delineata di raggi X che passa attraverso la galassia dominante, M 49, e si dispongono a sud fino a 3C 273. I raggi X sono altamente energetici (~ 1-2 keV) e i fotoni sono più forti finché 3C 273 emette in minore intensità di raggi gamma. La parte finale della connessione a 3C 279 è solo in raggi gamma altamente energetici e le emissioni sono le più alte fra quelle osservate.

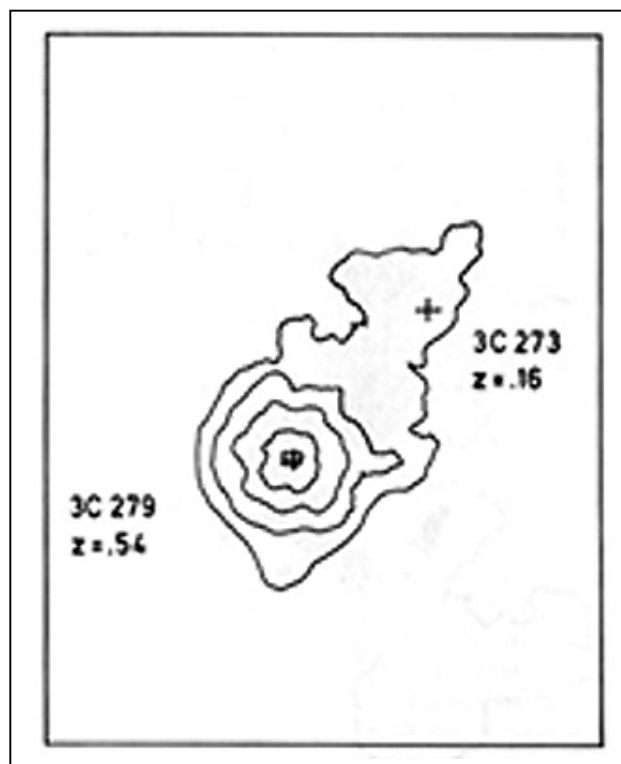


Fig. 5. Osservazioni di 3C 279 in alta energia (raggi gamma da 10 a 10 MeV) elaborate da EGRET, a bordo del GRO. Le isofote apparse su "Sky and Telescope" sono state ricopiate dall'autore del presente articolo, che vi ha aggiunto le posizioni di 3C 273 e di 3C 279 per mostrare come queste osservazioni indipendenti confermano la connessione in raggi gamma trovata da COMPTEL e mostrata nella fig. 4.

