
Prefazione

Meno di un secolo fa si pensava che l'Universo fosse confinato alla nostra galassia, la Via Lattea. 90 anni dopo sappiamo che l'Universo contiene almeno 500 miliardi di galassie grandi come la nostra, che spesso si influenzano reciprocamente a causa dell'immensa forza gravitazionale.

Come si è passati dalla concezione di un Universo statico e piccolo, a quella di un luogo sterminato e in perenne evoluzione? Quali sono le domande che hanno ricevuto risposta e quali quelle ancora irrisolte?

Questo volume cerca di dare una panoramica chiara e sintetica sulle galassie, i mattoni dell'Universo, enunciando le principali problematiche e le caratteristiche più profonde di questa classe di oggetti che popola tutto l'Universo conosciuto.

Senza soffermarsi su pesanti formule matematiche, si sono enfatizzate le nozioni più originali e stravaganti, spesso sconosciute al grande pubblico che si limita ad ammirare questi oggetti dalla forma unica.

Avrete davanti a voi sicuramente molte sorprese, a cominciare dalla forma veramente incredibile di alcuni di questi oggetti, per poi passare alle dimensioni, alla loro dinamicità, fino ad immergervi in problemi astrofisici ancora non risolti, come la materia oscura, gli scontri galattici, la formazione e l'esistenza dei bracci di spirale.

Avrete anche la possibilità di conoscere il lavoro intenso ed interessante di migliaia di astronomi, i quali cercano risposte a domande che ogni essere umano si è posto almeno una volta nella vita: come funziona l'Universo? Cosa c'è nell'enorme vastità dello spazio?

Ogni capitolo cerca di coinvolgere il lettore e far capire come, sebbene la scienza abbia un linguaggio a volte difficile da comprendere, le domande e i principi da cui si sviluppano tutte le teorie partono da semplici osservazioni. Questa è l'essenza della scienza, in particolare dell'astronomia: alzare gli occhi al cielo, spinti dalla curiosità di osservare ciò che si trova oltre la nostra sottile atmosfera, e porci semplicemente delle domande.

Godetevi lo spettacolo che offre il nostro Universo e gli sforzi fatti dagli esseri umani nel cercare di comprenderne il funzionamento.

Daniele Gasparri, Luglio 2010



Indice

Introduzione	1
1. Proprietà e classificazione delle galassie	5
1.1 La vera natura di alcune nebulose	6
1.2 L'espansione dell'Universo	12
1.3 La classificazione di Hubble	19
2. La Via Lattea	25
3. I nostri vicini	33
4. Galassie a spirale	41
4.1 Velocità di rotazione e materia oscura	47
4.2 Rapporto massa-luminosità.....	55
4.3 Una teoria alternativa alla materia oscura, l'ipotesi MOND	58
4.4 I bracci di spirale.....	63
4.5 Leggi di scala per le galassie a spirale	72
4.5.1 Tully-Fisher	73
4.5.2 Legge di De Vaucouleurs (bulge).....	74
4.5.3 Profilo di luminosità del disco (esponenziale).....	75
4.5.4 Legge di Freeman	75
5. Galassie Ellittiche	77
5.1 Forma e classificazione	79
5.2 Classificazione morfologica	82
5.3 Velocità di rotazione	84
5.4 Proprietà fotometriche.....	87
5.5 Leggi di scala per le galassie ellittiche	90
5.5.1 Faber-Jackson	91
5.5.2 Kormendy	92
5.6 Il piano fondamentale delle galassie ellittiche.....	93
6. Galassie irregolari e peculiari	95
6.1 Caratteristiche	96
7. Galassie interagenti	99

7.1	Il significato della parola collisione.....	100
7.2	Frizione dinamica.....	102
7.3	Approssimazione impulsiva.....	104
7.4	Collisioni e merging (fusioni)	105
7.5	Le galassie barrate	113
8.	Quasar e AGN.....	115
8.1	Una teoria alternativa per i quasar	122
8.2	Qualche chiarimento sui buchi neri.....	126
9.	La nascita delle galassie	133
9.1	La formazione primordiale delle galassie	135
9.2	L'evoluzione.....	143
9.3	La formazione della Via Lattea.....	146
9.4	Alcune precisazioni sui modelli di formazione delle galassie	152
10.	Ammassi di galassie.....	157
10.1	Proprietà dinamiche e fotometriche	162
10.2	La materia oscura negli ammassi di galassie	170
10.3	Formazione ed evoluzione	179
10.4	Il grande attrattore	187
	Bibliografia.....	189

Introduzione

Le galassie sono dei giganteschi agglomerati di gas e stelle, contenenti la quasi totalità della massa visibile dell'intero Universo.

In una galassia media si trovano centinaia di miliardi di stelle e grandi quantità di gas e polveri.

Se disponessimo di un telescopio abbastanza potente, qualsiasi zona di cielo puntissimo lontano dal disco della Via Lattea, troveremmo migliaia di galassie in uno spazio molte volte più piccolo della Luna piena vista ad occhio nudo.

Le galassie sono presenti in ogni punto della sfera celeste e sono distribuite in modo pressoché uniforme lungo tutto lo spazio: ogni zona di cielo che inquadrriamo nasconde circa lo stesso numero di galassie.

