L'Origine dei Quasar e la Recessione delle Distanze

Alberto Bolognesi

Vengono presentati e discussi numerosi esempi di oggetti extragalattici strettamente associati nel cielo ma con redshift altamente discordi tratti da una casistica che diventa ogni giorno più grande e che invoca un completo riesame delle assunzioni della cosmologia e della relazione di Hubble.

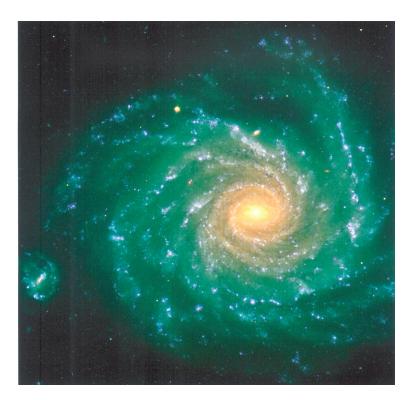


Fig. 1 – NGC 1232 e compagna ad alto redshift alla fine del braccio – (VLT E.S.O.)

Lucciole per lanterne

NGC 1232

Ha scritto Fred Hoyle che "l'universo è il tema a proposito del quale si tenta più spudoratamente di spacciare lucciole per lanterne".

La grande galassia a spirale NGC 1232 che naviga nella notte australe in corrispondenza della costellazione di Eridano ha una compagna di viaggio che giace esattamente alla fine di un suo braccio. Sia il grande braccio della galassia principale che l'oggetto secondario mostrano al telescopio, con la medesima nitidezza, stessa risoluzione in giovani stelle e stessa grandezza delle regioni HII, che li pone palesememente come oggetti attigui alla stessa distanza, fisicamente interagenti. Per molto tempo infatti sono stati indicati come "coppie tipiche di un gran numero di associazioni del genere della nostra Galassia e della Grande Nube di Magellano" (G. de Vaucouleurs). Riportate sui cataloghi come aventi lo stesso

redshift e la medesima velocità di recessione, i dati originari assegnavano 1.603 km/sec per la galassia principale e circa 1.700 km/sec per la compagna (Fig. 1).

Ma poi, imprevedibilmente, accadde un fatto straordinario. Fu trovato che il redshift misurato per la compagna era sbagliato e che in realtà eccedeva di gran lunga quello della galassia principale. Risultò essere di una quantità che nei termini dell'interpretazione cosmologica equivaleva a una velocità di recessione di 6.600 km/sec ($\Delta z = 4.900 \text{ km/sec}$)!!

O il suo eccesso di spostamento verso il rosso non era causato dell'espansione dell'universo oppure l'oggetto secondario, solo apparentemente contiguo per un accidente di prospettiva, giaceva molto più lontano nello sfondo del cielo. Per non ufficializzare la crisi dell'assunzione fondamentale della cosmologia fu rapidamente deciso che doveva trattarsi di una falsa coppia: "dobbiamo ritenerla una coppia ottica – commentò ancora l'esperto di galassie Gerard de Vaucouleurs – a meno che Halton Arp non sia in grado di fornire prove convincenti che le due galassie sono fisicamente connesse".

Arp che aveva già collezionato e descritto *una quarantina* di galassie compagne con redshift altamente discorde, riesaminò dall'Osservatorio di Las Campanas la "coppia ottica" e ribadì che le deformazioni e le estensioni confinanti fra i due oggetti fornivano chiare indicazioni di contiguità fisica e di interazione in atto. Segnalò inoltre che la risoluzione in stelle era la medesima, e che le regioni HII della compagna avrebbero dovuto essere troppo grandi se poste alla distanza implicata dalla correzione del redshift.

Ma la sua esplorazione non si limitò alla ricerca di ulteriori evidenze dell'associazione. Risalendo lungo il grande braccio della spirale notò – circa a metà strada – un anomalo ispessimento "come se qualcosa avesse perturbato la sua dinamica e il suo orientamento". All'apparenza si mostrava come una densa regione HII che Arp decise di analizzare allo spettrografo prevedendo lo stesso spostamento spettrale della galassia principale. Con sua enorme emozione e meraviglia constatò invece che l'oggetto presentava un redshfit altissimo, equivalente a un moto in allontanamento di oltre 28.000 km/sec, praticamente un decimo della velocità della luce!

