

CONTROVÈRSIES
SOBRE LA DISTÀNCIA
DE LES GALÀXIES
I L'EXPANSIÓ
DE L'UNIVERS

Per Josep M. Bosch Ignés

Justificació

Sembla que un article d'astronomia no acaba de quadrar en una revista com aquesta, dedicada més que res a qüestions d'història, arqueologia, art, etc. També sembla que l'astronomia és una disciplina reservada a investigadors molt allunyats del que es pugui fer des de les nostres comarques, les quals no han tingut mai ni la més mínima tradició en la investigació dels camps anomenats de ciències.

Alguns d'aquests camps d'investigació necessiten un espai tecnològic i humà amb característiques que cauen molt lluny del nostre abast, però l'astronomia és especial. El laboratori existeix sobre els nostres caps cada nit, i només falten alguns mitjans per poder-hi entrar. Avui hi ha aparells electrònics que acoblats a un telescopi d'aficionat permeten abastar unes observacions de gran qualitat, fins fa poc reservades als observatoris professionals.

En el nostre cas, la recerca es fa amb un telescopi de 310 mm de diàmetre i una càmera CCD (*Charge Coupled Device* o dispositiu de càrrega acoblada), amb un xip fotosensible com el de les càmeres de vídeo, que pren imatges en un determinat temps d'exposició i les fa aparèixer per la pantalla d'un ordinador. Posteriorment les imatges es poden emmagatzemar i tractar per millorar-ne el contrast i la presentació. En realitat aquesta càmera és l'ull electrònic que mira per nosaltres i ens omple el monitor d'imatges subtils i inabastables a l'ocular convencional.

Amb aquest dispositiu, muntat de manera fixa i permanent a Santa Maria de Montmagastrell, s'assoleix la potència d'observació que tenia el telescopi de Mont Palomar (Califòrnia) la dècada dels anys setanta: el més gran del món en aquella època, amb un pressupost de milions de dòlars. És per això que es poden fer recerques que comencen a tenir una certa entitat i que es poden publicar en una revista cultural com és *Urtx*. Potser en les observacions del cel hi falta l'aspecte comarcal, però al cap i la fi és més apta la nostra comarca per observar el firmament, que molts altres indrets més propers a les grans ciutats, amb greus problemes de pol·lució lumínica per la gran quantitat d'il·luminació nocturna, que vela la foscor del cel i no permet apreciar els objectes tan subtils que s'observen en recerques de *deep sky*.

Per a altres classes d'observacions, com la planetària, concretament de Júpiter i Saturn, hi ha a Catalunya el GEA (Grup d'Estudis Astronòmics), els membres del qual tenen els telescopis en àrees urbanes o properes a les ciutats, fortament contaminades de llum artificial, però els planetes es veuen igual en un cel fosc que en un de contaminat. Perquè se sàpiga a quin nivell treballen alguns astrònoms afeccionats, direm que el GEA és un dels quatre grups mundials que per iniciativa del Jet Propulsion Laboratory de Pasadena realitzen cada any un programa de vigilància intensiva de Júpiter anomenat Word Astronomy Days Project: Jupiter Atmospheric Reference (WAD), conjuntament amb els altres tres grups: els observatoris francesos de París-Meudon i Midi-Pyrénées, l'Oriental Astronomical Association (Okinawa) i l'Institute for Planetary Research Obs. (Florida, USA).

Dedicat a observació de cel profund, a Espanya el grup M1, de l'Agrupació Astronòmica de Madrid –que és el grup a què pertanyem i que ens dirigeix les observacions–, realitza, entre altres, estudis d'estrelles variables, seguiments de supernoves (SN) en galàxies i detecció de nous episodis de supernova. També hi ha una secció de seguiment, càlcul astromètric i estimació de la lluminositat de cometes.

Per posar un exemple d'aquesta última activitat, sempre es poden trobar a la xarxa Internet, procedents de la Unió Astronòmica Internacional, de l'ICQ Comet Handbook, del Catalogue of Cometary Orbits, del catàleg Nakano i del catàleg Minor Planets Circulars, uns deu cometes o objectes cometaris visibles amb aparells adequats. De tots aquests objectes, que es mouen contra el fons de les estrelles fixes perquè pertanyen al

Sistema Solar, cal fer estimacions de la posició astromètrica i de la lluminositat. Per molts observatoris que hi hagi a tota la Terra, són majoritàriament els afeccionats els encarregats de fer aquests seguiments per tal com la disponibilitat dels grans telescopis és escassa, ja que tenen el temps d'observació assignat per rigorós torn i distribuït mitjançant comissions d'assignació.

