

# ASTROFILO

rivista mensile di informazione scientifica e tecnica • ottobre 2012 • numero 10 • € 3,50

## Equazione di Drake un punto a favore



**Due sonde  
nelle fasce  
di Van Allen**



**Arriva la  
DECcam**

- Buchi neri intermedi, ecco la conferma
- **Un sistema planetario con due soli**
- Cupole Pulsar Observatories
- **Il nostro sistema galattico ha un sosia**
- R136, due ammassi in collisione



# Northek

Instruments - Composites - Optics

**I**l Northek DP100 è un classico rifrattore acromatico, realizzato con doppietti della giapponese Carton. Le celle e le intubazioni sono originali Northek e appositamente disegnate.

**O**gni doppietto è stato testato e verificato, sia al banco ottico che allo star test. Il rapporto focale  $f/13$  rende il cromatismo molto limitato, pertanto la visione astronomica è estremamente gradevole.

**L'**intubazione è realizzata in fibra di carbonio con disegno proprietario Northek, le parti metalliche e la raccorderia in lega Halo 25 anodizzata, il tutto eseguito a controllo numerico, mentre per la configurazione dei diaframmi interni si è fatto ricorso ad un programma per disegno ottico professionale.

**L**a messa a fuoco è la prestigiosa Feather Touch 2000 da 2". Si è posta anche cura nell'aspetto estetico di questo strumento, così da renderlo gradevole non solo agli occhi dell'astrofilo.

## **Northek DP 100 rifrattore acromatico Fraunhofer 108 mm $f/13$**

per tutte le informazioni su questo telescopio e sulla nostra intera produzione di strumenti per astronomia, visita il nostro sito [www.northek.it](http://www.northek.it) oppure contattaci: [info@northek.it](mailto:info@northek.it)



**☎ 01599521**



Direttore Responsabile  
Michele Ferrara

Consulente Scientifico  
Prof. Enrico Maria Corsini

Editore  
Astro Publishing di Pirlo L.  
Via Bonomelli, 106 - 25049 Iseo - BS  
email admin@astropublishing.com

Stampa  
Color Art S.r.l.  
Via Industriale, 24-26  
25050 Rodengo Saiano - BS

Distributore esclusivo per l'Italia  
Parrini S.p.A.  
Via di S. Cornelia, 18 - 00060 Formello - RM  
Viale Forlanini, 23 - 20133 Milano

Internet Service Provider  
Aruba S.p.A.  
Loc. Palazzetto, 4 - 52011 Bibbiena - AR

Registrazione  
Tribunale di Brescia  
numero di registro 51 del 19/11/2008

Associazione di categoria  
Astro Publishing di Pirlo L. è socio effettivo dell'Associazione Nazionale Editoria Periodica Specializzata  
Via Pantano, 2 - 20122 Milano

Copyright  
I diritti di proprietà intellettuale di tutti i testi, le immagini e altri materiali contenuti nella rivista sono di proprietà dell'editore o sono inclusi con il permesso del relativo proprietario. Non è consentita la riproduzione di nessuna parte della rivista, sotto nessuna forma, senza l'autorizzazione scritta dell'editore. L'editore si rende disponibile con gli aventi diritto per eventuali fonti iconografiche non identificate.



## I principali articoli di questo numero



### Equazione di Drake, un punto a favore

Astronomi del Niels Bohr Institute scoprono che la formazione di pianeti rocciosi avviene con relativa facilità anche attorno a stelle non particolarmente ricche di metalli e questo amplia di molto l'intervallo di tempo entro il quale può essere comparsa la vita nella Via Lattea e nelle altre galassie.

a pagina 4



### Buchi neri intermedi, ecco la conferma

L'anello mancante fra buchi neri di taglia stellare e buchi neri supergiganti è stato alla fine scoperto e questa volta gli astronomi hanno prove schiaccianti. Il nuovo scenario indica che qualunque massa abbiano i buchi neri, sono tutti la somma di un numero variabile di buchi neri più piccoli, con il limite...

a pagina 12



### Due sonde nelle fasce di Van Allen

L'ambiente dove il vento solare e la magnetosfera terrestre si incontrano è uno dei più ostili che si conoscano. Lì la combinazione delle forze in gioco crea una gigantesca "ciambella" formata di particelle ad alta energia che possono mettere a rischio le attività aeronautiche e compromettere le telecomunicazioni...

a pagina 22



### Un sistema planetario con due soli

Pensare a un sistema planetario con due soli non è più una fantasia. Dopo aver scoperto quattro pianeti in orbita attorno ad altrettante stelle binarie strette, ora gli astronomi ne hanno scoperti due che orbitano attorno alla stessa binaria. Questa nuova categoria di pianeti ha praticamente stravolto ciò che restava...

a pagina 28



### R136, due ammassi in collisione

Un grande ammasso aperto presente nel complesso nebulare 30 Doradus si rivela essere il risultato della fusione in corso fra due ammassi più piccoli. Questa scoperta sembra confermare i modelli che vogliono una crescita gerarchica di quelle strutture, fino all'eventuale formazione di un ammasso globulare.

a pagina 34



### Il nostro sistema galattico ha un sosia

Il sospetto che un sistema di galassie come quello formato dalla Via Lattea e dalle Nubi di Magellano sia estremamente raro è ora una certezza. Un'accurata ricerca ha evidenziato un solo altro sistema che appare quasi identico al nostro, confermando che si tratta di configurazioni temporanee.

a pagina 42

# Equazione di un punto a fa

**U**n ipotetico sistema planetario in formazione nella giovane Via Lattea. I corpi ancora roventi sono destinati a diventare pianeti di tipo roccioso, non molto dissimili dalla Terra. In quell'epoca caratterizzata da una bassa presenza di elementi chimici più pesanti dell'elio, la formazione di pianeti come Giove e Saturno era sfavorita. Indirettamente ciò aumenta le probabilità di contattare civiltà galattiche evolute.

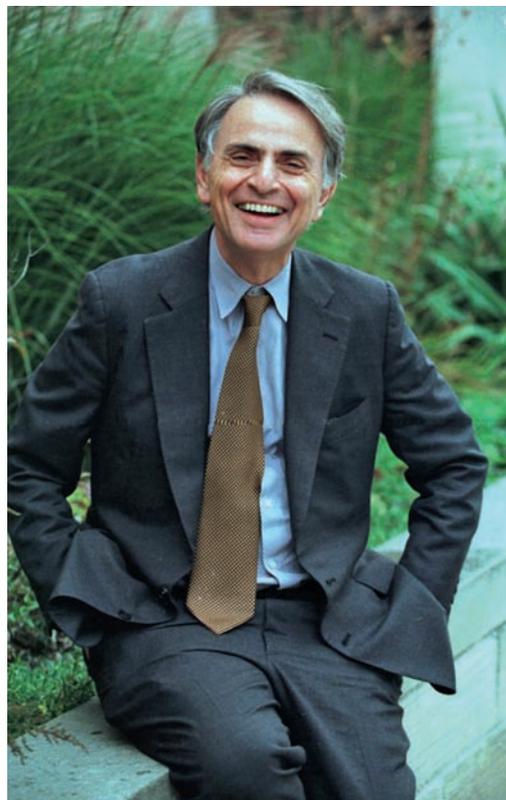
# Drake, vovore

**T**ra il 1960 e il 1961 gli astronomi iniziarono a trattare seriamente il tema della rilevazione di civiltà extraterrestri e nel corso di un ristretto meeting interdisciplinare tenutosi a Green Bank venne proposta da Frank Drake (fondatore con Carl Sagan del progetto SETI) una formula empirica attraverso la quale stimare il numero di civiltà evolute presenti nella nostra galassia. Era poco più di un'ipotesi di lavoro e serviva essenzialmente come base di partenza per capire che cosa cercare, con quali mezzi e con quali probabilità di successo. L'equazione è piuttosto semplice, avendo come risultato (N) il prodotto di una serie di fattori probabilistici. Vengono considerati: il tasso medio annuo di formazione di nuove stelle ( $R^*$ ); la frazione di stelle che possiedono pianeti ( $f_p$ ); il numero medio di pianeti adatti a ospitare la vita ( $n_c$ ); la frazione di questi ultimi su cui può essersi sviluppata ( $f_l$ ); la frazione di quelli dove la vita può essersi evoluta in esseri intelligenti ( $f_i$ ); quelli i cui abitanti sono in grado di comunicare con altre civiltà ( $f_c$ ); infine la durata media di una civiltà evoluta (L). Ecco come vengono solitamente rappresentati tutti quei fattori all'interno dell'equazione:

$$N = R^* \times f_p \times n_c \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

Già da questo breve elenco si può immaginare la quantità di risultati diversi a seconda del valore attribuito a ciascun fattore. In pratica si va da frazioni di unità (da arrotondare inevitabilmente a 1 poiché noi esistiamo) fino a un massimo ragionevole di centinaia di civiltà. E questo solo nella nostra galassia. Forse perché per la prima volta era stata messa in formule l'ipotetica esistenza degli alieni, l'equazione di Drake ebbe un certo seguito, tanto da arrivare ai nostri giorni. Non sono ovviamente mancate aspre critiche, soprattutto per il fatto che all'inizio degli anni '60 si poteva solo fantasticare sull'esistenza di pianeti oltre il nostro sistema solare e poiché gran parte dei fattori erano più o meno dipendenti da quegli ipotetici pianeti, tutto sembrava ridursi a un esercizio puramente filosofico. Per molti ricercatori quell'equazione non aveva alcun senso.

***Astronomi del Niels Bohr Institute scoprono che la formazione di pianeti rocciosi avviene con relativa facilità anche attorno a stelle non particolarmente ricche di metalli e questo amplia di molto l'intervallo di tempo entro il quale può essere comparsa la vita nella Via Lattea e nelle altre galassie.***



Oggi che abbiamo le idee un po' più chiare, almeno su alcune questioni, possiamo utilizzare la formula di Drake per farci un'idea, sempre vaga, sull'eventuale presenza di vicini galattici, e ogni volta che si fa un passo avanti nella conoscenza dei singoli fattori si va sempre più vicini a una ragionevole stima del numero di civiltà extraterrestri potenzialmente esistenti.

