

I QUASAR

I quasar sono tra gli oggetti celesti più misteriosi e affascinanti conosciuti. Si tratta di galassie lontanissime, le più lontane a noi note, che emettono una enorme quantità di energia dalla regione nucleare. I quasar sono conosciuti da pochi decenni, e la loro scoperta, come spesso capita in astronomia, è stata casuale. Essi appaiono al telescopio come dei puntini luminosi, di aspetto stellare. Il loro spettro mostra però delle caratteristiche diverse dalle stelle: le righe spettrali sono notevolmente spostate verso il rosso. Questo è dovuto al fatto che sono oggetti extragalattici lontani miliardi di anni luce, quindi soggetti ad un redshift molto elevato.

A causa della loro distanza, la luminosità ottica dei quasar è molto bassa: essa infatti diminuisce in modo proporzionale al quadrato della distanza della sorgente. La maggior parte della radiazione emessa dai quasar fa parte delle bande radio e infrarosse, al contrario delle galassie normali, che emettono prevalentemente nell'ottico. Questi oggetti sono stati inizialmente individuati in base alla loro emissione radio. Negli anni '50, i primi radioastronomi avevano catalogato molte radiosorgenti, di natura allora sconosciuta; tuttavia, il potere risolutivo dei radiotelescopi di allora era molto scarso, e non permetteva di determinare con precisione la posizione delle radiosorgenti e di stabilire quindi di che tipo di sorgente si trattasse. Nei primi anni '60, i nuovi radiotelescopi permisero di ricavare la posizione esatta di alcune di queste sorgenti radio; una volta nota la posizione, poteva essere studiata la controparte ottica di queste sorgenti. Una parte di esse furono quindi identificate con nebulose, resti di supernova o radiogalassie. Nel 1960, si scoprì che 3C 48, un oggetto del catalogo delle sorgenti radio, corrispondeva nell'ottico ad un oggetto blu, debolissimo, dall'apparenza stellare. Anche il suo spettro era insolito, ricco di righe di emissione. In seguito vennero scoperte altre radiosorgenti di questo tipo, ma si pensò che fossero semplicemente delle stelle peculiari con emissione radio. Le loro righe spettrali non somigliavano a nessuna riga nota e non si poté dedurre la loro composizione chimica. Successivamente, altre sorgenti radio compatte furono identificate con oggetti di apparenza stellare e questa categoria di astri venne chiamata "quasar" (abbreviazione di "sorgenti radio quasi stellari").

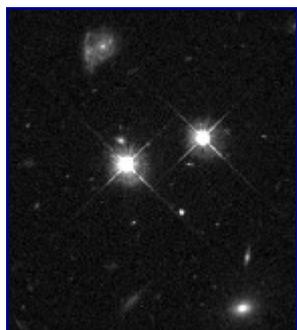
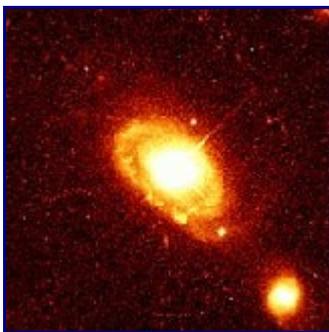


Immagine di un quasar distante circa 9 miliardi di anni luce (al centro). L'oggetto che si trova alla sua destra è una stella vicina a noi. L'oggetto in basso a destra è una galassia ellittica, che appare vicina al quasar ma si trova in realtà a 2 miliardi di anni luce da questo. Il quasar, nonostante la sua enorme distanza, appare molto brillante e ha un aspetto stellare, perché emette una quantità immensa di energia in una regione piuttosto piccola del suo nucleo. (HST)

La natura extragalattica dei quasar fu scoperta solo nel 1963 dall'astronomo Maarten Schmidt. Egli si accorse che le righe spettrali emesse dalla radiosorgente 3C 273 avevano lunghezze d'onda distanziate nello stesso modo delle righe dell'idrogeno; tuttavia, anziché nella banda ottica, esse si trovavano molto più spostate verso il rosso. Supponendo che questo redshift fosse dovuto all'effetto Doppler, questo significava che il 3C 273 si stava allontanando da noi a 48.000 Km/s, velocità

troppo alta per una stella: doveva trattarsi di una sorgente al di fuori della nostra galassia, e anche molto lontana.