Per altra banda, els afeccionats tecnificats (no s'han de confondre amb els posseïdors d'un tubet per mirar la Lluna) no solament poden accedir a observacions molt fines, sinó que tenen el gran avantatge de la disponibilitat dels seus instruments, no sotmesos a cap assignació de temps que no sigui el caprici del propi operador del telescopi. Si les dades d'un afeccionat són consistents, només per al seguiment de cometes telescòpics es pot despendre tot el temps d'observació disponible. Cal pensar que la transparència de l'atmosfera i els núvols juguen un paper important en aquests treballs, i generalment impedeixen de conèixer moltes dades dels seguiments constants que es fan de tots els cometes que hi ha en un moment determinat. L'aportació d'un afeccionat en algun punt de la Terra pot arribar a ser una dada molt valuosa per saber els paràmetres d'un objecte que poques persones tindran l'oportunitat de seguir (figura 1).

EL TREBALL AMB LES GALÀXIES

Les galàxies són els objectes més difícils d'observar perquè tenen una relació de lluminositat molt pobra. A l'ocular se'n veuen moltes, però la qualitat de l'observació depèn del diàmetre del telescopi, de la transparència del cel i de la foscor. Només telescopis a partir de 200 mm de diàmetre són capaços de mostrar-les, sempre que hi hagi bones condicions atmosfèriques. El més sorprenent és que cada una és un univers, o una illa en el cosmos, i sempre estan a milions d'anys llum. No és cert que amb aquestes distàncies hi hagi la possibilitat que les veiem i ja no hi siguin. Una galàxia és un conjunt de dos-cents mil milions d'estrelles de mitjana, i això no pot desaparèixer mai. El que sí que hi ha és que algunes estrelles de les galàxies acaben la vida de forma violenta amb una gran explosió. En aquest cas, i durant uns dies, l'estrella radia més energia que la resta de la galàxia sencera. Aquests episodis violentíssims es poden haver produït fa milions d'anys, però la llum ens arriba ara, i en aquest sentit, sí que podem dir que de vegades captem coses que no existeixen.

L'aparició de les supernoves

Des del segle passat se sap que de vegades en una galàxia apareix un punt lluminós que abans no hi era. Això és que ha explotat una estrella. Aquest punt lluminós generalment va disminuint d'intensitat i arriba a desaparèixer en unes setmanes. A partir dels anys trenta, es van anar acumulant prou observacions de SN com per conèixer trets distintius en les corbes d'intensitat lumínica i en els espectres resultants de la descomposició de la llum. Es va fer evident que hi havia dos tipus de SN: tipus I i tipus II. Les primeres, després de ser detectades, augmentaven ràpidament fins al màxim en dues setmanes. Després declinaven al mateix ritme dues setmanes més. Al cap de quatre setmanes la declinació lumínica era més lenta, amb una disminució exponencial, fins que deixava de ser visible. L'interval perquè la llum d'una SN de tipus I baixés a la meitat després d'assolir el màxim era d'uns cinquanta dies.

Els espectres de les SN presenten bandes molt amples que en principi no van ser identificades com a pertanyents a cap element, però després es va descobrir que responien a la gran quantitat de moviment dels àtoms de les matèries que expulsaven: alguns s'aproximaven violentament i altres retrocedien en la mateixa mesura. L'efecte Doppler es dona en una font d'ones que es desplaça en relació a l'observador. Si un cotxe s'atansa, el soroll que produeix en forma d'ones de so es fa agut per a un espectador quiet perquè les ones tendeixen a comprimir-se en la direcció de la marxa. Si un cotxe s'allunya, el soroll produït es torna greu respecte a un observador quiet perquè les ones de so se separen i la freqüència disminueix. El mateix passa amb les línies espectrals.