Proprio recentemente è stata fatta un'importantissima scoperta, le cui conseguenze trasferite nell'equazione di Drake alzano considerevolmente le probabilità che là fuori ci sia qualcuno capace di comunicare. Prima di svelare la novità vediamo però che cosa prevede la celebre formula alla luce dei numerosissimi sistemi planetari scoperti nell'ultima quindicina di anni.

Come dicevamo, la prima variante considera il numero di stelle che nascono annualmente nella Via Lattea. Inizialmente il valore adottato era 10, ma più recentemente Drake ha optato per un più prudente 5, mentre altri preferiscono 7. Le osservazioni più recenti indicano invece che 10 era probabilmente il numero più vicino alla realtà. Quindi segniamoci 10.

La seconda variante chiede quante stelle della nostra galassia hanno pianeti. Secondo Drake la metà, un valore proposto quando nemmeno si sapeva se quei pianeti esistevano. Sorprendentemente quel pronostico

trova oggi un convincente riscontro nella realtà, anzi, è probabile che siano sensibilmente più del 50%, ma accontentiamoci dei dati di fatto, che nell'e-

quazione di Drake finiscono praticamente qui. Tutto il resto è pura speculazione, a cominciare dal numero di pianeti o satelliti adatti alla vita, presenti in ogni sistema solare. Secondo Drake 2, valore esageratamente ottimistico alla luce del database del telescopio spaziale Kepler, dove su oltre 2300 pianeti (la gran parte da confermare) abbiamo attualmente circa una decina di casi adeguati a sostenere, forse, alcune delle più elementari e resistenti forme di vita terrestre (principalmente batteri estremofili). Anziché 2 pianeti per ogni sistema sarebbe dunque più prudente adottare la proporzione di 1 pianeta ogni 100, considerando che molti di quelli piccoli sono finora sfuggiti alle ricerche e sono quelli i più interessanti.

Con la variabile successiva si entra nel mondo delle mere congetture: su quanti di quei pianeti è comparsa la vita? Secondo Drake su tutti e anche secondo alcuni astrobiologi, ma la diffusa presenza di elementi organici nel cosmo non necessariamente si traduce in vita, e quella manciata di pianeti che oggi ri-

**F**rank Drake (a sinistra) e Carl Sagan, i due astronomi simbolo nella ricerca di vita extraterrestre, fondatori del progetto SETI. A Drake, in particolare, dobbiamo la celebre equazione che porta il suo nome e che si propone di stimare il numero di civiltà aliene con le quali dovrebbe essere possibile comunicare attraverso le onde radio.

**I radiotelescopio di Arecibo: a destra il gigantesco "illuminatore" visto attraverso la "parabola" e sotto l'intera struttura. Con questa antenna nel 1974 fu compiuto un tentativo, essenzialmente simbolico, di comunicare con ipotetici extraterrestri presenti nell'ammasso globulare di M13. Fu inviato un messaggio in codice binario che arriverà forse a destinazione fra circa 25mila anni. [National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC)]**

sultano meno ospitali di altri sono pur sempre mondi ostili, al cui confronto la giovane Terra, per quanto diversissima da quella attuale, doveva essere una sorta di paradiso. Con un prudente atto di fede potremmo considerare che su 100 pianeti potenzialmente adatti alla vita, in 1 caso la vita compare realmente e resiste per il tempo necessario ad evolvere in qualcosa di diverso dal primo stadio. Per quantificare la variabile successiva, ovvero il numero di pianeti con vita intelligente, bisognerebbe intanto capire quando un essere vi-



vente può essere definito intelligente. Dall'unico esempio che abbiamo, potremmo dire che è intelligente quella specie che trasforma l'ambiente a suo favore ed è in grado di condizionare l'esistenza di tutte le altre specie. Fortunatamente qualcosa di estremamente raro, visto che sulla Terra sono comparse circa 20 miliardi di specie viventi negli ultimi 3,8 miliardi di anni (il 99,9% delle quali oggi estinte) e solo una di esse si adatta alla definizione di cui sopra. Oltre a essere cosa rara in termini numerici, quell'unica specie è anche cosa rara in termini temporali, visto che la sua presenza occupa solo 1/1000 del tempo totale, durante il quale un qualunque cataclisma di portata globale avrebbe potuto cancellarne l'esistenza.

La speranza che un accidente simile alla specie umana non sia capitato ad alcun altro pianeta è tuttavia vana, infatti secondo numerosi scienziati è inevitabile che prima o poi compaia una specie intelligente su un pianeta che ospita la vita, e questo perché, come diceva Sagan, *"l'intelligenza è così utile all'evoluzione che la selezione naturale sembra incoraggiata a farla apparire"*.

Anche alla luce di questo ottimismo, Drake ha alzato la sua stima dall'1% proposto negli anni '60 a un più recente 20%, che in mancanza di argomentazioni migliori adottiamo anche in questa sede. Il realtà 1 su 5 è ragio-

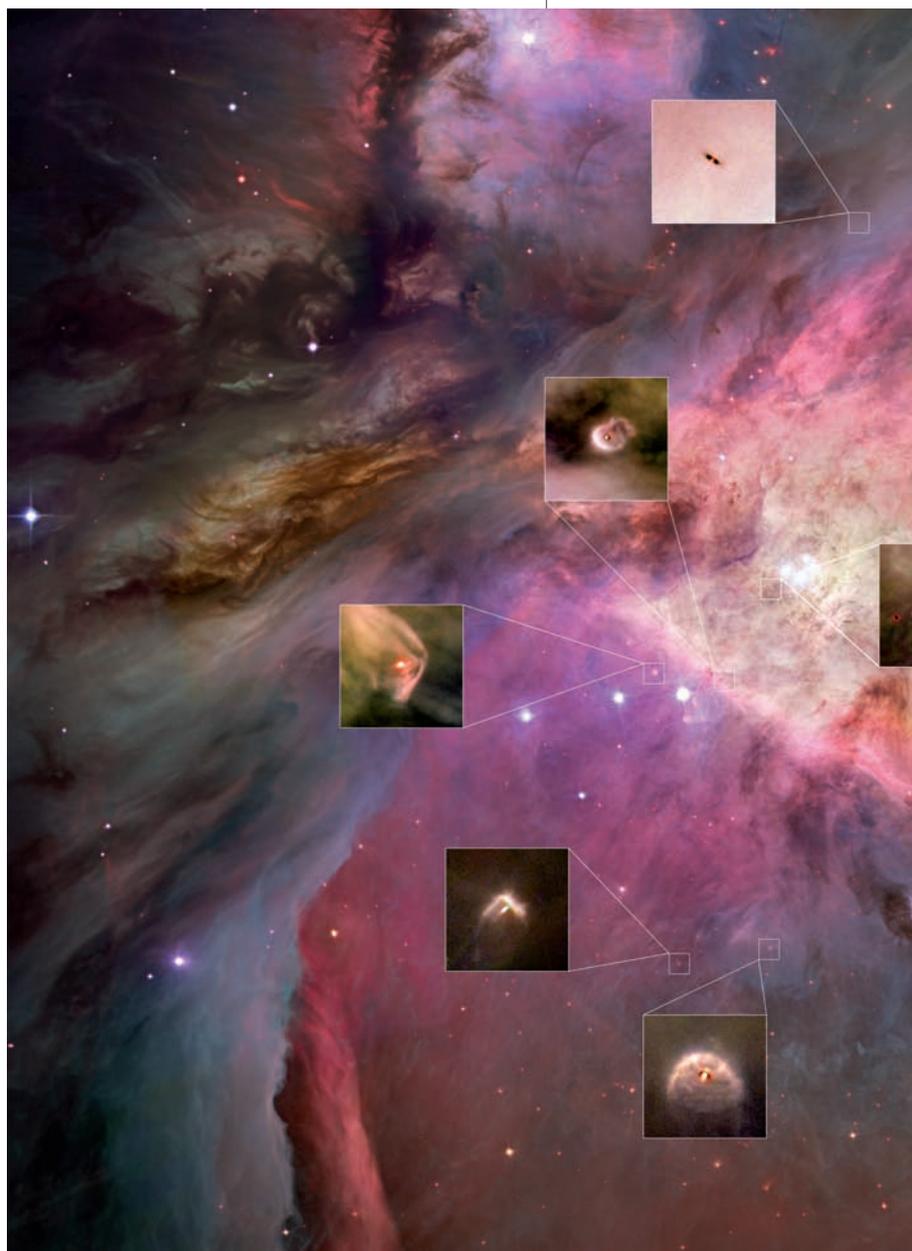
nevole, si pensi infatti all'esperienza terrestre: più volte titanici cataclismi hanno provocato estinzioni di massa soprattutto fra le specie più evolute, interrompendo il cammino di alcune di esse verso lo status di "intelligente", eppure la Natura alla fine è riuscita a fare il suo corso.

Altra variabile: quante di quelle specie intelligenti evolvono al punto da poter comunicare in qualche modo con altri pianeti, ad esempio tramite onde radio? Drake nei decenni ha fatto lievitare il suo iniziale 1% a un bel 100% tondo, convincendosi del fatto che la conoscenza dello spettro elettromagnetico e la possibilità di usare determinate frequenze per comunicare a grandi distanze è una tappa obbligata per chiunque abbia la nostra stessa percezione dell'universo. L'argomentazione è valida ma non si può non considerare almeno due alternative: 1) la percezione dell'universo può essere diversa, 2) l'eventuale civiltà aliena decide di non comunicare mai con l'esterno. Un 30% potrebbe essere dunque un valore più ragionevole del 100% di Drake e pertanto nell'equazione inseriremo quello.