Secondo le ultime stime, si pensa che vi siano più galassie nell'Universo che stelle nella Via Lattea, la nostra galassia; un numero prossimo a 500 miliardi!

Se supponiamo che ogni galassia abbia in media 100 miliardi di stelle, possiamo stimare il numero di stelle nell'Universo osservabile, pari a circa $5 \cdot 10^{22}$, cioè un 5 seguito da 22 zeri!

Ogni galassia ha dimensioni tipiche di decine, o centinaia, di migliaia di anni luce, le più grandi di milioni di anni luce, distanziate le une dalle altre da enormi spazi vuoti, decine o centinaia di volte maggiori delle dimensioni galattiche.

Le galassie si presentano a gruppi, detti ammassi di galassie, formati da decine o centinaia di componenti in rotazione attorno al comune centro di massa.

Gli ammassi di galassie formano a loro volta i superammassi, composti da decine di migliaia di galassie: nell'Universo non esiste una galassia completamente isolata da tutte le altre.

L'intero Universo sembra essere permeato da una rete, una specie di connessione primordiale che tiene connesse tutte le galassie.

Una spettacolare immagine del telescopio spaziale Hubble, nella pagina seguente, può darci un'idea di come appare una piccola porzione di cielo presa a caso tra la vastità della sfera celeste: questo è ciò che realmente si osserva nello spazio e nel tempo, in uno spaccato profondo

circa 13 miliardi di anni, ovvero dall'epoca attuale fino ad 1 miliardo di anni dopo la nascita dell'Universo.



L'Hubble ultra deep field è la ripresa più profonda effettuata fino ad oggi e mostra uno spaccato casuale del nostro Universo contenente circa 10000 galassie fino alla magnitudine 30. Questa immagine ha richiesto una posa complessiva di ben 11,3 giorni. Analizzando questo scorcio di cielo, gli astronomi hanno stimato nell'Universo osservabile circa 500 miliardi di galassie.

L'immagine ripresa dal telescopio spaziale Hubble è la più profonda mai effettuata e ritrae oggetti fino alla magnitudine 30. In questa piccola porzione di cielo, 50 volte inferiore a quella della Luna piena, si possono contare circa 10000 galassie a diverse distanze,

un ottimo spaccato di come è distribuita la materia visibile nell'Universo.

Le galassie sono molto diverse le une dalle altre.

Una prima classificazione verrà fatta in base alla forma tra ellittiche e spirali, ma anche all'interno di queste due grandi famiglie esistono altri gruppi.

Sebbene le regole della Natura siano stringenti ed abbiano plasmato allo stesso modo questi immensi e spettacolari oggetti, è difficile trovarne due identici, poiché molte sono le variabili che ne influenzano le dimensioni, la forma (reale e apparente), il colore e la distribuzione di stelle e gas al loro interno.

Il Sole e il Sistema Solare appartengono ad una galassia chiamata Via Lattea, alla stregua di tutte le stelle che possiamo ammirare in cielo ad occhio nudo o con un piccolo telescopio.

Le dimensioni galattiche sono immense e fuori da ogni immaginazione: la Via Lattea ha un diametro visibile stimato in circa 100000 anni luce.

E' utile ricordare che l'anno luce corrisponde alla distanza percorsa in un anno da un raggio di luce, che nel vuoto ha una velocità fissata a circa 300000 km/s; in un anno la luce percorre quindi circa 9600 miliardi di km: impressionante!

Nonostante l'immensa velocità (nulla può andare più veloce della luce e nessun corpo dotato di massa la può raggiungere, si parla quindi di velocità limite), un raggio di luce impiega 100000 anni per attraversare il disco della Via Lattea ed oltre 2 milioni di anni per giungere alla galassia più vicina, Andromeda, l'oggetto più lontano visibile ad occhio nudo, destinata un giorno a scontrarsi con la nostra.

Non preoccupatevi di questo scontro tra titani; le galassie sono oggetti molto diffusi e la distanza media tra le stelle è così elevata che è quasi impossibile che durante uno scontro si scontrino anche esse. Inoltre, esso avverrà non prima di un paio di miliardi di anni.

Vedremo nel capitolo 7 che uno scontro galattico assomiglia di più ad un attraversamento di due nubi o due banchi di nebbia.

Nelle galassie, soprattutto nelle spirali, si formano continuamente nuove stelle, e la struttura, di cui daremo spiegazione nelle pagine seguenti, è in perenne movimento ed evoluzione.

Benché possano apparire statiche ed immobili, ogni galassia è in realtà un oggetto estremamente dinamico, nel quale nascono evolvono, muoiono, stelle, pianeti, nebulose, il tutto alla velocità orbitale di appena 200 km/s (!) attorno al centro.

Nel centro di ogni galassia è presente un buco nero con massa milioni o miliardi di volte quella del Sole, che risucchia stelle e gas poste nelle loro vicinanze.

E' molto difficile dare spiegazione e giustificazione fisica della formazione, evoluzione e dinamica delle galassie, anche perché neanche gli astronomi professionisti sono riusciti ancora in questo intento.

Nelle pagine seguenti analizzeremo questi oggetti con semplicità e rigore scientifico, cercando di dare delle nozioni facili da apprendere, ma allo stesso tempo precise e spesso piuttosto particolari.