L'analisi dello spettro risultò nell'occasione ancora più sconcertante perché, contrariamente alle attese, *l'oggetto non presentava alcun apprezzabile arrossamento*: "è così blu – registrò Arp – che non c'è modo di assimilarlo ad alcun tipo di galassia normale". Se quell'oggetto, aggiunse, fosse una grande e lontanissima galassia del fondo allineata accidentalmente dietro il grande braccio che si perturba proprio in coincidenza con la sua posizione, non potrebbe presentarsi blu in modo così abnorme.

Queste osservazioni descritte e pubblicate in dettaglio su riviste professionali non furono mai discusse: sia la compagna adiacente a NGC 1232 che l'oggetto anomalo scovato nel braccio da Arp vennero relegati d'ufficio a "background galaxies" senza ulteriori approfondimenti. Fino a che, dopo una dozzina d'anni, l'otto metri del Very Large Telescope fu puntato in fase di collaudo su questa configurazione ottenendo immagini di una risoluzione mai vista in precedenza. Le fotografie fecero il giro del mondo: mostrano con disarmante chiarezza che la compagna di NGC 1232 con redshift altamente discorde è un aggregato dello stesso materiale di cui è composto il braccio. In nessuna stampa tuttavia, furono riportati i valori discordanti; inoltre ulteriori esposizioni ottenute nell'ultravioletto, nel blu, nel rosso e nell'infrarosso dal VLT rivelarono che l'altro l'oggetto scoperto da Arp con z = 0.1 (28.000 km/sec) ha una coda che si connette direttamente al braccio di NGC 1232.

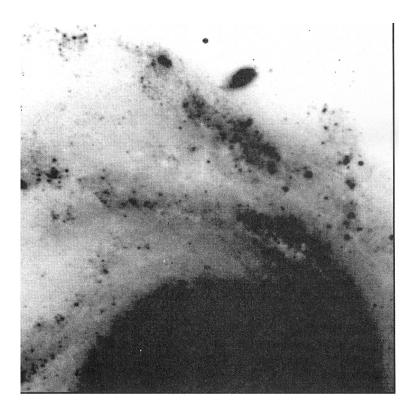


Fig. 2

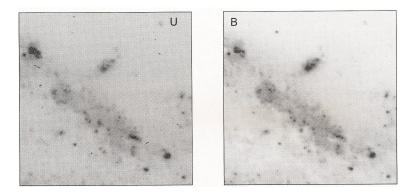


Fig. 3 – L'oggetto con z = 0.1 scoperto da Arp nel braccio di NGC 1232 (particolari in ultravioletto e blu, VLT)

Si notano in queste immagini altri densi noduli di materia di cui al momento manca ogni determinazione di redshift. Il tempo di posa relativamente breve che richiederebbe lo spettrografo montato su questo gigante di ultima generazione e che potrebbe dischiudere tutto un nuovo mondo di cruciali informazioni sulla natura dell'universo, evidentemente non è ancora trascorso.

NGC 4151

L'ironia che potremmo non apprezzare in un altro imbarazzante errore di determinazione del redshift è offerta dalla popolosa regione intorno a NGC 4151 in Canes Venatici. Questa attiva galassia descritta originariamente da Karl Seyfert, è incastonata fra due compagne disposte sulla direttrice nord-sud, entrambe perfettamente allineate su una retta che passa per il suo centro in un'estensione che copre circa 4,7 minuti d'arco.

Indicate a lungo come compagne solidali aventi il medesimo spostamento spettrale dell'oggetto principale ($z=964~\rm km/sec$), hanno mostrato invece un eccesso di redshift rispettivamente di $+5.700~\rm km/sec$ e $+5.400~\rm km/sec$! La regione è particolarmente ricca di oggetti più deboli a redshift molto variegati, il che ha trasformato NGC 4151 in un oggetto isolato, molto più vicino, che cade accidentalmente davanti a "un ammasso di galassie lontane".

Disgraziatamente, gli altri oggetti di cui è stato ottenuto lo spettro sono un BL LAC type Quasar con z=.615 e una catena di deboli sistemi con redshift z=.24, z=.056, z=.158, z=.160, z=.060. Sul versante est (a sinistra) c'è una galassia a spirale con redshift equivalente a cz=6.700 km/sec e sull'altro versante la configurazione NEQ 3. La concentrazione di tutti questi oggetti richiederebbe un incredibile accumulo di coincidenze a causa delle quali osserveremmo sistemi fra loro avulsi e scorrelati, ammassati sulla nostra linea di vista esclusivamente per chance prospettica.