L'ultima variabile riguarda il tempo entro il quale una civiltà galattica rimane contattabile da un'altra. Quando Drake formulò la sua equazione, il rischio nucleare era incombente e l'idea che una civiltà come la nostra potesse annientarsi con una guerra atomica andava per la maggiore e quindi sembrava altrettanto probabile che presto o tardi qualunque civiltà extraterrestre avrebbe fatto la stessa fine. Di conseguenza venne proposto un pessimistico 10000 anni come tempo limite di permanenza "on air" di qualunque tipo di alieno.

Cercando di prescindere dal fattore antropico che inevitabilmente condiziona ogni aspetto dell'equazione di Drake, potremmo ipotizzare che se una civiltà è realmente intelligente riuscirà ad evolvere e prosperare per un tempo molto più lungo e che solo catastrofi naturali inevitabili riusciranno a metterla fuori gioco più o meno definitivamente. Un tempo limite medio di 100000 anni potrebbe essere più ragionevole, anche considerando che alcuni studiosi non pongono limiti alla durata di una civiltà evoluta e alle sue capacità di comunicare con altre civiltà.

Inoltre, il valore proposto da Drake non dà alcuna certezza che due civiltà contemporanee possano riuscire a contattarsi, anzi, è molto probabile che non vi riescano nem-



meno volendolo perché la distanza media fra due ipotetiche civiltà all'interno della Via Lattea si aggira attorno ai 50000 anni luce (da un minimo possibile di pochi anni luce a

un massimo di oltre 100.000 anni luce), e pertanto servono in media 100.000 anni per un singolo scambio di messaggi, senza considerare che la risposta può non trovare più nes-

rebbe fine a sé stesso se ipotizzassimo che quando arriverà noi non ci saremo più da parecchio tempo e che chi, forse, lo riceverà si trova ancora oggi all'età della pietra. Insomma, non avrebbe senso includere un valore che fornirebbe un risultato limitato al nostro angolo di galassia e non al suo insieme. Adottiamo pertanto 100.000 anni come durata minima ragionevole delle civiltà affinché possano avere medie probabilità di comunicare fra loro nella Via Lattea e vediamo che risultato fornisce l'equazione di Drake inserendo tutti i valori sin qui proposti:

$$N = 10 \times 0,5 \times 0,01 \times 0,01 \times 0,2 \times 0,3 \times 100.000 = 3$$

Il risultato dell'equazione ci dice in sostanza che ci siamo noi e che c'è una non remotissima eventualità che contemporaneamente esistano altre civiltà da qualche parte nella Via Lattea, potenzialmente in grado di comunicare con noi attraverso segnali elettromagnetici.

Potrebbe essere comodo aumentare a caso il valore di una delle variabili dell'equazione pur di raggiungere il numero di civiltà extraterrestri che ciascuno sogna, ma la scienza non funziona così. L'unico modo per non compiere manovre discutibili in uno scenario che lo è già abbastanza è quello di affidarsi alla ricerca nella speranza che possa dare una dimensione più realistica a una o più variabili, magari incrementandone il corrispondente valore nell'equazione.

Un primo passo avanti, consolidatosi negli ultimi mesi, è stato fatto a proposito del tasso annuo di formazione stellare nelle galassie, con la conferma che per ciascuna di esse poteva essere molto più elevato in epoche remotissime e questo spiegherebbe anche perché la Via Lattea ha circa il doppio delle stelle che dovrebbe avere se il tasso fosse sempre stato quello inserito da Drake nella sua formula. Perché allora non considerare tutte le stelle e quindi raddoppiare il valore della prima variabile, adottando un tasso medio relativo a tutta l'esistenza della Via Lattea? Semplicemente perché si andrebbero a includere stelle di generazioni precedenti a quella del Sole, considerate inadatte a ospitare pianeti rocciosi in quanto nate da dischi protostellari poveri di elementi più pe-



**I**n questa notevole immagine della nebulosa M42 in Orione sono stati evidenziati alcuni dischi protostellari da cui si formeranno stelle e pianeti con una metallicità relativamente elevata, essendo ormai la nostra galassia chimicamente piuttosto evoluta. Fino a pochissimo tempo addietro si credeva che i pianeti di tipo terrestre potessero nascere solo in queste circostanze, quindi in ambienti ad elevata metallicità, ma ora si è scoperto che questo requisito non è essenziale, il che sposta di molto a ritroso nel tempo la comparsa dei primi pianeti abitabili e quindi delle possibili prime civiltà che li hanno popolati. [NASA/HST Team]

suno in grado di ascoltarla. Lo stesso messaggio inviato nel 1974 con il radiotelescopio di Arecibo verso l'ammasso globulare M13, su iniziativa dello stesso Drake e di Sagan, sa-

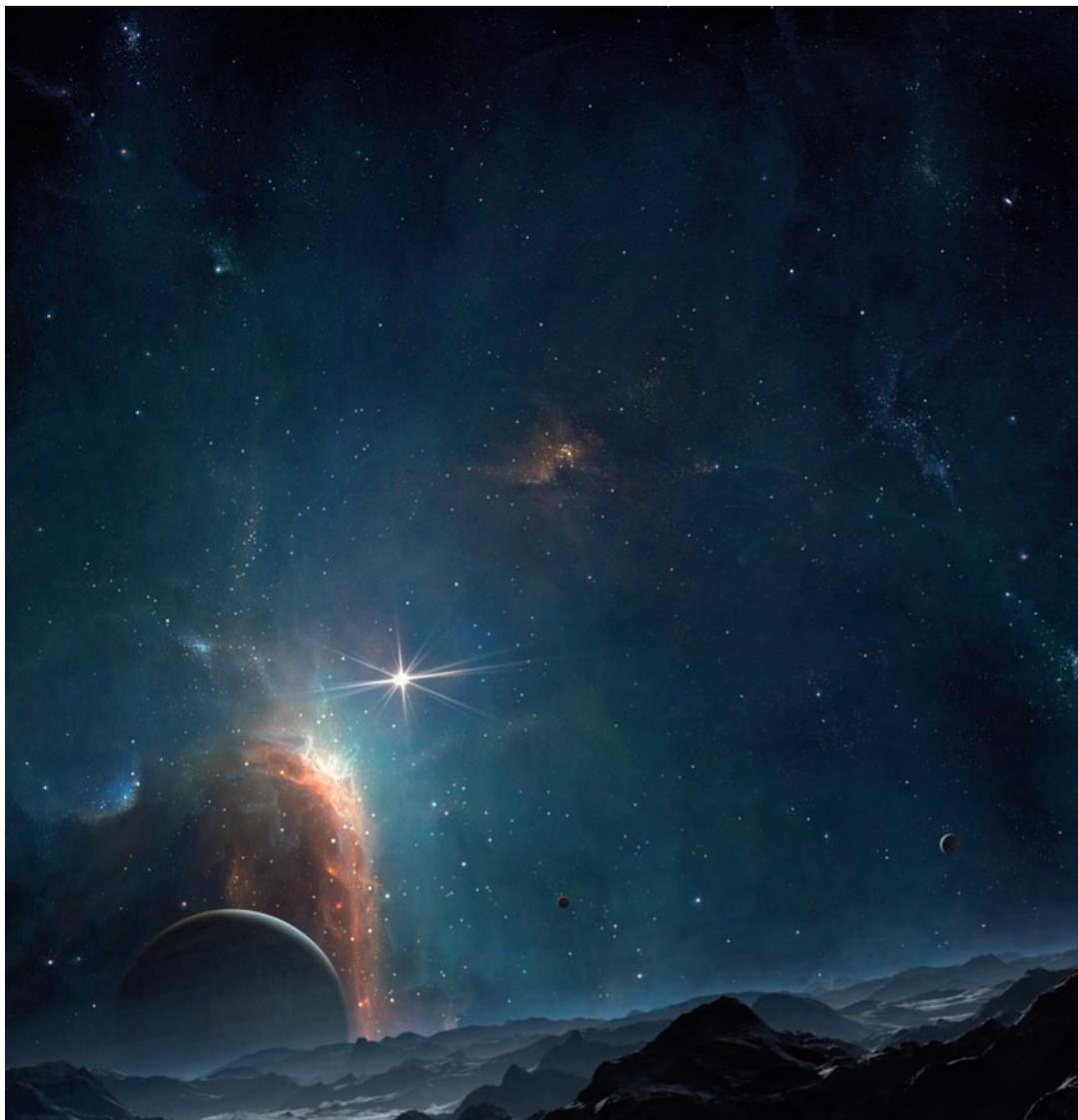
santi dell'elio (come silicio, ferro, manganese, carbonio, ossigeno, azoto e tanti altri), indispensabili sia alla formazione dei pianeti sia a quella degli esseri viventi.

Che nell'universo potessero esistere civiltà evolute già 5-6 miliardi di anni fa è sempre stato considerato inverosimile, perché bisognerebbe ipotizzare, considerando i lunghi tempi dell'evoluzione biologica, che la vita sia comparsa non meno di 10 miliardi di anni fa, attorno a stelle considerate capaci di circondarsi tutt'al più di pianeti giganti gassosi. Se quindi esistono altre civiltà evolute nella Via Lattea, non possono essere molto più vecchie della nostra. Ma proprio qui fa irruzione la novità che ribalta completamente lo scenario. Ricercatori del Niels Bohr Institute, dell'Università di Copenhagen, studiando un campione di 150 stelle che ospitano 226 pianeti si sono accorti che la presenza di quelli più piccoli, dunque rocciosi, con diametro inferiore a 4 volte quello terrestre, non è affatto correlata a una elevata metallicità stellare. Al contrario, sono i giganti gassosi a ricorrere più frequentemente nelle orbite di stelle ricche di metalli. I ricercatori, coordinati da Lars Buchhave, spiegano i risultati

del loro lavoro (pubblicati recentemente su *Nature*) col fatto che accrescendosi i giganti gassosi attorno a un nucleo solido, formato di metalli relativamente pesanti, riescono a farlo solo se il disco protoplanetario e quindi la stella al suo centro hanno un elevato contenuto di metalli. Diversamente la crescita si interrompe prematuramente e nascono solo pianeti di tipo roccioso, per la formazione dei quali risulta sufficiente una metallicità anche inferiore alla metà di quella del Sole (non è noto con certezza il limite minimo al di sotto del quale nessun

pianeta è più in grado di formarsi, ma si ritiene che 1/10 della metallicità solare possa essere un valore accettabile).