Per efecte Doppler els àtoms de la matèria que s'atansa a l'observador donaran una línia espectral desplaçada cap a la zona blava de l'espectre, mentre que els que s'allunyen tendiran a desplaçar la línia espectral

cap a la zona vermella. El cas és que entre els uns i els altres, les bandes espectrals dels elements queden molt gruixudes. Això caracteritza de manera inequívoca una SN. En les SN de tipus I l'amplada de les bandes indica velocitats de l'ordre de 10.000 quilòmetres per segon.

Les SN de tipus II en el moment del màxim produeixen de tres a deu vegades menys llum que les de tipus I, passen més temps en el màxim i declinen més a poc a poc que les altres. Les bandes espectrals en aquest cas no són tan amples i tenen més línies d'emissió indicatives de la presència de grans quantitats d'hidrogen. El tipus I es dona a les galàxies el·líptiques, compostes d'estrelles antigues, formades en una edat molt primerenca de l'univers, mentre que les de tipus II es donen als braços de les galàxies espirals, formades per una població estel·lar jove. Sabem així mateix que les SN de tipus II són conseqüència de la rapidesa amb què cremen el combustible nuclear les estrelles molt massives, de tres o quatre vegades la massa del Sol en endavant. Una estrella que sigui vint vegades més massiva que el Sol brilla unes 10.000 vegades més intensament, i encara que tingui vint vegades més de combustible, el crema en uns pocs milions d'anys.

El destí de les estrelles

Quan diem que una estrella crema combustible ens referim al procés de fusió a què estan sotmesos els nuclis atòmics dins de les estrelles. En el cas del Sol, sis-cents milions de tones d'hidrogen es fonen cada segon i es converteixen en heli i energia, que contraresta el propi pes gravitacional i el manté en equilibri. El Sol és una immensa bola de gas incandescent en equilibri entre la compressió causada pel propi pes i l'expansió causada pel forn termonuclear. Malgrat aquest consum prodigiós, el Sol porta 5.000 milions d'anys lluint i encara li'n queden altres tants.

Segons Subrahmanyam Chandrasekhar, una estrella que fos només 1,4 vegades més massiva que el Sol en el moment d'esgotar el combustible nuclear, està condemnada a esclatar en forma de supernova. En altre cas, les estrelles tenen un final molt tranquil: quan es queden sense reaccions de fusió de l'hidrogen en el seu interior, la temperatura baixa i es perd la tendència a l'expansió que hi havia quan les temperatures eren elevades. Aleshores entra en joc la força gravitatòria, que sense ser contrarestada per la temperatura, imprimeix una altíssima pressió al nucli, que novament s'escalfa i fa entrar en ignició termonuclear l'hidrogen que no ha cremat i que es troba al voltant del nucli, saturat de productes resultants de l'anterior etapa de fusió, concretament d'heli. En aquestes noves seqüències de fusió nuclear, amb l'increment de la temperatura, les capes exteriors s'expandeixen i l'estrella assoleix un diàmetre de gegant, alhora que agafa un color vermellós.

El procés de sintetitzar elements més pesats continua com una cadena seguint un cicle com el descrit en el cas de l'esgotament de l'hidrogen: es fonen els àtoms d'heli per donar carbó; els de carbó per donar oxigen, i així successivament fins a aparèixer neó, magnesi, silici i ferro-56. Els elements més pesats es fonen en les regions interiors de l'estrella, mentre que els elements més lleugers es fonen en zones cada vegada més perifèriques. Queda l'estrella distribuïda al final de la seva vida en capes, com una cebeta immensa.

Quan una estrella així es queda sense combustible, la pròpia gravetat l'encongeix inexorablement. El nucli suporta malament el pes i la matèria que hi ha esdevé degenerada. Aleshores tenim una nana blanca. La matèria d'una nana blanca és altament comprimida: una pilota de futbol d'aquest material pesaria gairebé mil tones. El seu destí és que es refredi i s'apagui del tot, mentre les capes exteriors, més lleugeres, fugen del cos de l'estrella i queden com un halo de diàmetre creixent, com un fantasma d'allò que l'estrella havia estat.

El nostre Sol, amb la massa que té, ja porta escrit el destí final que li toca. Probablement no arribarà mai a cremar carbó en el nucli central. Arribarà a l'etapa de gegant vermella i després, incapaç d'escalfar més el nucli, acabarà en una massiva bola de carbó extingit, mentre que les capes exteriors seran expulsades de manera suau al cosmos. La Terra quedarà immersa en aquesta abraçada de la seva estrella i es farà un tot indistinguible, que de lluny es veurà com la figura 2.

