

EXPOZIȚIA TEMPORARĂ "GALAXIILE"

Maria VELEA*

Key words: galaxy, supermassive black hole, active galaxies, cluster of galaxies, galaxy merger.

Galaxiile conțin sute de miliarde de stele, destul gaz și praf din care să se mai nască miliarde de stele noi, precum și de cel puțin de 10 ori mai multă materie întunecată decât toate stelele și gazul luate la un loc. Și toate acestea sunt ținute laolaltă de gravitație. *Materia întunecată* este un tip necunoscut de materie despre care se consideră că ar conține o mare parte din masa totală a Universului. Materia întunecată nu emite și nici nu absoarbe radiații electromagnetice și deci nu poate fi observată direct cu telescoapele, dar putem deduce prezența ei din influența sa gravitațională asupra materiei vizibile. Universul observabil conține sute de miliarde de galaxii. Cea mai mare galaxie conține trilioane de stele, pe când cea mai mică are doar câteva milioane. O galaxie tipică are un diametru de circa 100 000 de ani lumină.

După Big Bang, Universul a fost pentru o perioadă remarcabil de omogen. Pe măsură ce Universul s-a răcit, au început să se condenseze acumulări de materie întunecată, iar în interiorul lor a început să se adune gazul. Aceste fluctuații primordiale au atras gravitațional gazul și materia întunecată în zonele mai dense, formându-se, astfel, primele *proto-galaxii*. În acest moment Universul era compus doar din hidrogen, heliu și materie întunecată. Imediat după ce s-au format primele proto-galaxii, gazele de hidrogen și heliu din interiorul lor s-au grupat în regiuni din ce în ce mai dense, formând primele stele. Atunci au luat naștere și primele galaxii.



Imaginea nr. 1 Expoziție temporară "Galaxiile"

Galaxia noastră, **Calea Lactee**, este una dintre cele mai bătrâne galaxii din Univers, ea formându-se în urmă cu circa 13 miliarde de ani. Calea Lactee este o galaxie spirală barată ce are un diametru de 100 000 ani-lumină și conține circa 400 de miliarde de stele. Modelele matematice ale Căii Lactee sugerează că masa galaxiei este de 1000 – 1500 de miliarde de mase solare. În centrul galaxiei se găsește o *gaură neagră supermasivă* ce are o masă estimată de 4,3 milioane de mase solare.

* Muzeograf, Observatorul Astronomic "Victor Anestin" Bacău.

Mare parte din spațiul dintre stelele din discul galaxiei, numit spațiu interstelar, este ocupat de nori gigantici de gaze și praf numiți *nebuloase*. Nebuloasele sunt locurile unde se nasc stelele, multe dintre aceste stele formând în jurul lor sisteme planetare. Până în prezent sunt confirmate 1070 de *planete extrasolare*, însă cercetările recente sugerează că numărul exoplanetelor ar putea depăși, de fapt, numărul stelelor. Tot în discul galaxiei se găsesc și *roiurile stelare deschise*, un roi deschis adunând, în general, câteva sute de stele tinere. Discul galaxiei este înconjurat de un halou sferic de stele bătrâne și de *roiuri stelare globulare*, aceste roiuri globulare cuprinzând fiecare sute de mii de stele bătrâne.

Calea Lactee și Galaxia Andromeda formează un sistem binar de galaxii spirale gigantice ce aparțin unui grup de 60 de galaxii aflate în strânsă legătură, cunoscut sub numele de Grupul Local de Galaxii, acesta, la rândul lui, făcând parte din super-roiul de galaxii din Virgo. În cadrul Grupului Local de Galaxii, Calea Lactee este înconjurată de câteva galaxii-satelit mai mici, astfel că galaxia noastră nu este niciodată într-o stare de echilibru perfect, ci este continuu perturbată de un satelit sau altul ce trece prin discul galaxiei noastre. De altfel, dacă în primele miliarde de ani după Big-Bang galaxiile au crescut în special prin absorbția lină de gaze din vecinătatea lor, mai recent ele cresc în special în urma coliziunii și contopirii cu alte galaxii.

Există 3 tipuri principale de galaxii: galaxii eliptice, spirale și neregulate.