Paradossalmente, una stella a basso contenuto metallico ha una maggiore probabilità di avere attorno a sé pianeti di taglia terrestre, in quanto nessuno è in grado di diventare gigante, cosa che oltretutto eviterebbe l'eventuale espulsione dal sistema planetario dei suoi componenti più piccoli durante la fase di migrazione orbitale tipica di queste strutture. Pensando alla Via Lattea di 6-12 miliardi di anni fa, possiamo verosimilmente



**U**n sistema planetario nato negli ultimi 5-7 miliardi di anni offre tipicamente uno scenario come quello idealmente qui sopra rappresentato: dei giganti gassosi con varie lune, e un numero generalmente più



*elevato di pianeti rocciosi. Retrocedendo in epoche in cui l'universo era meno metallico, il numero dei giganti gassosi cala vistosamente, ma non altrettanto quello dei pianeti rocciosi. Finora veniva accettato l'esatto contrario.*

vederla come composta da un gran numero di stelle a contenuto metallico medio-basso, circondate da schiere più o meno numerose di pianeti non giganti (almeno 1/3 di tutti i pianeti oggi noti sono di taglia modesta). L'aver finora concentrato la ricerca di pianeti di tipo terrestre prevalentemente attorno a stelle di tipo solare e/o ricche di metalli ha dunque escluso un'intera popolazione planetaria, comparsa fra l'altro quanto le stelle nascevano più frequentemente di oggi. Queste circostanze potrebbero ragionevolmente far raddoppiare nei nostri calcoli il numero

totale di pianeti rocciosi esistenti nella nostra galassia e nell'intero universo.

Non solo: poiché la metallicità all'interno delle galassie, intesa come evoluzione chimica, avanza lentamente dal nucleo verso la periferia, si credeva anche che qui la vita potesse giungere solo con grande ritardo rispetto alle regioni centrali. Visti ora i meno restrittivi limiti, si ha che ogni angolo della Via Lattea è stato praticamente da subito adatto alla comparsa della vita. Tra le conseguenze della scoperta fatta dal team di Buchave c'è dunque la possibilità che invece di essere noi la prima civiltà apparsa nel nostro angolo di universo, potremmo addirittura essere gli ultimi fra quelli in grado di comunicare con l'esterno.

Considerando a questo punto che il numero delle stelle da prendere in considerazione va almeno raddoppiato (e possiamo farlo portando da 10 a 20 il tasso di formazione stellare annuo, che diventa così un valore medio storico), ci ritroviamo con un risultato dell'equazione di Drake che è anch'esso raddoppiato: una manciata di civiltà contemporanee, tecnologicamente evolute in grado di comunicare fra loro nei limiti delle distanze e della

finitezza della velocità della luce. Nei 12 miliardi di anni di esistenza della nostra galassia si arriverebbe a un totale di alcune centinaia di migliaia di civiltà. Se fossero durate tutte fino ai tempi nostri (decisamente improbabile), potrebbe essercene in media una ogni 300-400 mila stelle, troppo disperse per sperare in un contatto. Siamo sempre nel mondo delle ipotesi, per quanto ben argomentate, ma quella che inizialmente sembrava solo una formula strampalata sta diventando, scoperta dopo scoperta, qualcosa di più che una semplice curiosità. ■

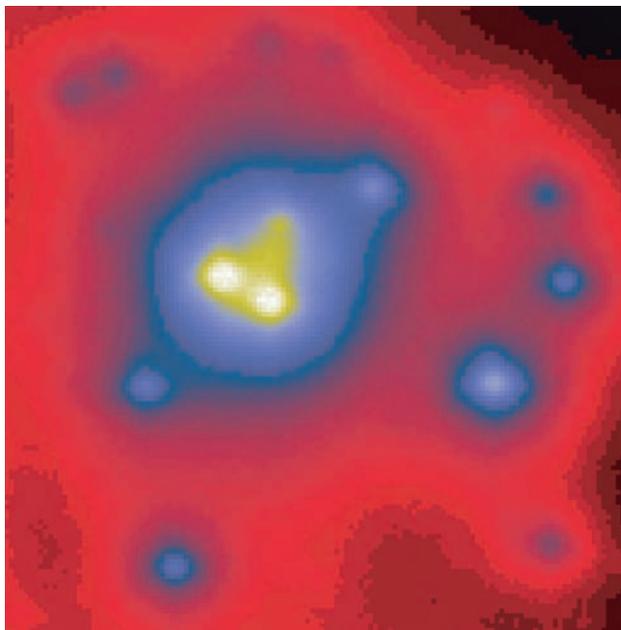


# Buchi neri intermedi, ecco la conferma

**S**ullo sfondo la galassia spirale ESO 243-49, all'interno della quale è stato scoperto il primo indiscutibile esempio di buco nero di massa intermedia. L'oggetto è circondato da alcune stelle di grande taglia, la cui luce genera il punto blu indicato dal cerchietto rosso. [NASA, ESA and S. Farrell (Univ. Sydney)]

**L'anello mancante fra buchi neri di taglia stellare e buchi neri supergiganti è stato alla fine scoperto e questa volta gli astronomi hanno prove schiaccianti. Il nuovo scenario indica che qualunque massa abbiano i buchi neri, sono tutti la somma di un numero variabile di buchi neri più piccoli, con il limite inferiore rappresentato da quelli di taglia stellare.**

**N**ell'ultimo decennio gli astronomi sono andati più volte vicini alla scoperta di una categoria di oggetti celesti ampiamente previsti da numerosi lavori teorici ma affatto facili da osservare: i buchi neri di massa intermedia, in breve IMBHs, da Intermediate-Mass Black Holes. La loro esistenza colmerebbe l'enorme divario di masse che c'è fra i "piccoli" buchi neri di taglia stellare, quelli che nascono dal collasso gravitazionale di stelle giganti con massa compresa fra circa 3 e 20 volte quella del Sole, e i buchi neri supergiganti ospitati nei nuclei di molte galassie, la cui massa è compresa fra  $10^6$  e  $10^9$  masse solari. Mentre i processi che portano alla nascita dei primi sono piuttosto conosciuti, come si formano i secondi è invece meno chiaro, ma sembra assai probabile che siano il risultato della fusione di buchi neri di taglia intermedia appartenenti o alla medesima galassia o a



**Immagine a falsi colori di CGIRS 13E, un'intensa sorgente di raggi X considerata a torto per alcuni anni il primo caso di IMBH. [Gemini Obs.]**

volte più grandi del Sole. La struttura, vecchia meno di 10 milioni di anni, si presentava piuttosto compatta (0,065 anni luce) e dinamicamente dominata da una massa invisibile stimata in 1300 masse solari e interpretata come un grande buco nero nato dalla coalescenza di numerosi astri collassati, appartenenti un tempo al medesimo ammasso, ora ridotto ai minimi termini.

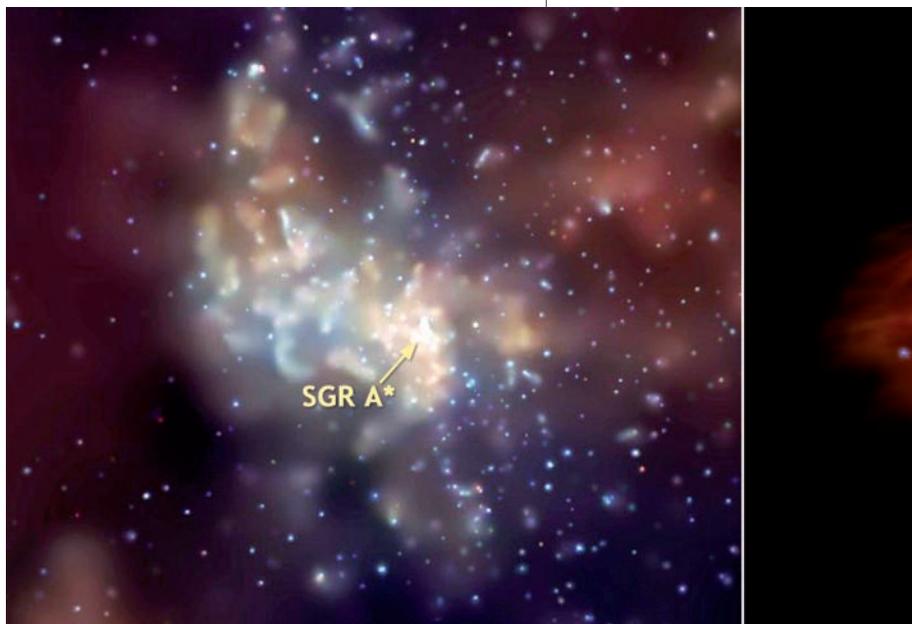
La scoperta era piuttosto convincente poiché lo scenario complessivo era esattamente quello che ci si attendeva di trovare attorno a un buco nero di taglia intermedia.

Essendo infatti questa tipologia troppo massiccia per derivare dal collasso di una sola stella o da un sistema binario, non poteva che trarre origine dalla fusione di più buchi neri formatisi a breve distanza uno dall'altro, in un ambiente ad alta densità stellare come è appunto un ammasso di stelle. A dispetto dei presupposti favorevoli, la candi-

galassie diverse che a loro volta si fondono. Idea interessante, destinata però a rimanere sulla carta in assenza di esempi concreti riscontrati nella realtà.