L'evidenza strumentale, tuttavia, è che *ogni braccio di NGC 4151 termina puntualmente* in una galassia con più alto spostamento verso il rosso e che anche qui come nel caso della grande spirale in Eridano NGC 1232 vista in precedenza, la semplice osservazione suggerisce per via naturale un processo sistematico di mobilizzazione e moltiplicazione degli oggetti cosmici a partire da nuclei galattici preesistenti.

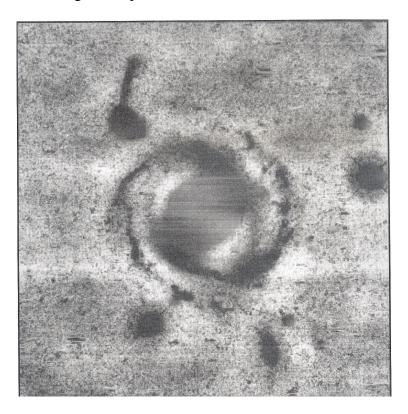


Fig. 4 - (KPNO 4 meter)

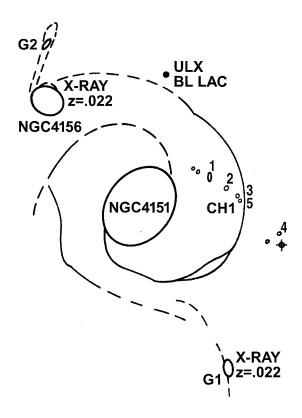


Fig. 5 – Campo di NGC 4151 (dal "Catalogue of Discordant Redshift Associations", H. Arp 2003)

NGC 4258

Un'altra luminosa spirale in Canes Venatici è la Seyfert NGC 4258, una galassia molto attiva e ben nota per le sue cospicue espulsioni di idrogeno e di materiale radio. L'aspetto più spettacolare è tuttavia emerso quando, con l'avvento dei satelliti artificiali che operano nel campo delle alte energie, le osservazioni in raggi X sono diventate routinarie.

La mappa ottenuta da un gruppo di ricercatori del Max Planck Institute di Monaco di Baviera (W. Pietsch et al. 1994) rivelò uno stupefacente accoppiamento di intense sorgenti X ai due lati di NGC 4258, anch'essa dotata di forte emittenza in questa banda. Apparvero perfettamente speculari attraverso una linea che passava per il nucleo eccitato della Seyfert in corrispondenza del suo asse minore, il che indusse i ricercatori a identificarle come espulsioni energetiche bipolari della galassia stessa.

Poiché le sorgenti X puntiformi sono risultate con grande frequenza associate ai quasar, la mappa X di Pietsch sovrapposta all'immagine ottica di NGC 4258 cominciò a circolare rapidamente nell'ambiente astronomico. L'allineamento delle tre sorgenti X era così perfetto che qualcuno lo definì "una parure in alta energia"

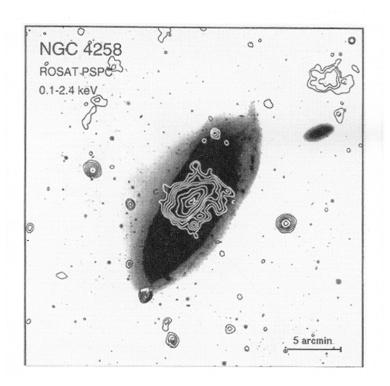


Fig. 6 – NGC 4258 (mappa in X sovrapposta a. immagine ottica)

Ma un radioastronomo italiano obiettò che si trattava di "false eco che si determinano quando si gira lo strumento, un fenomeno ben noto – aggiunse – ai manovratori più consumati". Poiché la mappa X fatta circolare era stata giustapposta a una foto ottenuta in precedenza da Halton Arp al telescopio Hale di Monte Palomar, il radioastronomo gli attribuì direttamente "lo svarione" e liquidò la configurazione come una fata Morgana priva di valore. Disgraziatamente per il radioastronomo, le "false eco" avevano controparti ottiche che coincidevano con le posizioni delle due sorgenti in alta energia e che avevano l'aspetto di oggetti stellari blu (BSO): la faccende si tinse così rapidamente di giallo col risultato finale che nessuno se la sentì di prendere gli spettri. Ci riuscì alla fine Eleanor Margaret Burbidge che con lo spettrografo montato sul tre metri di Monte Hamilton (Lick Observatory) li confermò entrambi come quasar aventi redshift z = .65 e z = .40.