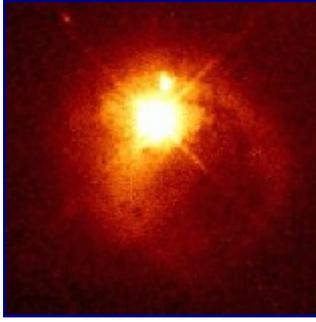
Dopo questa scoperta, altre radiosorgenti e quasar vennero esaminati, e per tutti il verdetto fu lo stesso: si trattava di oggetti extragalattici distanti miliardi di anni luce! Calcolando, in base alla distanza e alla luminosità apparente, la loro luminosità intrinseca, si scoprì che questi oggetti irradiano con una potenza enorme, pari a centinaia di volte quella delle galassie più brillanti. Studiando la luminosità dei quasar, si scoprì anche che essa aumenta e diminuisce, a volte quasi periodicamente, con tempi scala di pochi giorni o settimane. Queste variazioni indicano che la sorgente di questa enorme luminosità dev'essere molto piccola: pochi giorni-luce. Questo perché la velocità della luce è la massima velocità alla quale l'informazione si può propagare; se le dimensioni della sorgente fossero maggiori della distanza percorsa dalla luce in un dato intervallo di tempo, le sue parti non potrebbero "scambiarsi informazioni", cioè interagire, su quella scala temporale, ma sarebbero scorrelate l'una dall'altra. In questo modo non potrebbero prodursi quelle variazioni di luminosità, che sono dovute a variazioni reciproche delle varie parti della sorgente.



I quasar sono ospitati in diversi tipi di galassie, da quelle normali a quelle altamente disturbate, come si può vedere in queste immagini di quasar del Telescopio Spaziale Hubble. Essi hanno l'apparenza di stelle perché la loro luminosità è tale da offuscare quella della galassia che li ospita. A sinistra, quasar ospitati in galassie normali. Al centro, in galassie interagenti. A destra, in galassie peculiari. (HST)

Studiando i quasar con strumenti più potenti, è stata scoperta una debolissima emissione che circonda la sorgenti compatte. Si tratta delle controparti ottiche dei quasar, che sono state identificate come galassie. La natura dei quasar venne quindi in parte svelata: si tratta di galassie lontanissime con nuclei attivi molto piccoli e potenti. Esse sono appena visibili a causa della loro enorme distanza.

Ma qual è il motore centrale dei quasar ? Non certo le reazioni nucleari che avvengono all'interno delle stelle: anche sommando i contributi di tutte le stelle di una galassia, non si otterrebbe una potenza paragonabile a quella di un quasar, e soprattutto non concentrata in una regione così piccola. Si pensa che questo tipo di oggetti sia alimentato, come le galassie di Seyfert e le radiogalassie, da un gigantesco buco nero situato nel nucleo della galassia. Attorno ad esso ci sarebbe un disco di accrescimento di gas e stelle in rapida rotazione attorno al suo asse; dal disco, la materia cadrebbe continuamente sul buco nero producendo radiazione con una potenza enorme. Basterebbe che il buco nero accrescesse ogni anno una massa di poco superiore a quella del Sole per spiegare la luminosità osservata.



Da tempo è stato ipotizzato il legame tra le interazioni galattiche e la presenza di quasar. Le immagini del Telescopio Spaziale Hubble hanno confermato questo legame. Alcuni quasar, come quelli che vediamo qui, fanno parte di galassie in collisione con galassie vicine, o addirittura nell'atto di fondersi con esse. A sinistra, la struttura mareale di una galassia associata ad un quasar luminoso che si trova ad un miliardo e mezzo di anni luce dalla Terra. Essa è stata distorta dall'interazione gravitazionale con una galassia vicina. A destra, la stessa immagine con un diverso livello di contrasto. Il quasar e la galassia compagna sono separati da soli 11 mila anni luce, pari a circa la distanza del Sole dal centro della Via Lattea. (HST)

Uno dei più importanti motivi che spingono gli astrofisici a studiare i quasar risiede nella loro enorme distanza: i quasar più distanti si trovano a 13 miliardi di anni luce di distanza e più ! Poiché la velocità della luce è finita, questo significa anche che la radiazione dei quasar che oggi osserviamo è stata emessa miliardi di anni fa: questi oggetti ci appaiono com'erano nei primi miliardi di anni di vita dell'universo ... In questo senso si dice a volte che i quasar possono rappresentare l'"infanzia" delle galassie. Non è chiaro però se tutte le galassie hanno attraversato, nel corso della loro vita, una fase di questo tipo o se si tratta comunque di oggetti peculiari.



A destra, la struttura della galassia a spirale barrata che ospita il quasar 1229+204. La collisione che essa ha subito con una galassia nana ricca di gas ha probabilmente concentrato nel suo nucleo grandi quantità di gas, che ora alimenta il motore del quasar, forse un enorme buco nero centrale. La collisione induce inoltre un'intensa formazione di nuove stelle nella galassia, come conseguenza dell'accelerazione e della compressione del gas e del successivo collasso gravitazionale. Le regioni di formazione stellare recente sono quelle di colore blu. (HST)