Pur conoscendo gli effetti che gli IMBHs possono produrre sulle masse ad essi più vicine, nella nostra galassia non ne sono finora stati scoperti con certezza, quando invece di quelli di taglia stellare se ne conoscono alcune decine, in aggiunta a quello supergigante "nascosto" nel cuore della Via Lattea. Nelle altre galassie, per ovvi motivi legati alle grandi distanze, è relativamente facile stanare solo buchi neri supergiganti e più si osserva lontano meno probabilità ci sono di individuare quelli di massa intermedia. Anche per questi motivi, i primi incoraggianti tentativi volti a scoprirli sono stati fatti all'interno della nostra galassia. La fortuna sembrava arridere agli astronomi nel 2004, quando alcuni astronomi coordinati da Jean-Pierre Maillard, dopo aver rielaborato dati ottenuti con il Gemini North Telescope delle Hawaii, davano l'annuncio della scoperta di un candidato IMBH posto a 3 anni luce di distanza da Sagittarius A\*, il ben più grande buco nero centrale. Denominato GCIRS 13E, il nuovo oggetto era un'intensa sorgente di raggi X, apparentemente formata solo da 7 stelle da 5 a 10

**Il buco nero supermassiccio della Via Lattea (qui sotto indicato da una freccia) potrebbe essere circondato da numerosi buchi neri più piccoli che stimolano la formazione di ammassi stellari (esagerati nell'illustrazione), tutti ancora da scoprire. [X-ray: NASA/CXC/MIT/F. K. Baganoff et al.; Illustration: NASA CXC/M. Weiss]**



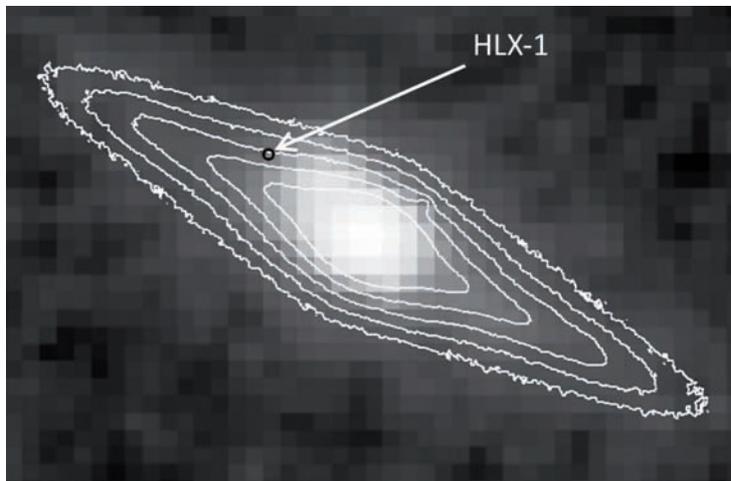
**A** destra vediamo una mappa del flusso di raggi ultravioletti provenienti dalla galassia ESO 243-49. È indicata la posizione del buco nero intermedio HLX-1, non visibile a queste frequenze, avendo picco di emissione nei raggi X. [NASA, ASI]

datura di GCIRS 13E al ruolo di primo IMBH è durata solo qualche anno, infatti successive osservazioni di quella sorgente non hanno confermato i dati precedentemente ottenuti.

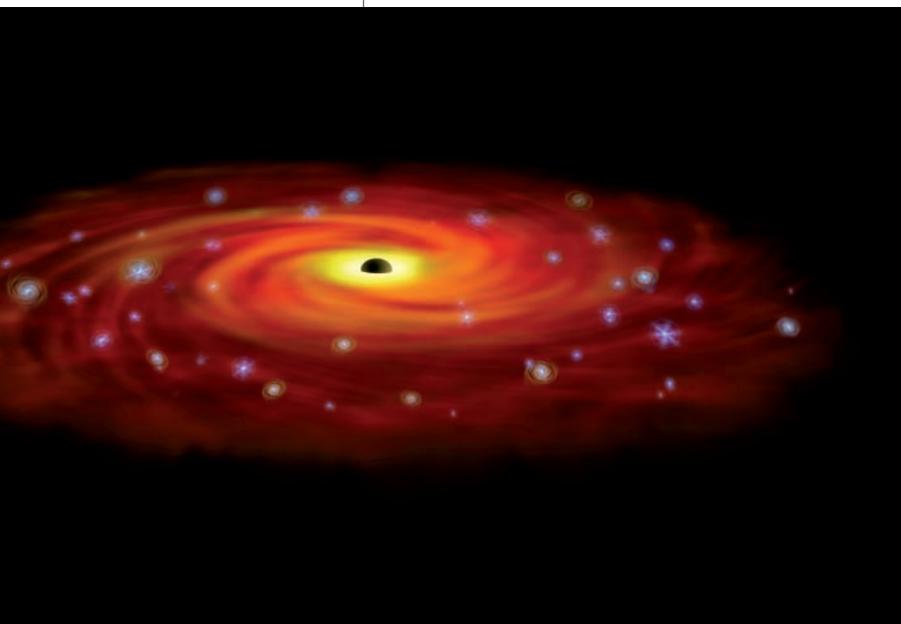
Mentre ancora si stava discutendo sulla vera natura di GCIRS 13E, Philip Kaaret, della University of Iowa, annunciava nel 2006 la scoperta di un'altra sorgente X sospetta, avvenuta con il satellite

Rossi X-ray Timing Explorer. Questa volta l'oggetto si trovava in un'altra galassia, M82, e per tale motivo fu denominato M82 X-1. Per spiegare l'oscillazione quasi periodica cui andava soggetto il segnale proveniente dalla sorgente, si ipotizzò un IMBH attorno al quale ruotava una stella rossa gigante che perdeva massa, ma ancor più che nel caso precedente i risultati furono messi in discussione e tutto rimase in sospeso.

E si giunge al 2009, quando su *Nature* esce un articolo che annuncia la scoperta (casuale) del primo vero buco nero di taglia in-



termedia, compiuta da un team internazionale di astronomi coordinati da Sean Farrell, del Sydney Institute for Astronomy, e basata su dati ottenuti tramite il telescopio spaziale XMM-Newton. L'oggetto, denominato HLX-1 (da Hyper-Luminous X-ray source 1), si trova in una regione periferica della galassia ESO 243-49, a 290 milioni di anni luce di distanza dalla Terra, e appare anch'esso associato a un ammasso stellare molto attivo dal punto di vista dell'emissione X (e anche radio), a dire il vero un po' troppo attivo (come 260 milioni di soli) per sostenere che l'intensa radiazione possa provenire esclusivamente dalle stelle. Bisognava però dimostrarlo, così Farrell e colleghi hanno esaminato tutti i dati a disposizione su quella sorgente in un periodo di quattro anni, evidenziando delle variazioni di luminosità incompatibili con un ammasso stellare. La gran parte della radiazione X doveva quindi essere necessariamente prodotta da qualcosa che non si vedeva direttamente, e un buco nero di circa 20mila masse solari sembrava il candidato ideale. Per avere ulteriori conferme, lo stesso team ha recentemente compiuto osservazioni simultanee di HLX-1 con l'osservatorio Swift nei raggi X e con l'Hubble Space Telescope nell'infrarosso, nel visibile e nell'ultravioletto. Da queste ulteriori osservazioni si è potuto capire che un imprecisato numero di giovani stelle ruotano in un volume di spazio ampio circa 250 anni luce attorno a una massa centrale che po-





**E**cco come potrebbe presentarsi ESO 243-49, galassia spirale vista di taglio, se fosse possibile osservarla a una distanza sensibilmente inferiore a quella reale. La sorgente HLX-1 non passerebbe certo inosservata.

trebbe in realtà essere anche pari a 90mila soli. Secondo il team di Farrell quelle stelle non sono coeve del buco nero ma si sarebbero formate più recentemente, quando la galassia nana che ospitava il buco nero si è scontrata con ESO 243-49. Se questa interpretazione è esatta, come sembrerebbero dimostrare i riscontri con i modelli matematici, i buchi neri di taglia intermedia potrebbero semplicemente essere una fase di transizione, con un ampio range di masse, fra quelli di taglia stellare e quelli supergiganti. Pertanto, in tutti quegli ambienti dove la densità delle stelle è sufficientemente elevata e c'è un vivace movimento di masse, come nei centri galattici, negli ammassi stellari e nelle galassie interagenti, possono verosimilmente formarsi buchi neri di taglia intermedia, dalla cui fusione si formerebbero alla lunga i buchi neri supermassicci. Tutto avrebbe quindi inizio da semplici stelle. Diviene al contrario meno facile sostenere, come avvenuto in passato, che nascano dal restringimento di quelli supermassicci, o che siano semplicemente comparsi nell'universo subito dopo il Big Bang.

La conferma ufficiale che la sorgente HLX-1 di ESO 243-49 è un buco nero di massa intermedia, data il 9 luglio scorso da ricerca-

tori della Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO, Australia), ha di fatto dato il via a una serie di verifiche su altre sorgenti di raggi X particolarmente intense, già osservate in galassie vicine e sospettate di avere masse di centinaia o migliaia di soli. Alcune di queste sorgenti sono sicuramente associate ad ammassi stellari e ciò rafforza l'ipotesi che possano essere IMBHs. C'è però anche chi sta cercando quei buchi neri nella nostra galassia, è il caso del team di Tomoharu Oka, della Keio University, che sempre in luglio ha annunciato la scoperta di tre candidati collocati in altrettanti ammassi stellari vicini al centro della Via Lattea.

Benché sia difficile prevedere con quale ritmo procederanno le scoperte, l'impressione è che almeno nell'universo contemporaneo quel tipo di buchi neri non dev'essere molto diffuso, anche perché se è dalla loro agglomerazione che sono nati i buchi neri supermassicci che osserviamo in varie epoche, non si può che collocarli rispetto a questi temporalmente ancora più vicini al Big Bang. La questione rimane insomma ancora aperta: ora sappiamo che esistono, ma il loro ruolo nell'evoluzione delle galassie rimane decisamente oscuro. ■

# CAELUM



## STRUMENTI PER L'ASTRONOMIA

CONS.OM. Sas - C.so Rosselli 107 - 10129 TORINO

Tel/Fax 011 500213 - Mob. 328 2120508

VISITE SU APPUNTAMENTO



**IN ESCLUSIVA per l'Italia le nuove cupole della PulsarObservatories adatte per telescopi fino a 12"-14"**

- Diametri di 2,2 metri e 2,7 metri.
- Elevata qualità dei materiali impiegati.
- Ottime finiture e facilità di montaggio.
- Raffinati sistemi di sicurezza.
- Compatibili per il controllo remoto.
- Tutti i modelli sono disponibili sia nella versione solo cupola sia nella versione cupola + abitacolo con ingresso.