Quan una estrella unes quantes vegades més massiva que el Sol arriba al final de la vida i queda distribuïda en diferents capes de fusió termonuclear d'elements diversos, aquestes capes de fusió agafen un ritme frenètic d'activitat. Els elements més pesats queden a l'interior, i l'estrella en pocs dies arriba a tenir un nucli de ferro de dimensions com la Terra, però amb més pes que tot el nostre Sol. Els elements més lleugers es dis-

tribueixen al voltant d'aquest nucli i per tota l'estrella, que arriba a ser entre cinquanta i centenars de vegades més voluminosa que el Sol. El ferro és molt estable i la fusió de nuclis atòmics de ferro no desprèn energia, sinó que n'absorbeix. Total, que les reaccions nuclears queden paralitzades en el ferro i el nucli de l'estrella s'apaga. La capa del voltant, concretament la de silici, continua fontent àtoms i enviant ferro al nucli, que no pot aguantar el propi pes i s'ensorra sobre si mateix. L'augment de temperatura causat per aquesta nova compressió no provoca més reaccions de fusió perquè els nuclis atòmics de ferro no es fonen en aquestes condicions. És a dir, el ferro no és combustible, cosa que hem apuntat més amunt en dir que és molt estable.

La matèria degenerada d'un nucli així quan cau sobre si mateix arriba a densitats de l'ordre de cent bilions de vegades la densitat de l'aigua. Darrere del ferro, tota la matèria de l'estrella cau també cap a l'interior. A les densitats del col.lapse, la degeneració atòmica i la temperatura de centenars de milions de graus provoquen l'emissió de neutrins, que escapen de l'estrella mentre es s'enfonsa. Els neutrins interaccionen escassament amb la matèria que cau, només un u per cent, però el gran nombre d'aquestes partícules subatòmiques és suficient com per reenviar la matèria de l'estrella en sentit contrari: en comptes de caiguda cap a l'interior, explosió cap a l'exterior. La major part de l'estrella és llançada a l'espai a velocitats que van des de 10.000 fins a 40.000 quilòmetres per segon. Des d'aquells moments, i durant uns dies, l'explosió de l'estrella radia més energia que les restants estrelles de la galàxia juntes. Aquest seria el procés que donaria lloc a una SN de tipus II (figura 3).

A les galàxies el·líptiques, que es on esclaten les SN del tipus I, la formació d'estrelles ja fa milions d'anys que es va aturar. La majoria de les estrelles han arribat a l'etapa de nanes blanques. Atès que gairebé la meitat d'estrelles que hi ha al cel són en realitat sistemes binaris, pot ser que una de les estrelles hagi arribat a l'estadi de nana blanca, mentre que l'altra sigui encara en la fase de supergegant vermella. El diàmetre d'aquesta última pot créixer molt i bona part de la matèria pot quedar sotmesa a una estirada gravitacional de la nana blanca. Amb la circumstància de proximitat, i depenent de la massa de les estrelles, es pot establir un pont de matèria de la gegant vermella a la nana blanca.

Aquest pont de matèria quedaria atrapat en òrbita al voltant de l'estrella petita, i finalment entraria en col.lisió. Quan la pressió sobre les regions centrals de la nana blanca augmenta gràcies a l'aportació de més matèria, la temperatura s'eleva prou com perquè es fonguin els nuclis atòmics de carbó que formaven la major part de l'estrella. S'allibera aleshores un màxim d'energia, mentre es formen àtoms d'oxigen, silici, níquel i altres elements. El procés no és explosiu, però la gran quantitat d'energia alliberada en poc temps provoca un màxim en forma de supernova, que acabarà amb la destrucció total de l'estrella enmig de processos de fusió nuclear accelerats, sense que quedi després de l'explosió cap nucli dens, com en el cas de les SN de tipus II.