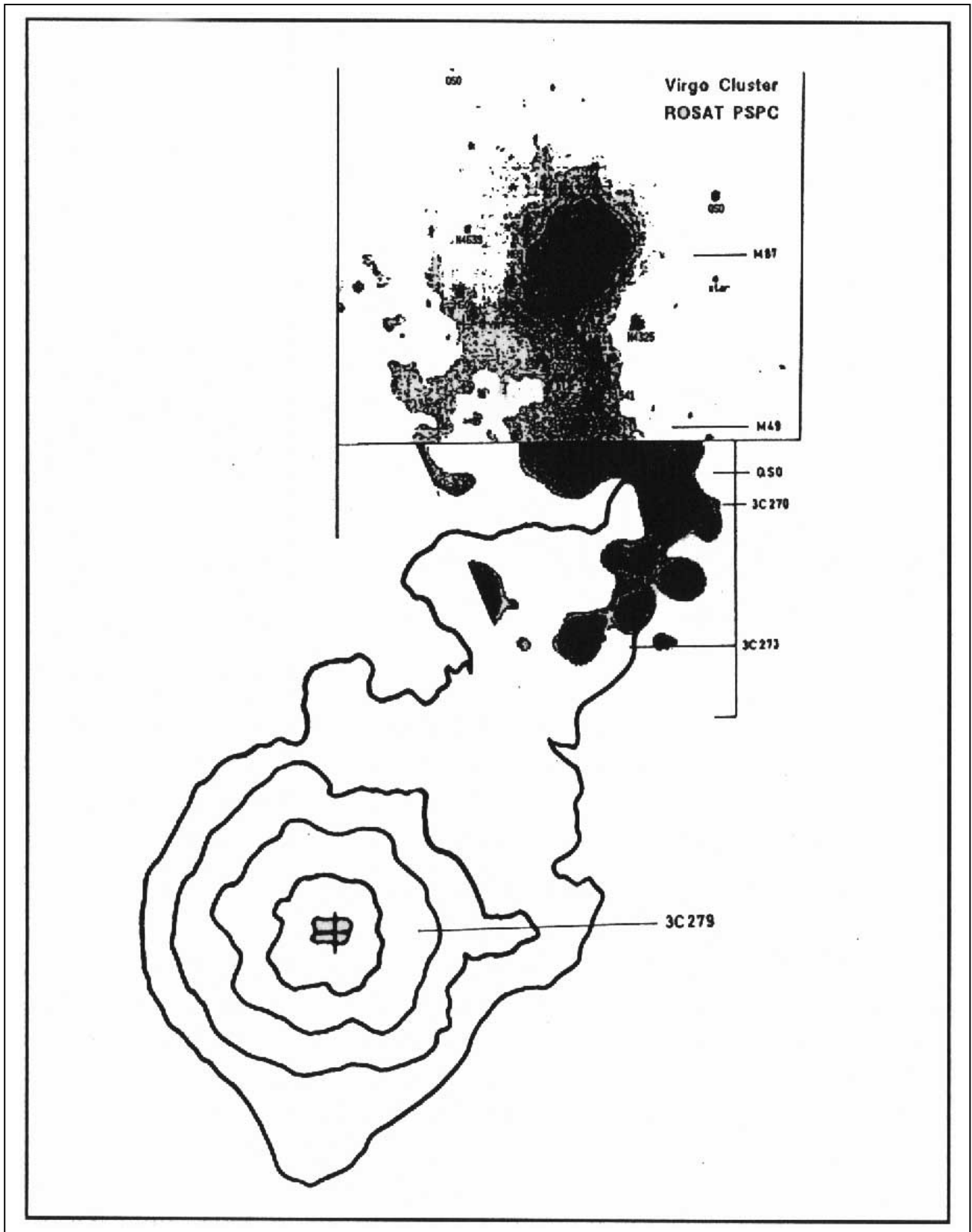


Fig. 6 Mappa di materiale emettente raggi X nell'ammasso della Vergine che termina sul quasar 3C 273. Emissioni di raggi gamma che si dipartono da 3C 279 ( $z = 0,538$ ) e connessioni col materiale X vengono mostrate da isofote approssimate.

### ***Cercando di interpretare le osservazioni***

Il risultato principale è quello di confermare in modo conclusivo che tutte le precedenti evidenze di oggetti contrassegnati dal più svariato redshift sono fisicamente associati nei medesimi raggruppamenti. Viene inoltre confermato che i più compatti - e quindi giovani - oggetti come i quasar hanno altissimi redshift INTRINSECI (non dovuti a velocità). Empiricamente questo richiede che la giovane età sia messa in relazione con la causa del redshift intrinseco.

Fortunatamente si conosce una soluzione delle equazioni del campo di Einstein che è PIU' GENERALE di quelle tradizionali di Friedmann relative a un universo in espansione. La soluzione più generale permette creazioni di materia nell'universo a qualsiasi epoca, e poiché in questo caso la materia viene creata con masse assai più piccole, essa compare inizialmente con un alto redshift che declina col suo crescere (Narlikar e Arp, 1993). Questa interpretazione teorica spiega le numerose discrepanze osservative nella distribuzione del redshift che sono state accumulate per più di 28 anni (83 anni se si desidera tenere in conto anche l'inspiegato redshift sistematico di giovani stelle, il cosiddetto effetto K).