**Tra gli accessori sono disponibili:**

- Sistemi di motorizzazione per rotazione cupola e apertura feritoia.
- Impianti di allarme wireless per sorveglianza remota.
- Armadi portastrumenti perimetrali.
- Pannelli solari per alimentazione.

**Prezzi a partire da 2990 euro per il kit cupola da 2,2 metri, fino a 3690 euro per il kit cupola da 2,7 metri, IN OFFERTA!**

**Trasporto e montaggio esclusi dal prezzo base ma effettuabili su richiesta del cliente.**

**Per maggiori informazioni: tel. 011500213**

[www.caelum.it](http://www.caelum.it)  
[info@caelum.it](mailto:info@caelum.it)

vastissima gamma di  
telescopi, accessori e  
ora anche cupole

ampio assortimento di  
materiale d'occasione

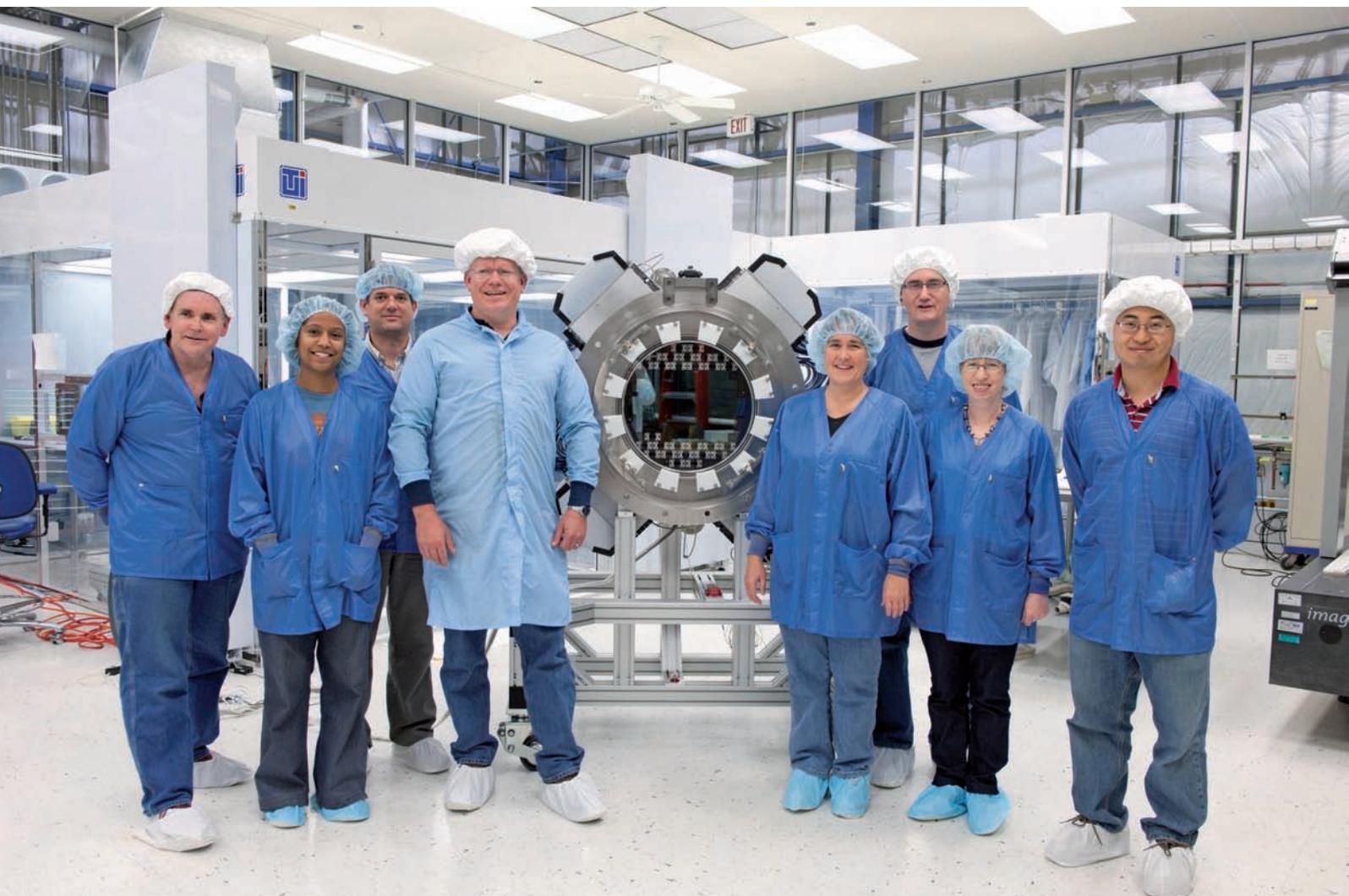
pagamenti agevolati

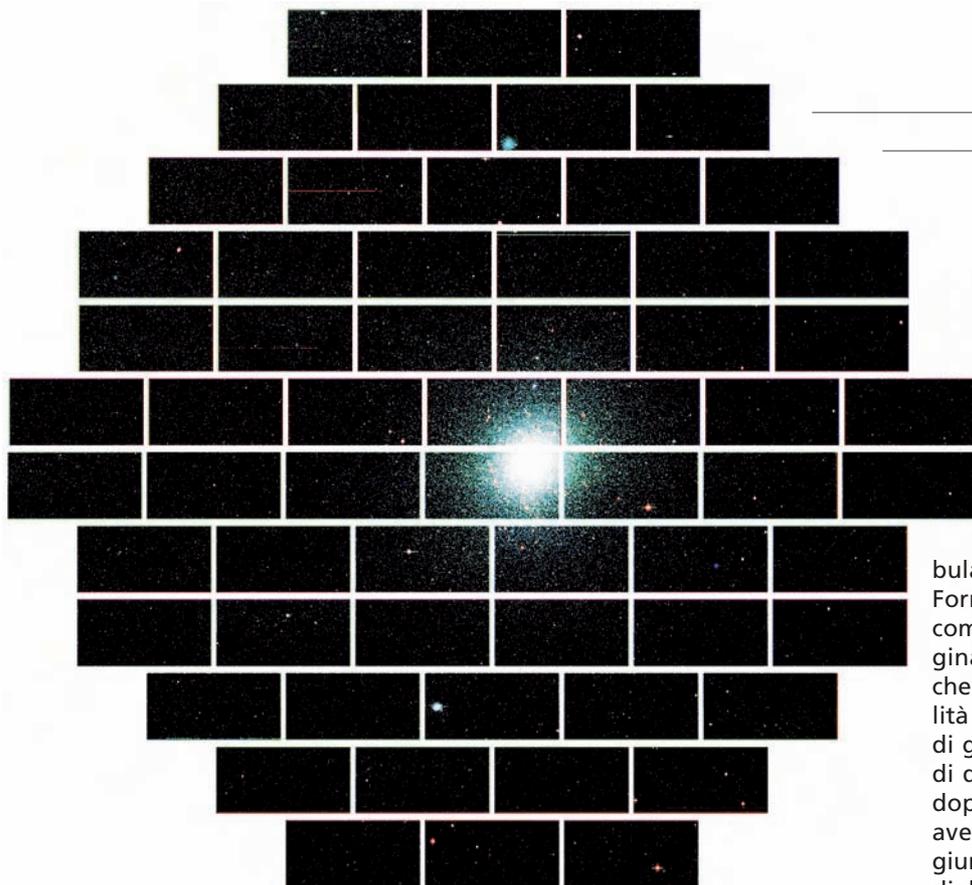
vendita anche per  
corrispondenza

contattaci!

# Arriva la Dark Energy Camera

*Sembra l'oblò di una grossa lavatrice futuristica ma invece è la più grande camera CCD del mondo. Con i suoi 570 megapixel scoperà molti milioni di nuove galassie e migliaia di supernovae, studiando le quali gli astronomi raccoglieranno preziose informazioni sull'espansione accelerata dell'universo.*