Galaxiile eliptice au forme ce variază de la cea aproape sferică până la forma unei elipse foarte turtite și conțin de la câteva zeci de milioane până la peste o mie de miliarde de stele. Ele conțin, în general, puțină materie interstelară, din acest motiv ele având o rată mică de formare a stelelor, au puține roiuri stelare deschise și puține stele tinere; galaxiile eliptice sunt mai degrabă populate de stele bătrâne, care le conferă culoarea roșiatică. Galaxiile eliptice mari au și un sistem extins de roiuri stelare globulare. Multe dintre galaxiile eliptice se crede că s-au format în urma interacțiunii galaxiilor, rezultate cu o coliziune și o contopire a lor.

Galaxiile spirale constau dintr-un disc de stele, gaze și praf ce se rotesc în jurul unui nucleu sferic ce conține în principal stele mai bătrâne. Din nucleu se extind în disc niște brațe spirale strălucitoare, acestea fiind zone cu o densitate mai mare a materiei. Aceste brațe spirale ies în evidență deoarece densitatea mare a materiei facilitează formarea de noi stele, astfel că în ele se găsesc multe stele tinere și strălucitoare. Brațele galaxiei sunt înconjurată de un halou mult mai puțin strălucitor de stele, majoritatea acestor stele fiind grupate în roiuri stelare globulare.

Galaxia neregulată este o galaxie care nu are o formă regulată distinctă precum au galaxiile eliptice și cele spirale. Majoritatea galaxiilor neregulate au fost odată galaxii spirale sau eliptice dar au fost deformată de influențe gravitaționale externe. O altă sursă de galaxii neregulate ar putea fi galaxiile foarte tinere care nu au ajuns încă la o formă simetrică. Aceste galaxii neregulate conțin și o cantitate foarte mare de gaze și praf, având, astfel, și o rată mare de formare de stele.

Messier 87 este o galaxie eliptică supergigantă de tipul E0 (adică sferică), ea fiind una dintre cele mai masive galaxii din Universul local. Masa stelelor din galaxia Messier 87 este de două ori mai mare decât masa Căii Lactee, iar stelele reprezintă doar o fracțiune mică din masa acestei galaxii. Astronomii estimează că masa totală a galaxiei Messier 87 (ce include și materia întunecată) este de 200 de ori mai mare decât masa galaxiei noastre, ceea ce nu e puțin având în vedere că și Calea Lactee este o galaxie gigantă. Această galaxie supergigantă are o gaură neagră supermasivă enormă ce depășește în dimensiuni orbita lui Pluto și are o masă echivalentă de aproape 7 miliarde de mase solare! Materia care se prăbușește în această gaură neagră supermasivă emite 2 jeturi de plasmă ce se deplasează cu o viteză egală cu 99,9% din viteza luminii. Galaxiile ale căror găuri negre supermasive au fost activate sunt numite *galaxii active*. Messier 87 este și galaxia dominantă din roiul de galaxii din Virgo, ce conține peste 2 000 de galaxii, majoritatea orbitând în jurul lui Messier 87 (în total echivalentul a 100 000 de miliarde de mase solare orbitează în jurul acestei galaxii mamut).

Centaurus A este o altă galaxie eliptică activă – gaura sa neagră supermasivă a fost activată de faptul că această galaxie eliptică masivă tocmai înghite o galaxie spirală mai mică. Jeturile sale polare relativiste de plasmă sunt responsabile atât de emisia puternică de raze X a acestei galaxii,

dar și de emisia extrem de puternică de unde radio a acesteia, Centaurus A intrând astfel în categoria *radiogalaxiilor*.

Galaxiile lenticulare reprezintă un stadiu intermediar între galaxiile eliptice și cele spirale. Au și forma de disc a galaxiilor spirale, însă nucleul lor este atât de mare încât forma de ansamblu a galaxiei se apropie foarte tare de forma elipsoidală a galaxiilor eliptice. Ele și-au consumat deja cea mai mare parte a gazului din materia interstelară, astfel că au o rată mică de formare de noi stele și sunt populate, în special, de stele bătrâne, exact ca și galaxiile eliptice. Și tot ca și galaxiile eliptice, galaxiile lenticulare sunt populate de numeroase roiuri stelare globulare. Dar, în același timp, au și cantități mari de praf în discul galaxiei, întocmai ca și galaxiile spirale, doar că aici stelele și praful din discul galaxiei nu sunt înfășurate în brațe spirale bine definite. Aceste galaxii lenticulare se presupune că sunt foste galaxii spirale care, fie au trecut pe lângă o altă galaxie iar efectul mareic al acesteia le-a stricat structura brațelor spirale, fie s-au ciocnit și s-au contopit cu o altă galaxie.