La più ovvia conseguenza di questo risultato – catastrofico per la cosmologia – era che NGC 4258 aveva espulso bipolarmente i due quasar attraverso l'asse minore *e che dunque oggetti di alto redshift venivano originati da oggetti attivi di più basso redshift.* Le possibilità di un accavallamento prospettico accidentale nell'ottico e nei raggi X erano qui praticamente nulle considerate le loro identiche spaziature e il loro perfetto allineamento attraverso il nucleo della galassia centrale, la similare intensità e distribuzione d'energia dei due quasar e i dettagli qualitativi e quantitativi dei loro spettri. La probabilità totale di accidentalità calcolata per questa configurazione è conservativamente 4 x 10⁻⁷, *meno di quattro su 10 milioni*. Nei termini della relazione spostamento verso il rosso/distanza/velocità che sorregge in toto la teoria del Big Bang e l'espansione dell'universo, c'è qui una probabilità su due milioni e mezzo che la legge di Hubble sia valida.

IC 1767

Fin dalla loro scoperta (1963) i quasar mostrarono di cadere frequentemente in prossimità delle galassie. Questa evidenza pubblicata sulla rivista Nature nel 1966, fu riportata da Lynden-Bell et al: il suo gruppo di ricerca calcolò che la probabilità di associazione accidentale era *una contro cento*, corroborando un precedente parere espresso da Fred Hoyle e Geoffrey Burbidge. Qualche anno più tardi ancora Burbidge e Strittmatter ottennero su un folto gruppo di quasar nei pressi di galassie luminose una chance prospettica accidentale inferiore al 5% e di nuovo Burbidge, Strittmatter e O'Dell dettero clamoroso risalto sull'Astrophisical Journal 175 che i quasar apparentemente associati nel cielo a galassie più deboli cadevano più vicini a quelle galassie, proprio come se fossero visti a distanze maggiori.

Ma vi sono altri esempi cruciali di collocazione bipolare di questi oggetti su una linea che passa attraverso il nucleo di galassie come quello di NGC 4258? Ne riportiamo qui solo alcuni, a dimostrazione che la loro natura di satelliti connessi fisicamente a galassie attive di più basso redshift era potenzialmente disponibile da molto tempo. La fig. 7 mostra due radioquasar segnalati da Halton Arp prima ancora che i loro redshift fossero misurati (Arp, Astrofizika, 1968) e che giacciono su una linea che passa per il nucleo della galassia perturbata IC 1767, una spirale con z = .018

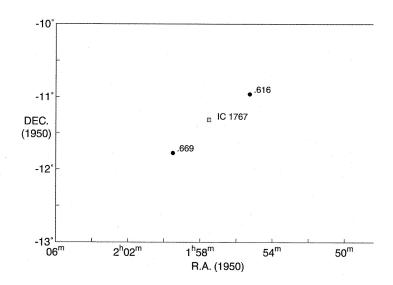


Fig. 7 – Radio quasar accoppiati a IC 1767 (cortesia di H. Arp)

I due quasar hanno rispettivamente redshift di z = .616 e z = .669!! Qual è la probabilità di osservare per caso in una porzione ridottissima di cielo due oggetti i cui redshift possono variare in un intervallo compreso fra z = .01 e z = 7 e oltre *e che qui differiscono di una quantità .05?* Qual è la probabilità che questa coppia si disponga perfettamente ma accidentalmente ai due lati di una galassia ritenuta di primo piano sulla linea che attraversa il suo centro? E qual è la probabilità che i due radioquasar (che sono rarissimi) si trovino casualmente appaiati ad analoghe e remotissime "distanze di redshift"?

NGC 470/474

Altri due intensi radioquasar sono mostrati nella fig. 8 in posizione perfettamente speculare rispetto al sistema binario di galassie NGC 470/474 (Arp, 227 del suo Atlante di Galassie Peculiari, 1966). Le due galassie peculiari e disturbate hanno un redshift z=.008 mentre i quasar 3C mostrano righe in emissione a z=.765 e z=.672! Come appena ricordato, si contano solo cinquanta radioquasar in tutto l'emisfero Nord, in pratica 1 per 320 gradi quadrati, con una chance di probabilità di trovarli così vicini in un punto arbitrario del cielo stimabile in $5x10^{-6}$. Considerato l'allineamento, la spaziatura, il centraggio delle galassie e la differenza di scostamento spettrale tra i due quasar (z=.09), la probabilità complessiva che tutti i redshift di questa configurazione rappresentino differenti distanze spaziali conseguenti all'espansione dell'universo è qui $1x10^{-9}$, una su un miliardo.