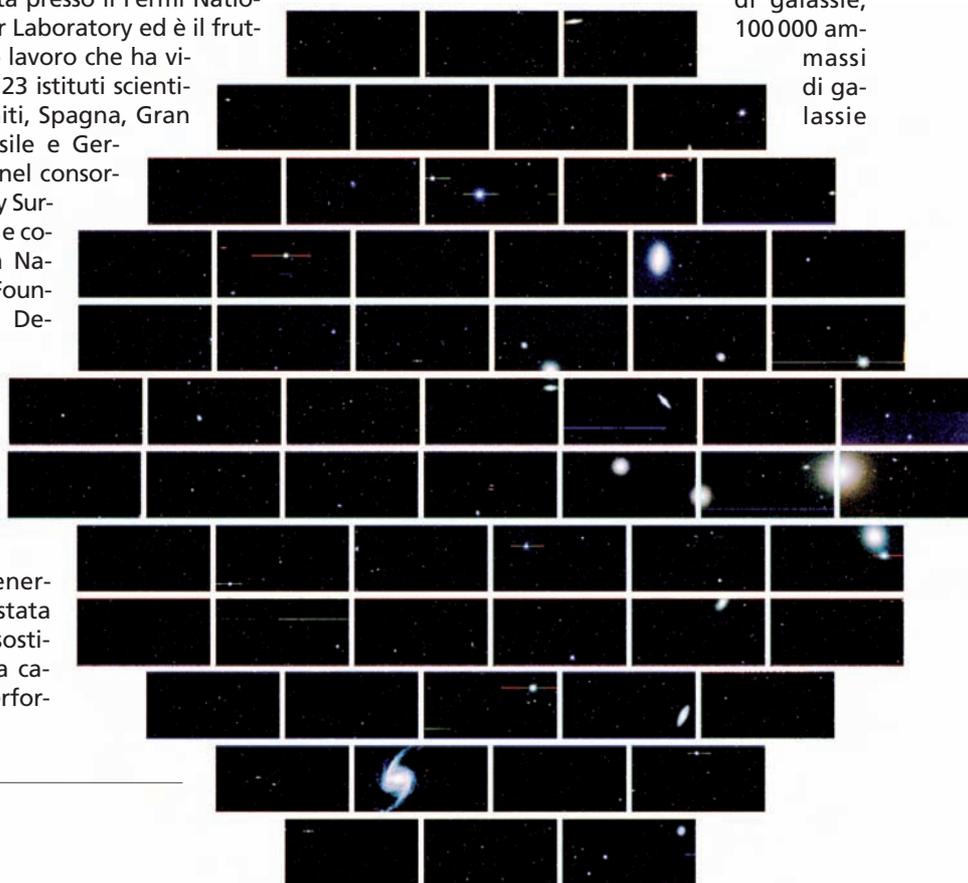
**N**ella pagina a fianco, l'imponente DECam contornata dai tecnici che l'hanno costruita al Fermilab. In questa pagina, i primi due test sul campo, con le riprese dell'ammasso globulare 47 Tucanae e dell'ammasso di galassie Fornax, dove spicca in basso la spirale barrata NGC 1365. Ovviamente è impossibile apprezzare in stampa l'enorme risoluzione degli originali, che se riprodotti in scala 1:1 sarebbero larghi 4,5 metri! [Reidar Hahn, NSF, DOE, CTIO]

**570** megapixel suddivisi in 62 sensori che lavorano assieme come se fossero un unico CCD. È questo l'impressionante biglietto da visita della più potente camera digitale per riprese astronomiche finora realizzata. Si chiama Dark Energy Camera, o semplicemente DECam, è stata costruita presso il Fermi National Accelerator Laboratory ed è il frutto di un lungo lavoro che ha visto impegnati 23 istituti scientifici di Stati Uniti, Spagna, Gran Bretagna, Brasile e Germania, riuniti nel consorzio Dark Energy Survey, finanziato e coordinato dalla National Science Foundation e dal Department of Energy (entrambi statunitensi). La DECam, destinata come suggerisce il nome a ricerche sull'energia oscura, è stata abbinata (in sostituzione di una camera meno perfor-

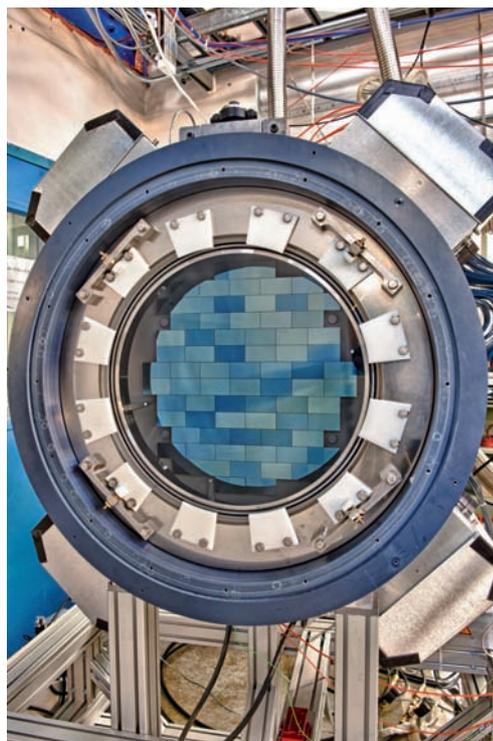
mante, ora dismessa) al telescopio Blanco, di 4 metri di diametro, installato negli anni '70 al Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO), sulle Ande cilene.

Il 12 settembre scorso è stata presa la prima luce puntando l'ammasso globulare 47 Tucanae e l'ammasso di galassie Fornax, con risultati più che soddisfacenti, come dimostrano le immagini di questa pagina. Ovviamente si tratta di semplici test che non sfruttano appieno né le potenzialità dello strumento né quelle del software di gestione. La fase operativa con raccolta di dati scientifici inizierà solo a dicembre, dopo le necessarie messe a punto e dopo aver verificato la magnitudine limite raggiungibile, elemento critico per questo tipo di dispositivi, dal quale dipende la massima distanza cosmologica raggiungibile senza perdita di informazione. Per dare un'idea delle spaventose capacità di DECam è sufficiente dire che ad ogni ripresa (multibanda, con sensibilità senza precedenti nel rosso) catturerà i fotoni di oltre 100 000 galassie! Si stima che nei 5 anni di survey programmati riuscirà a scoprire almeno 300 milioni

di galassie,  
100 000 ammassi di galassie



e 3-4000 supernovae, il tutto in appena 1/8 del cielo. Inevitabilmente catturerà la luce di una quantità industriale di altri oggetti celesti, ad esempio centinaia di migliaia di asteroidi. Gli obiettivi principali saranno comunque ammassi, galassie e soprattutto supernovae di tipo Ia, quelle che vengono definite "candele standard" per il fatto di avere un picco di luminosità assoluta pressoché identico in tutte le esplosioni di questo tipo (fatte salve alcune eccezioni su cui si sta ancora indagando). In poche parole, dalla luminosità apparente si risale alla distanza, che può essere verificata attraverso il redshift delle righe spettrali. Da tutte le verifiche finora effettuate risulta che a distanze cosmologiche le supernovae Ia appaiono meno luminose di quanto dovrebbero, anomalia che viene giustificata da una probabile maggiore distanza di quella stimata, cosa che a sua volta com-



porterebbe una crescente velocità di espansione dell'universo al crescere della distanza. Ad accelerare l'espansione sarebbe (il condizionale è d'obbligo) una sostanza totalmente sconosciuta, alla quale è stato dato il nome di "energia oscura". Grazie alla DECam sarà possibile acquisire un'enorme quantità di informazioni sulle supernovae esplose lungo tutta la vita dell'universo, costruendo un quadro dettagliato su come varia la velocità di espansione. Ulteriori conoscenze sulla sua struttura ed evoluzione dinamica verranno poi dallo studio delle lenti gravitazionali prodotte dalla materia oscura presente negli ammassi di galassie, la cui azione gravitazionale amplifica la luce di oggetti posti a distanze altrimenti inarrivabili, rendendoli visibili ai maggiori telescopi attuali. La possibilità di valutare la distribuzione della materia oscura nell'universo dirà infine se e come questa influisce sulla sua espansione e quindi se e come si relaziona con l'energia oscura. Considerando che quelle due sostanze misteriose costituiscono circa il 96% di tutto ciò che esiste, si può ben capire quanto sia importante uno strumento come la DECam se si vuol trovare una soluzione a problemi che hanno pesanti implicazioni non solo di carattere scientifico ma anche filosofico. ■

**E**cco qui sopra la Dark Energy Camera montata al fuoco del telescopio Blanco di 4 metri di diametro, alloggiato presso il Cerro Tololo Inter-American Observatory. Sulla sinistra un primo piano del gigantesco sensore della DECam. [Reidar Hahn]



# Due sonde nelle fasce di Van Allen

*L'ambiente dove il vento solare e la magnetosfera terrestre si incontrano è uno dei più ostili che si conoscano. Lì la combinazione delle forze in gioco crea una gigantesca "ciambella" formata di particelle ad alta energia che possono mettere a rischio le attività astronautiche e compromettere le telecomunicazioni basate sui satelliti. Ora due sonde della NASA studieranno quell'ambiente per capire come prevederne il comportamento.*



**R**appresentazione grafica delle Radiation Belt Space Probes in orbita attorno alla Terra. [Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory]

**R**adiation Belt Space Probes, in breve RBSP, è questo il nome di due sonde gemelle, pesanti ciascuna 680 kg, lanciate lo scorso 31 agosto con un razzo Atlas V401 dal Kennedy Space Center di Cape Canaveral e destinate allo studio delle fasce di Van Allen, ampie regioni dalla forma toroidale che circondano il nostro pianeta e che sono costituite da un numero enorme di particelle cariche ad alta energia, intrappolate dalle linee di forza del campo magnetico terrestre.

È la prima volta che la NASA invia due sonde gemelle in quello che viene considerato l'ambiente più pericoloso a più breve distanza dalla Terra. Infatti le particelle che popolano le fasce, prevalentemente elettroni e protoni, sono spesso caratterizzate da elevatissime velocità, anche prossime a quella della luce, e sebbene le loro masse siano poco significative diventano nondimeno proiettili in grado di danneggiare a lungo andare qualunque veicolo spaziale non adeguatamente schermato, e di mettere a repentaglio la salute di eventuali astronauti che vi si trovassero immersi per periodi non brevissimi.

Proprio perché influenti sulle prestazioni dei veicoli spaziali, i ricercatori hanno fatto il possibile per capire il complesso funzionamento delle fasce, fin da quando furono scoperte nell'ormai lontano 1958. Il 31 gennaio di quell'anno fu lanciato l'Explorer 1, un satellite che aveva fra l'altro il compito di misurare la quantità di raggi cosmici di passaggio in prossimità della Terra e quindi di fornire una prima valutazione sui rischi che al riguardo avrebbero dovuto affrontare i futuri astronauti.