L'expansió de l'univers

L'any 1917 l'astrònom nord-americà Vesto Slipher va fer públic un treball segons el qual les línies espectrals de 21 galàxies, d'un total de 25 que havia estudiat, estaven desplaçades cap al color vermell de l'espectre de la llum visible. Va dir que aquelles galàxies s'estaven allunyant de nosaltres, però com ho podia saber? Per efecte Doppler, si una galàxia s'allunya, les ondulacions de llum visible que emet s'estiren i tots els colors es desplacen cap a la zona de més longitud d'ona, que es la del vermell. Aleshores les línies espectrals també apareixen desplaçades cap al vermell, cosa que ja hem vist abans amb les SN.

Segons el corriment spectral, la majoria de galàxies s'estaven allunyant i només les més properes mostren moviments d'aproximació. Slipher va calcular la velocitat de recessió mostrada pels desplaçaments al vermell. Segons ell, algunes de les primeres galàxies en què es va descobrir el desplaçament al vermell s'estaven allunyant a la sorprenent velocitat de més de tres milions de quilòmetres per hora. Però quina distància indicaven els diferents desplaçaments espectrals al vermell?

Hubble es va dedicar a relacionar desplaçament al vermell i recessió galàctica. Va establir una proporció entre les distàncies calculades a través d'algunes variables cefeides i els desplaçaments de les línies espectrals, i va deduir una constant cosmològica anomenada Constant de Hubble. El període de variació de la lluminositat d'una estrella del tipus cefeida està relacionat amb la màxima brillantor a què pot arribar, i aquesta relació és prou coneguda. Si se segueix el període de variabilitat es pot saber els pics de lluminositat absoluta d'una

cefeida i amb l'extinció de la llum causada per la llunyania podem calcular la distància a què es troba la galàxia amfitriona de l'estrella.

El mateix Hubble es va adonar, després de comprovar molts espectres de galàxies, que l'univers s'estava expandint, cosa que ja havia previst la teoria de la relativitat general d'Einstein. Avui sabem que l'expansió de l'univers consisteix que entre les galàxies l'espai creix constantment, i els astrònoms aprofiten aquesta certesa per deduir l'edat de l'univers. Si les galàxies s'expandeixen, també podem retrocedir amb el càlcul en el temps i veure en quin moment tota la matèria estava concentrada en un punt des d'on va començar l'expansió, que és l'episodi inicial de l'univers, també anomenat Big Bang o gran explosió.

La investigació actual se centra a afinar tots els paràmetres que intervenen en la deducció de la Constant de Hubble per tal de donar una edat de l'univers al més real possible i també per fixar els límits actuals de l'univers en expansió (ambdós paràmetres són coincidents i van entre els 12.000 i els 15.000 milions d'anys d'edat i anys llum de distància, respectivament). També se centra a saber si l'univers continuarà expandint-se indefinidament o arribarà un punt que l'expansió s'aturarà, potser per iniciar una fase de contracció que tornaria la matèria dispersa en forma de galàxies al seu lloc d'origen. Tanmateix que la fase de contracció aniria precedida d'una fase de frenada de l'expansió. En principi, perquè l'univers es frenés caldria que tingués una determinada quantitat de matèria, ja que només l'atracció de la pròpia gravetat pot actuar de fre.

Les supernoves com a patró de distàncies

En un principi, la mesura de l'estimació amb què l'expansió de l'univers es va frenant pot revelar quanta matèria, lluminosa i fosca, conté. Aquesta celestial frenada pot ser avaluada mesurant la lluminositat i el desplaçament al vermell de les llums-patró del cel situades a milions d'anys llum. Les SN es comporten com una llum-patró i han adquirit una gran importància per pesar el material que conté l'univers; en conseqüència, són un mitjà per saber si l'expansió de l'univers seguirà indefinidament o no.

La distància a una SN es dedueix de la seva brillantor aparent, ja que cada un dels dos tipus descrits brilla amb igual magnitud absoluta. Sobretot les de tipus I serveixen perfectament com a candeles estàndard; així, la debilitat amb què brilla una SN està en relació directa amb la llunyania i la profunditat en què es troba.

Mentrestant, un desplaçament al vermell d'una SN –la mesura del desplaçament de les ja de per si gruixudes línies espectrals cap a la banda de la longitud d'ona vermella– revela la mesura com s'ha expandit l'univers mentre la llum viatjava cap als nostres telescopis. Quan prenem com a base de distància la lluminositat, el desplaçament al vermell d'una supernova ens diu com la seva llum ha viatjat a través de l'univers, el temps que s'ha estat expandint i si anteriorment s'allunyava més ràpidament de com ho fa en l'actualitat. Això, al mateix temps, implica la rapidesa amb què es frena l'expansió.