In particolare, le scoperte qui riportate di intense emissioni nei raggi X e nei raggi gamma da parte di quasar collegati a vicine galassie evidenziano chiaramente che il maggiore redshift di questi oggetti è connesso con la loro estrema giovinezza. Il punto è che le emissioni vengono attribuite a particelle cariche che si muovono in un campo magnetico (radiazione di sincrotrone). Ma anche per i raggi X il tempo di decadimento è dell'ordine di soli 50 anni (Arp 1994), mentre per i raggi gamma è ancora minore. Questo indica che i più elevati redshift di questi oggetti sono tipici di uno stato giovane e attivo che produce intermittenemente particelle ad alta energia.

Ma la scioccante sorpresa è che sono LE CONNESSIONI DI BASSA DENSITÀ fra questi giovani oggetti a emettere una simile radiazione di breve durata. Fino ad ora l'ipotesi di lavoro è stata che il processo di creazione prendesse posto nei nuclei attivi di galassie più vecchie. La nuova materia in forma compatta veniva poi espulsa in direzioni opposte sotto forma di quasar di alto redshift che evolvendo man mano a galassie compagne, moderava con l'età il loro eccesso di spostamento verso il rosso. Si è sempre supposto che le connessioni ottiche che talora legano galassie più vecchie a compagni di più alto redshift derivassero da gas, polveri o stelle "mobilizzate" durante il processo di espulsione. MA ORA VEDIAMO MOLTE PIU' CONNESSIONI DI BREVE DURATA, RADIAZIONI AD ALTA E AD ALTISSIMA ENERGIA. Il solo possibile suggerimento sembrerebbe essere quello che piccolissimi "cores ritardati" fossero stati espulsi a loro volta dal quasar e che il quasar abbia lasciato una traccia luminosa di alta energia in rapido decadimento.

Ci sono alcune difficoltà con questo modello, che inducono ad affascinanti possibilità alternative. Le difficoltà sono:

1) Il tempo di vita della radiazione ad alta energia è così breve che sembrerebbe difficile sostenere l'emissione della connessione anche per il relativamente breve tempo di esistenza del quasar espulso. Questa radiazione dovrebbe permanere per almeno  $10^6$   $10^7$  anni di condizioni ambientali di bassa densità.

2) Anche con basse velocità di espulsione alcuni dei più bassi redshift intrinseci dovrebbero manifestare un osservabile blue shift o differenze di redshift quando appartengono a oggetti espulsi verso e lontano da noi. Questa situazione non è stata ancora esclusa dalle osservazioni ma da lungo tempo rappresenta una scomoda restrizione.

3) Nonostante ci sia abbondante evidenza di espulsioni secondarie e terziarie aventi luogo da punti arbitrari rispetto alle linee di espulsioni originarie, lo sviluppo di grandi ammassi come quello della Vergine e della Fornace sembra disporsi in un vasto filamento che si allunga a grandi distanze e che si discosta solo leggermente dalla linea retta.

Tutto questo suggerisce una modifica dell'ipotesi espulsiva della materia basata sulla revisione dell'idea che essa emerga solo in punti dislocati nello spazio. Dislocazioni nello spazio tempo lungo linee spaziali che consentono l'emergere di nuova materia non sembra proibita e può spiegare meglio le più recenti osservazioni. (Questa richiama immediatamente la teoria delle "stringhe", sebbene questa teoria non sia stata certo sviluppata per far fronte a eventi di creazione continua nell'universo intergalattico). Il superamento delle summenzionate difficoltà che una simile teoria "White line" potrebbe consentire, sono elencate qui sotto:

la) Se la materia sgorga in un punto di questa "linea di faglia" nello spazio, questa potrebbe rappresentare la galassia originale stessa. Ulteriori espulsioni, forse dovute a segnali di creazione della galassia originaria, potrebbero produrre creazioni secondarie lungo la stessa linea. L'utilità di una tale



rappresentazione é che le piccole espulsioni lungo tutta la linea di faglia potrebbero giustificare le attuali osservazioni di connessioni ad altissima energia fra oggetti di alto e di basso spostamento verso il rosso.