Un alt exemplu de interacțiune între 2 galaxii sunt *galaxiile cu inel polar*. Acestea sunt galaxii ce au un inel exterior de gaze și stele ce se rotesc deasupra polilor galaxiei. Acest inel s-ar fi putut forma atunci când galaxia în cauză a fost survolată de o altă galaxie, efectul mareic al acesteia smulgând stelele din galaxie și antrenându-le pe această orbită polară. O altă posibilitate ar fi atunci când o galaxie mai mică se ciocnește cu o galaxie mai mare pe o direcție perpendiculară pe planul de rotație al acesteia, galaxia mai mică fiind dezmembrată și ajungând în final să formeze acest inel de stele și gaze în jurul polilor galaxiei gigante.

În galaxiile spirale brațele spirale sunt pur și simplu zone de densitate mai mare din discul galaxiei. Stelele, gazul și praful din discul galaxiei intră în aceste zone de densitate mare (adică în brațele spirale), sunt comprimate, apoi ies din brațele spirale și trec în zone de densitate mai mică, după care intră în alt braț, s.a.m.d. Astfel discul de stele, gaze și praf al galaxiei se află în permanentă rotație, și totuși brațele spirale stau pe loc!



Imaginea nr. 2 Expoziție temporară "Galaxiile"

Două treimi din galaxiile spirale sunt *galaxii spirale barate*. **NGC 1300** este considerată a fi prototipul galaxiilor spirale barate. Structura barată a galaxiilor spirale barate se pare că reprezintă un fenomen temporar, în timp aceste galaxii revenind la forma de galaxie spirală normală. Aceste bare acționează ca un mecanism care conduce gazul din discul galaxiei spre zonele centrale, ducând

pe de o parte la creșterea ratei de formare a stelelor în acele zone, și pe de altă parte alimentând cu materie gaura neagră supermasivă din centrul galaxiei. Astfel se explică și faptul că multe galaxii spirale barate au *nucleele galactice active*. Un exemplu foarte bun în acest sens este galaxia spirală barată **NGC 1097**: „ochiul” din centrul galaxiei este de fapt o gaură neagră monstruoasă înconjurată de un inel de stele tinere și foarte strălucitoare. Scurgerea materiei prin bara centrală a galaxiei spre centrul ei duce la formarea de noi stele în acest inel.

Un alt exemplu de galaxie spirală barată cu nucleu galactic activ este și **NGC 1672**. Aceasta face parte din categoria *galaxiilor Seyfert*, o subcategorie a galaxiilor active ce se caracterizează prin nuclee foarte strălucitoare ce produc linii spectrale de emisie datorate unor gaze puternic ionizate. Aceste linii de emisie ar putea proveni chiar de la discul de materie ce se pregătește să se prăbușească în gaura neagră supermasivă din centrul galaxiei.



Imaginea nr. 3 Expoziție temporară "Galaxiile"

Dar cele mai energetice galaxii active sunt *quasarii*. Quasarii se formează atunci când 2 galaxii se ciocnesc și găurile lor negre supermasive se contopesc. Noua gaură neagră formată, ce poate cântări până la câteva miliarde de mase solare, începe să devoreze toată materia din vecinătatea sa – se naște astfel quasarul. Deși au dimensiuni doar cât cea a Sistemului Solar, quasarii pot depăși ca strălucire galaxia gazdă și pot arde timp de 100 de milioane de ani. Quasarii sunt cele mai luminoase și mai energetice obiecte din Univers, ei putând să emită până la de 1000 de ori mai multă lumină decât Calea Lactee! Luminozitatea extremă a quasariilor se crede că s-ar datora materiei care se prăbușește în spirală în gaura neagră supermasivă. Și cum gravitația crește foarte puternic în apropierea găurii negre, la fel crește și viteza cu care materia pică în spirală în discul de acreție, creându-se astfel niște forțe de frecare enorme care încălzesc materia până la milioane de grade, încât ajunge să emită până și raze X înainte de a trece de orizontul evenimentelor (adică de pragul la care nici materia și nici măcar lumina nu mai pot scăpa de gravitația găurii negre). Acest mecanism este o sursă mai eficientă de energie decât fuziunea nucleară! Dacă prin procesul de fuziune nucleară cam 0,5% din masă de transformă în energie, acest mecanism al quasariilor transformă 10% din masă în energie, deci este de 20 de ori mai eficient! Și având în vedere că cel mai mare quasar cunoscut înghite masa echivalentă a 600 de Pământuri într-un singur minut, din care 10% este transformat direct în energie, nu e de mirare că acești quasari sunt atât de strălucitori. Quasarii pot fi activați și reactivați de la stadiul de galaxie normală ori de câte ori găsim o sursă importantă de materie pentru gaura neagră supermasivă centrală.