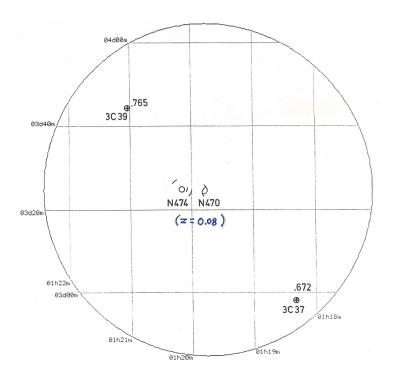


Fig. 8 – 3C Radio quasar accoppiati attraverso NGC 470/474 (Arp 227)

NGC 7541

Un ulteriore stupefacente esempio di "statistica a priori" in cui i redshift dei quasar vennero determinati successivamente alla constatazione dell'allineamento è mostrato nella fig. 9. Sono ancora radioquasar 3C (Terzo Catalogo della Cambridge Survey), in mezzo ai quali è incastonata una luminosa spirale, la "starbust" NGC 7541 nei Pesci, caratterizzata da un getto blu di materia che si protende in direzione Ovest-Nord-Ovest. La galassia ha un redshift z = .009 molto vicino a quello del sistema binario NGC 470/474 (z = .008) e i due 3C radioquasar esibiscono righe spettrali a z = .22 e z = .29!!

Appaiono leggermente più spaziati dalla galassia centrale rispetto all'esempio precedente, ma anche qui ritrovare la medesima disposizione a un tale livello di significatività e di probabilità dovrebbe indurre a concludere che le enormi distanze e le fantastiche luminosità attribuite ai quasar da oltre quarant'anni sono di fatto contraddette dall'osservazione astronomica.

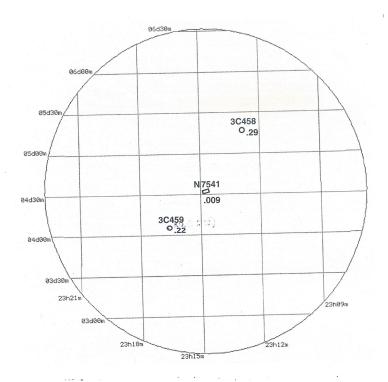


Fig. 9 – 3C Radio quasar accoppiati attraverso la starburst NGC 7541

Arp 220

Una delle tre "ULIRG" più luminose di tutto il cielo (Ultra Luminous Infra Red Galaxy) è la famosa galassia peculiare e disturbata Arp n. 220. Ma alla sua "distanza di redshift" (z = .018) gli otto ammassi stellari identificati da Scoville et al. (1998) nelle sue regioni interne dovrebbero possedere uno splendore intrinseco che eccede di oltre una magnitudine e mezzo quelli che si osservano nella radiogalassia ellittica gigante NGC 5128 (Cen A). Per questi motivi Halton Arp suggerisce di avvicinarla di un fattore dieci, proponendo maliziosamente una conversione terminologica in "Under Luminous Infra Red Galaxy".

Al di là della disputa sulla sua effettiva distanza, Arp 220 è un altro stupefacente esempio di associazione di quasar bipolari sulla linea che passa direttamente per il suo centro. Ancora più straordinario è il valore di redshift misurato per i due quasar, che risulta z=1.26 per l'oggetto a Nord e z=1.25 per l'oggetto a Sud. *Non può essere un accidente: la differenza qui è soltanto di .009!!*

Invece dell'immagine ottica proponiamo quella ottenuta nei raggi X dal satellite ROSAT, perché mostra inequivocamente che gli oggetti di questa configurazione straordinaria sono *tutti forti emettitori X*. E' di decisiva importanza il fatto che un piccolo gruppo di galassie deboli immediatamente sottostanti ad Arp 220, anch'esse luminose nei raggi X e con redshift molto più alto (z = .090), risultano avvolte nel medesimo gas caldo della ULIRG con vistose connessioni anche di materiale radio. Un altro esempio decisivo che, nell'universo reale, oggetti con redshift altamente discordi condividono in radio, in luce visibile e nei raggi X un unica struttura energetica.

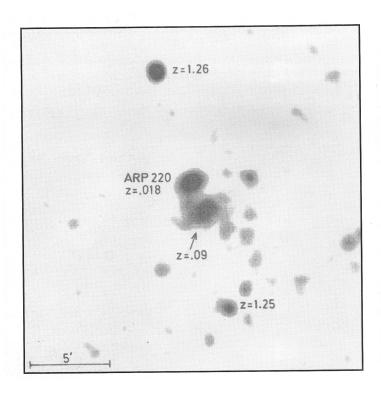


Fig. 10 - Mappa in X nel campo di Arp 220