Podem descobrir i estudiar SN en galàxies que estan a milions d'any llum? Les perspectives se'ns mostren decebedores: a aquestes distàncies les SN són detectables solament amb telescopis potents que segueixin un programa durant mesos. Les SN apareixen a l'atzar, sense avisar.

Les SN de tipus I poden explotar poques vegades cada mil.lenni en una galàxia i així tenim poques oportunitats d'estudiar-les. Afortunadament, una parella de factors ens ajuden que aquestes oportunitats siguin més freqüents. En primer lloc, les del tipus I, que com hem vist són les més brillants i per pocs dies poden brillar més que la pròpia galàxia en què han explotat, poden ser detectades a mils de milions d'anys llum.

En segon lloc, les darreres generacions de càmeres CCD dels grans observatoris fan possible controlar una àmplia parcel·la del cel (una petita fracció de grau quadrat és considerada ampla en els principals telescopis). Les exposicions d'una CCD a cada zona aparentment buida del cel, fins i tot de pocs minuts, proporcionen una imatge que conté centenars de galàxies distants, cosa que serveix molt més que inspeccionar galàxies soltes per detectar SN. Actualment un equip d'ordinador que treballa per comparar moltes imatges iguals de la mateixa regió dona aviat resultats en unes poques setmanes.

De desenes de milers de galàxies escrutades, solament mitja dotzena mostraran un punt de llum. Amb un seguiment de la disminució de lluminositat d'aquests punts, i després de comprovar el corresponent espectre, es pot confirmar si es tracta realment d'una supernova, i si és així, saber el tipus i el desplaçament spectral al vermell. Aquest ha estat el mètode usat els últims anys pel grup del Lawrence Berkeley National Laboratory i pel Centre de Partícules Astrofísiques amb la finalitat de trobar i estudiar una fornada de SN distants.

En pocs mesos s'han trobat i estudiat ja set d'aquestes balises, i sembla que una d'elles –molt feble– va esclatar fa aproximadament cinc mil milions d'anys, quan la Terra estava al principi de la seva formació. Amb aquests procediments es poden obtenir bastants dades per mesurar finalment quina relació hi ha entre distàncies i els desplaçaments de les línies espectrals, a fi de fixar la constant cosmològica de Hubble i establir l'origen i el destí de l'univers.

En emprendre tan ambiciós projecte com el de mesurar la densitat de l'univers, les complicacions són inabordables. Malgrat aquest origen comú en la mort termonuclear dins de les nanes blanques, les SN de tipus

I no sempre són iguals, i una petita diferència de lluminositat pot donar una incorrecta valoració. Nogensmenys, els estudis de les SN de tipus I properes, que es poden estudiar amb gran detall, mostren –potser de manera inesperada– que les diferències observades tan lluny tenen coherència. Per exemple, com Mark M. Phillips (Cerro Tololo Inter-American Observatory) va notar primer que ningú, les SN intrínsecament més lluminoses del tipus I disminueixen de lluminositat a poc a poc, mentre que les dèbils i llunyanes es mostren amb la proporció normal de disminució.

Una altra dificultat és la pèrdua de llum de les SN causada per la matèria galàctica. Des que la llum blava és més fortament afectada que la vermella, seria possible mesurar i corregir aquest efecte buscant distorsions en el color d'una SN. Robert Kirshner i el seu graduand Adam Riess del Harvard-Smithsonian Center han corregit acuradament aquesta llum distorsionada i afeblida prenent nota de la variació del color a través de la seqüència més amunt mencionada.

Així, tenim un gran nombre de dades per mesurar les distàncies cosmològiques. Aquests esforços concentrats prometen sondejar la desacceleració de l'univers, i amb això, el seu destí final. Però la comprensió empírica del tipus I només pot avançar amb seguretat si s'estudien casos propers, de galàxies situades en cúmuls situats a distàncies d'entre 200 i 300 anys llum. Concretament, des de Santa Maria de Montmagastrell hem triat els grups de galàxies de la constel·lació de Píscis (01h 07m AR; +32° 24' dec.) presidits per les galàxies NGC 383, NGC 410 i NGC 597, amb velocitats radials de més de cinc mil quilòmetres per segon allunyant-se de nosaltres a causa de l'expansió de l'univers.