Grupurile și roiurile de galaxii sunt cele mai mari ansambluri de obiecte legate gravitațional din Univers. Dacă grupurile de galaxii conțin în general câteva zeci de galaxii, roiurile de galaxii pot conține până la câteva mii de galaxii. Între galaxiile din roiuri s-a descoperit prezența unui gaz

foarte fierbinte, încălzit până la temperaturi situate între 10 milioane și 100 de milioane de grade, compus din hidrogen și heliu ionizat, ce emite puternic radiații X. Într-un roi tipic de galaxii doar 5% din masa roiului este sub formă de galaxii, 10% este sub formă de gaz fierbinte, restul de 85% fiind materie întunecată. Roiurile de galaxii se grupează adesea în ansamburi și mai mari, nelegate gravitațional, numite *super-roiuri de galaxii*. În interiorul fiecărui roi de galaxii, galaxiile se mișcă încontinuu, uneori ele întâlnindu-se și colizionând. Acesta este un pas important în creșterea și evoluția multor galaxii.

Și cele 2 galaxii principale din Grupul Local de galaxii, și anume **Calea Lactee** și **Galaxia Andromeda**, se deplasează cu viteză mare una spre cealaltă, ele urmând să se ciocnească peste circa 4 miliarde de ani. În urma coliziunii acestor 2 galaxii gigante se va forma inițial un quasar, contopirea finalizându-se cu formarea unei galaxii eliptice gigante. De altfel, câteva din galaxiile pitice ce orbitează în jurul Căii Lactee se află pe un curs de coliziune cu galaxia noastră. **Galaxia eliptică pitică din Săgetătorul**, ce se află pe o orbită polară în jurul galaxiei noastre la o distanță de 50 000 a.l. (cât raza galaxiei noastre), se află în prezent pe un curs de coliziune cu Calea Lactee, în circa 100 milioane de ani principalul roi galactic al acesteia urmând să treacă prin discul galaxiei noastre. Această galaxie este deja puternic influențată mareic de Calea Lactee, elipsoidul galaxiei fiind extrem de alungit.

Și cea mai apropiată galaxie de Calea Lactee, **Galaxia pitică din Câinele Mare**, ce se află la o distanță de 42 000 a.l. de nucleul Căii Lactee și doar 25 000 a.l. de Sistemul Solar, este pe cale de a fi dezmembrată de atracția gravitațională a galaxiei noastre. Corpul acestei galaxii este puternic deformat de efectul mareic al Căii Lactee, o parte din stelele sale au fost smulse din galaxie și formează un filament gigantic ce se înfășoară de 3 ori în jurul galaxiei noastre, iar o parte din roiurile sale globulare au fost deja absorbite de Calea Lactee.

De altfel **Omega Centauri**, cel mai mare și mai strălucitor roi stelar globular din Calea Lactee, se presupune că ar fi nucleul unei galaxii pitice care a fost dezmembrată și absorbită de galaxia noastră. Atât compoziția chimică cât și vârsta stelelor din acest roi vin să întărească această supoziție: stelele din Omega Centauri nu au toate aceeași vârstă precum se întâmplă în cazul roiurilor stelare globulare. În plus, în mijlocul roiului a fost descoperită o gaură neagră masivă cu o masă echivalentă cu 40 000 de mase solare.

THE TEMPORARY EXHIBITION “GALAXIES”

This paper describes the scientific content of the temporary exhibition “Galaxies”. The exhibition presents the main theories of galaxy formation and evolution, the constituent parts of a typical galaxy, the classification of galaxies, how galaxies are grouped together in the universe and the ways that galaxies can interact.

Bibliografie

1. <http://hubblesite.org/>
2. <http://www.spacetelescope.org/>
3. <http://chandra.harvard.edu/releases/>
4. <http://www.spitzer.caltech.edu/>
5. <http://www.galex.caltech.edu/>
6. <http://www.eso.org/public/>
7. <http://science.nasa.gov/>
8. <http://www.ifa.hawaii.edu/info/press->
9. <http://scitechdaily.com/cat/space/>