2a) Poiché le eruzioni di materia trarrebbero origine da dislocazioni preesistenti nello spazio, non sono necessarie velocità di eiezione dai nuclei delle galassie originarie, e gli spostamenti verso il blu o verso il rosso derivanti dalla direzione di espulsione rispetto alla nostra linea di vista potrebbero essere evitati. Ciò è particolarmente importante in materia di "quantizzazione" dei redshift, che implicherebbero limiti rigorosi ai movimenti di interazione e di traslazione delle galassie nello spazio.

3a) se si ammette, in analogia con le "stringhe", che linee di creazione secondaria si muovono attraverso lo spazio, dove esse si intersecano la linea di creazione originaria potrebbe produrre centri di creazione. Se ulteriori centri produssero quasar più giovani e galassie compatte, le linee di espulsione da questi oggetti secondari potrebbero essere situate su angolazioni arbitrarie rispetto alla linea originale di creazione, come osservato. Questa interpretazione suggerisce che i getti rappresentino materiale sotto pressione guidato fuori dei nuclei attivi da linee di creazione.

### ***Quantizzazione dei redshift***

Il problema che mostra irriducibili contraddizioni é al momento quello dell'osservata quantizzazione degli spostamenti verso il rosso. L'evidenza che l'intera distribuzione dei redshift é quantizzata in valori discreti, era disponibile da molto tempo: le coppie di quasar con intervallo più largo, le galassie binarie e compagne con intervallo più stretto (Arp 1993). Recentemente è stato possibile determinare i più piccoli intervalli di quantizzazione di 37,5 km. al sec. visti da William Napier, che li ha evidenziati in modo statisticamente inequivocabile grazie all'estrema accuratezza delle misure di idrogeno HP.

Si potrebbe essere tentati di mettere in relazione questa quantizzazione con una periodicità nei processi di creazione. Se la materia compare con massa che tende a zero, ci si potrebbe attendere in base alla meccanica quantistica di osservarla a certi valori discreti. Ma se le galassie non si trovano tutte alla stessa distanza, la quantizzazione osservata rende problematica l'univocità delle cause che producono il redshift intrinseco.

Questo è al presente ciò che io considero il più difficile e irrisolto problema in materia di galassie e creazione di galassie.

### ***Commenti conclusivi***

Le osservazioni ci spingono irresistibilmente verso uno scenario empirico di creazione di galassie e di quasar. Ciò dischiude eccitanti opportunità per la teoria. I processi di creazione della materia non rappresenterebbero più quella sorta di oscuro miracolo, ma ci consentirebbero di ricavare dalle proprietà stesse della radiazione i suoi diversi passaggi evolutivi. Per far ciò, tuttavia, i ricercatori devono rimuovere l'ostacolo dell'assunzione arbitraria che la massa delle particelle é costante nel tempo. Quando il caso generale  $m = m(x, t)$  viene preso come punto di partenza, la soluzione delle equazioni di campo di Einstein corrisponde molto bene ai fenomeni osservati. La generica connessione fra l'età della materia cosmica e lo spostamento verso il rosso diventa naturale e possiamo sperare di tracciarne l'apparizione dal campo quantico (il cosiddetto vacuum materiale o "falso vuoto") al meglio conosciuto stato materiale sotto forma di grandi galassie. Il problema del destino ultimo della materia in queste vecchie galassie giace insondabile, ma la predizione di spostamenti verso il rosso quantizzati come funzione di fondamentali parametri costituisce una formidabile sfida.

Ma il primo passo perché la stragrande maggioranza degli osservatori e dei ricercatori possa intraprendere questo nuovo cammino nella conoscenza, resta l'ammissione che i redshift delle galassie non sono dovuti a velocità. Su questo punto le prove empiriche raccolte erano già schiaccianti, e le nuove osservazioni nei raggi X e raggi gamma altamente energetici impongono conclusioni dalle quali è impossibile sottrarsi. Le crescenti opportunità osservative, la divulgazione scientifica e le più autorevoli scuole teoriche continueranno a produrre disinformazione finché la cruciale confutazione dell'interpretazione corrente del redshift viene osteggiata.

*Halton Arp  
Max Planck Institut für Astrophysik  
85740 Garching, Germany, 1994*