El grup de NGC 383 està format per dotze galàxies que es veuen molt juntes, fins al punt que en el marc de 15 per 12 minuts d'arc corresponent al camp que abasta la CCD n'hi entren deu (figura 4). Aquestes galàxies brillen amb unes magnituds que oscil·len entre la 12,9 i la 13,9, és a dir, estan situades en el rang de la magnitud 13, quan en realitat haurien de brillar molt menys si ens adonem de la distància a què estan situades. Una altra característica comuna d'aquest grup és que totes són del tipus el·líptic i alguna és SO (espiral sense braços), que és un cas de les el·líptiques. És com si en un aparcament públic amb dotze cotxes estacionats tots fossin de la mateixa marca i model.

De fet, les SN del tipus I han d'aparèixer en aquesta classe de galàxies. Atès que es veuen tan brillants, deduïm que han de ser molt més grans que una galàxia normal com la nostra. Potser cinc o deu vegades més grans. Si en una galàxia normal s'espera un esclat de SN cada cinquanta anys –dues o tres vegades cada segle–, en una d'aquestes se n'esperaria un cada cinc o deu anys. Tanmateix que són un bon objectiu per vigilar l'aparició de SN tipus I que es puguin estudiar bastant bé amb l'objectiu d'inferir característiques per a les SN tipus I situades en galàxies a l'extrem de les possibilitats dels grans observatoris.

Una incògnita que ha entrat en escena amb l'estudi sistemàtic d'aquest grup i d'altres grups és que, en dies de poca turbulència atmosfèrica, i si la sort ha acompanyat a l'hora de fer l'enfocament òptim de la càmera CCD, es veuen entre les el·líptiques altres galàxies molt més febles, al límit de la detecció. Això explica el misteri que totes siguin d'una mateixa tipologia. En realitat les el·líptiques tenen molta més lluminositat per unitat de superfície i destaquen molt més que les galàxies amb braços espirals. Per això aquestes últimes generalment no es veuen, i així tenim que no figura enlloc la seva existència. Les hem descobert nosaltres. Passa igual que en el grup de galàxies de Perseu presidit per NGC 1275, però aquí, entre les el·líptiques destacades, apareixen dotzenes de galàxies més febles ja catalogades.

La vigilància de grups com el de NGC 383 permetrà conèixer la freqüència amb què s'hi donen SN. Si en cinc o deu anys n'apareixen algunes, comptant tots els membres del grup, vol dir que aquestes galàxies són molt massives, tant que la relació de lluminositat i distància ja està d'acord amb el que es dedueix del desplaçament spectral al vermell. Però si no hi hagués SN significaria que no són tan massives i es veuen amb excés de brillantor perquè són molt més a prop del que el desplaçament indica, amb la qual cosa aquest paràmetre està mal calculat i caldria revisar tota la cosmologia: des de l'origen fins al destí de l'univers, passant per la situació actual.

BIBLIOGRAFIA

- ARP, Halton: *Quasars, Redshifts and Controversies* (traducció de Manuel Sanromá), Tusquets, Barcelona, 1992.
- ARP, Alton, i David L. BLOCK: "The Myth of Overgrown Spirals" a *Sky and Telescope*, abril de 1991.
- MARSCHALL, Laurence A.: *The Supernova Story* (traducció d'Ofelia Castillo), Gedisa, Barcelona, 1991.
- OVERBYE, Dennis: *Lonely Hearts of de Cosmos* (traducció de M. M. Moya i M. Muntaner), Planeta, Barcelona, 1992.
- PAGELS, Heinz R.: *Perfect Symmetry. The Search for the Beginning of Time* (traducció de J. M. Àlvarez i A. Pérez) Antoni Bosch Editor, S.A., Barcelona, 1988.
- PERLMUTTER, Saul: "Weighing the Universe with Supernovae" a *Sky and Telescope*, Març, 1991.
- TREFIL, James: *The dark side of the Universe* (traducció de Mora Charles), Planeta, Barcelona, 1990.
- BINNANO, Emil i altres: *MegaStar Deep Sky Atlas*, CD-ROOM d'E.L.B. Software, Houston, 1994.

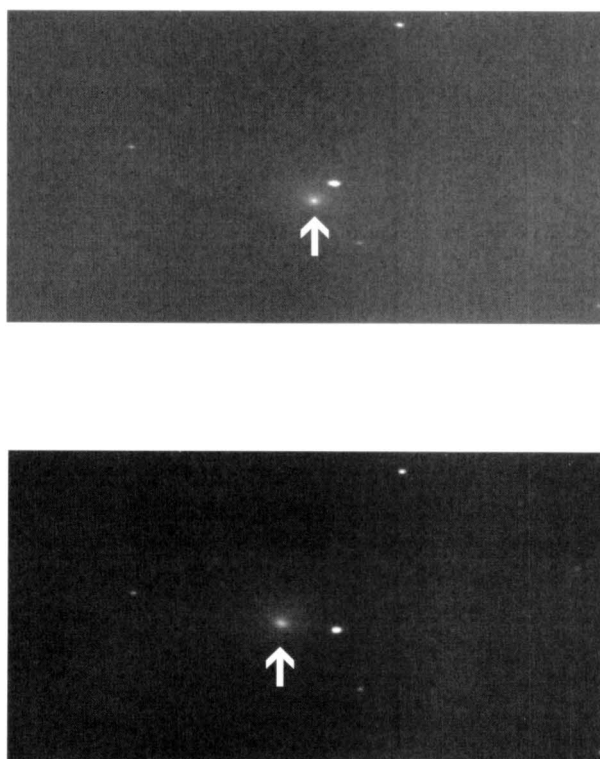


Figura 1

Cometa Zepa 1996 B1. Dia 24 de febrer de 1996. Amb les dues fotografies, captades amb un quart d'hora de diferència, es pot apreciar el rapidíssim desplaçament del cometa en relació a les estrelles. Des de Santa Maria informem de la posició, aspecte i magnitud de cometes telescòpics com aquest, molt difícils de veure.



Figura 2

Nebulosa M57 de la constel·lació de la Lira. Al final de la seva activitat, d'aquí a uns 5.000 milions d'anys, el nostre Sol expulsarà bona part de la massa a l'espai i formarà un tènue embolcall esfèric, que amb la perspectiva es veurà en forma d'anell.

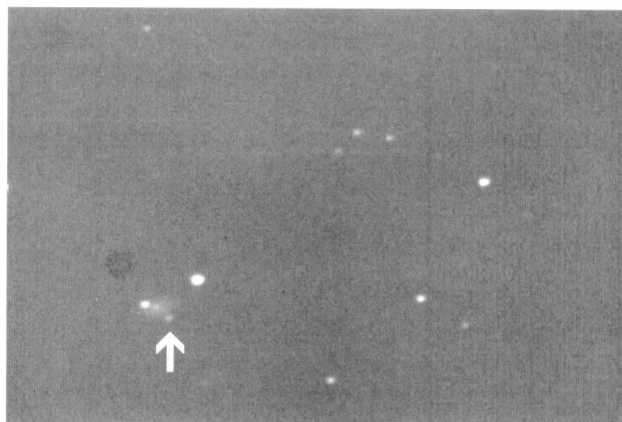


Figura 3

Supernova del tipus II a la galàxia NGC 3021, fotografiada al mes de novembre de 1995.

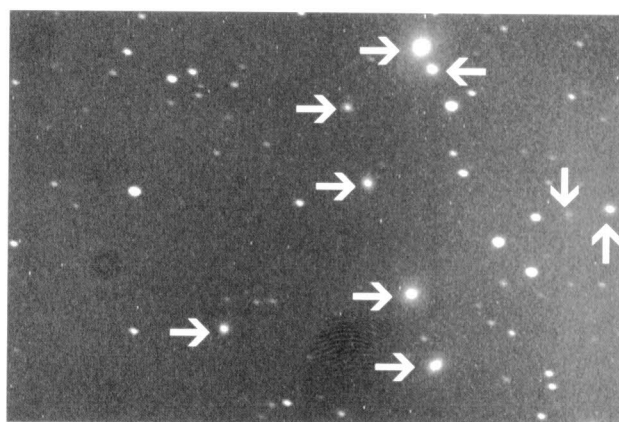


Figura 4

Grup de galàxies que encapçala NGC 383, a la part superior.