Sul satellite era installato un rivelatore di raggi cosmici costruito da James Van Allen e da alcuni suoi studenti della University of Iowa, il quale indicò presto la presenza di una concentrazione di particelle che fu interpretata (grazie anche ai dati raccolti dall'Explorer 3, lanciato un paio di mesi più tardi) come una regione circumterrestre nella quale il geomagnetismo confinava un rilevante numero di particelle provenienti dallo spazio esterno, obbligandole a muoversi entro determinate distanze dalla superficie terrestre, poi fissate fra i



600 e i 6000 km. Ciò che aveva rilevato l'Explorer 1 era la fascia di radiazione più interna, popolata prevalentemente di protoni ad alta energia (fra 10 MeV e 100 MeV). Sempre nel 1958 altri due satelliti statunitensi, l'Explorer 4 (lanciato a luglio) e il Pioneer 3 (lanciato a dicembre) fornirono nuovi dati sulla distribuzione delle particelle attorno alla Terra e fu così possibile individuare una seconda fascia di radiazione, molto più ampia della prima ed estesa fra i 10000 e i 60000 km di altezza. La composizione di questa seconda struttura ricalcava quella della prima, anche se vi si poteva riconoscere una più variegata mistura di particelle, fra le quali nuclei di elio (particelle alfa) e ioni di ossigeno, con energie comprese fra 10keV e 10MeV. La maggiore varietà di particelle della fascia esterna rispetto a quella più interna fu spiegata dal

team di Van Allen ipotizzando giustamente sorgenti diverse, anche se chiaramente non identificabili. Di entrambe le fasce, la più pericolosa per l'attività astronautica risultava essere quella più esterna, soprattutto fra i 14500 e i 19000 km di altezza, dove è massima la densità di particelle altamente energetiche. Sapere dell'esistenza di quelle strutture era già qualcosa in vista delle missioni umane nello spazio, ma non bastava, anche perché negli anni è apparso chiaro che mentre la fascia interna è caratterizzata da una complessiva stabilità e i suoi effetti sono quindi facilmente prevedibili, per la fascia esterna avviene invece l'opposto, poiché varia continuamente sia nella forma che nelle dimensioni, sia a livello energetico che in densità, e ciò a causa di un costante ricambio di particelle dovuto a interazioni fra

**In queste due pagine vediamo le fasi preparative del lancio delle Radiation Belt Space Probes. Sopra a sinistra le due sonde sono assemblate una sull'altra e vengono sottoposte alle ultime verifiche prima dell'insierimento nell'ogiva del razzo vettore, operazione ritratta nelle due foto successive. Nella quarta foto l'ogiva con le due**





*sonde viene issata in cima alla rampa di lancio, dove sarà alloggiata sul razzo vettore, completando l'assemblaggio (foto più a destra). Sotto, la rampa di lancio viene portata in posizione e infine avviene il lancio. Tutte le scene successive possono solo essere rappresentate graficamente. [Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory]*

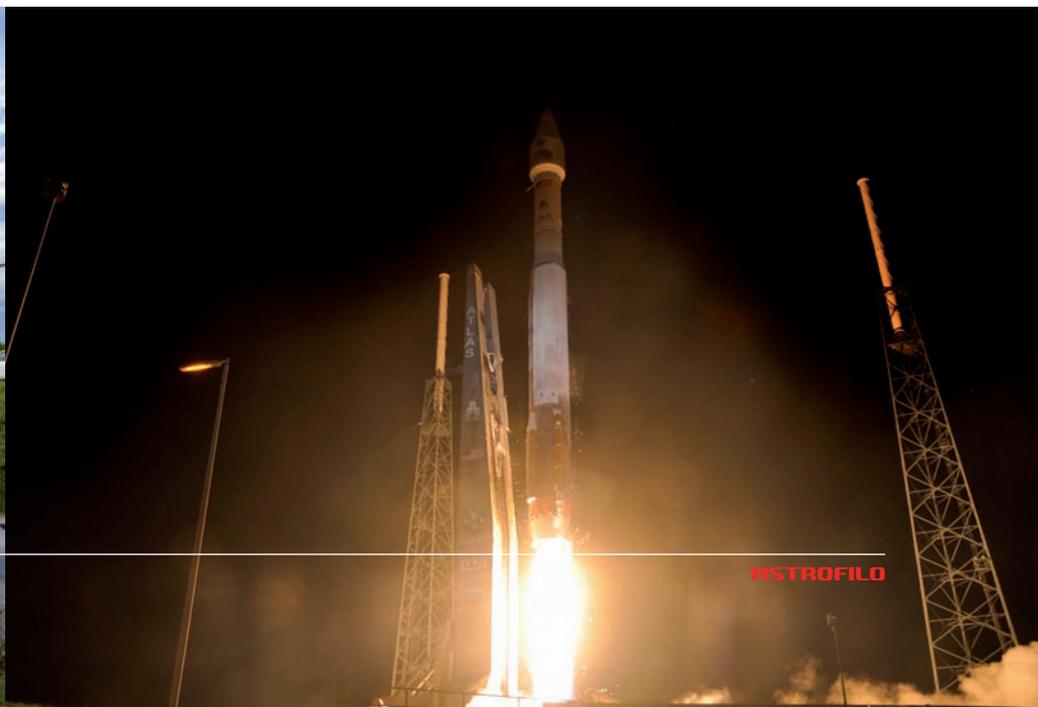
magnetosfera e vento solare, interazioni che raggiungono il culmine durante le tempeste geomagnetiche scatenate dai brillamenti e dalle eruzioni di massa che si scatenano sulla nostra stella.

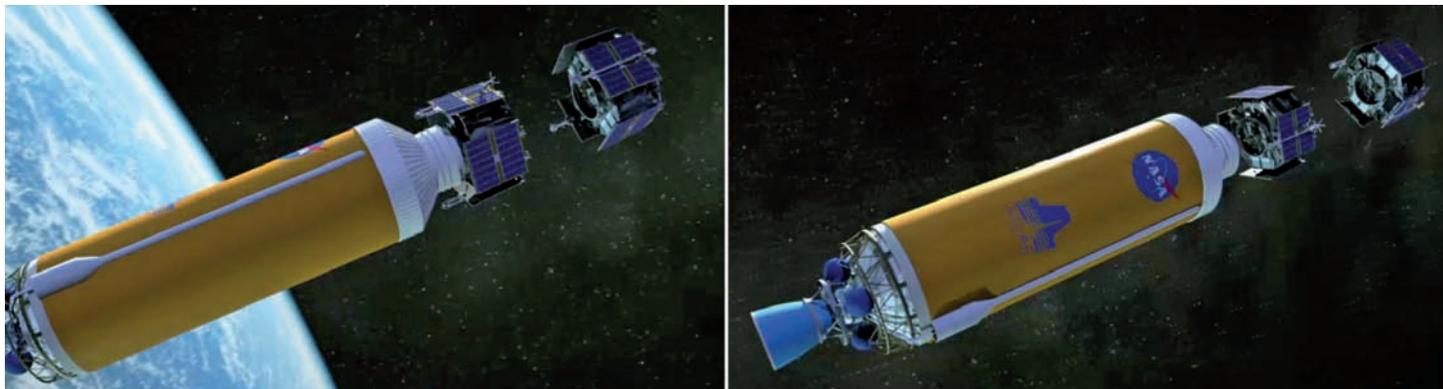
La cosa più intrigante è che non sempre le fasce di Van Allen reagiscono allo stesso modo a sollecitazioni simili fra loro ed è questa variabilità che più interessa i ricercatori, il cui obiettivo preminente è quello di costruire un modello previsionale che sulla base di ben determinati segnali possa anticipare quello che sarà il conseguente comportamento delle fasce. Un obiettivo impossibile da raggiungere attraverso un unico satellite che misura quanto avviene attorno a sé in un solo punto alla volta di quelle vaste strutture e per un breve periodo di tempo. Sarebbe molto più utile sapere che cosa accade contemporaneamente

in due punti fra loro molto distanti e quindi avere un'idea d'insieme delle variazioni manifestate dalle fasce. Una visione più globale aiuterebbe anche a capire come e perché si formano talvolta altre fasce di minore intensità, che appaiono in condizioni eccezionali e delle quali si sa ben poco.

In realtà di tutte sappiamo ben poco: non conosciamo a fondo né i processi che alzano e abbassano i livelli di radiazione, né i meccanismi che portano alla perdita di particelle di alta energia e nemmeno come queste vengono sostituite, e infine non è neppure chiaro quali fattori siano più direttamente coinvolti nella dinamica complessiva delle fasce.

Le Radiation Belt Space Probes sono state progettate, realizzate e inviate in orbita soprattutto per colmare queste lacune conoscitive. Avere due sonde gemelle che raccol-





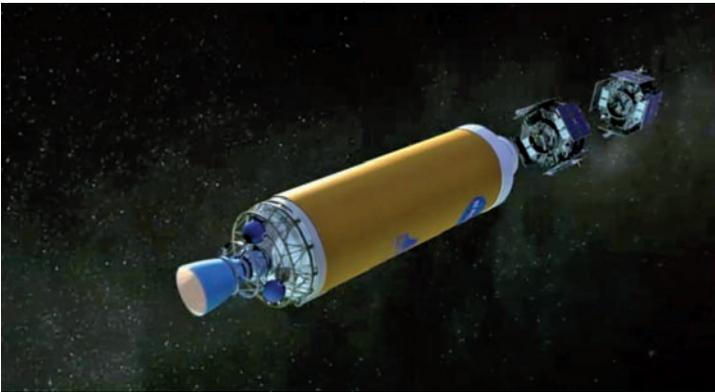
gono contemporaneamente e costantemente informazioni su regioni anche molto distanti fra loro consentirà di caratterizzare la struttura e la dinamica delle fasce come mai fatto in precedenza.

Già poco dopo essere uscite dall'atmosfera le due Radiation Belt Space Probes hanno iniziato a separarsi dal razzo vettore e fra loro: la prima è stata rilasciata 1 ora, 18 mi-

nuti e 52 secondi dopo il lancio, mentre la seconda si è staccata dopo altri 12 minuti e 14 secondi. Entrambe sono state inserite su orbite molto simili, fortemente ellittiche, con perigeo ad appena 500 km di altezza e apogeo a 30 600, con inclinazioni che non superano i 18°. Di conseguenza, le sonde passeranno la quasi totalità della loro missione, lunga almeno 2 anni, all'interno delle

***P**otendo osservare da vicino le fasi del rilascio delle sonde RBSP avremmo assistito a una scena come quella della sequenza qui sopra. Sotto troviamo le due*



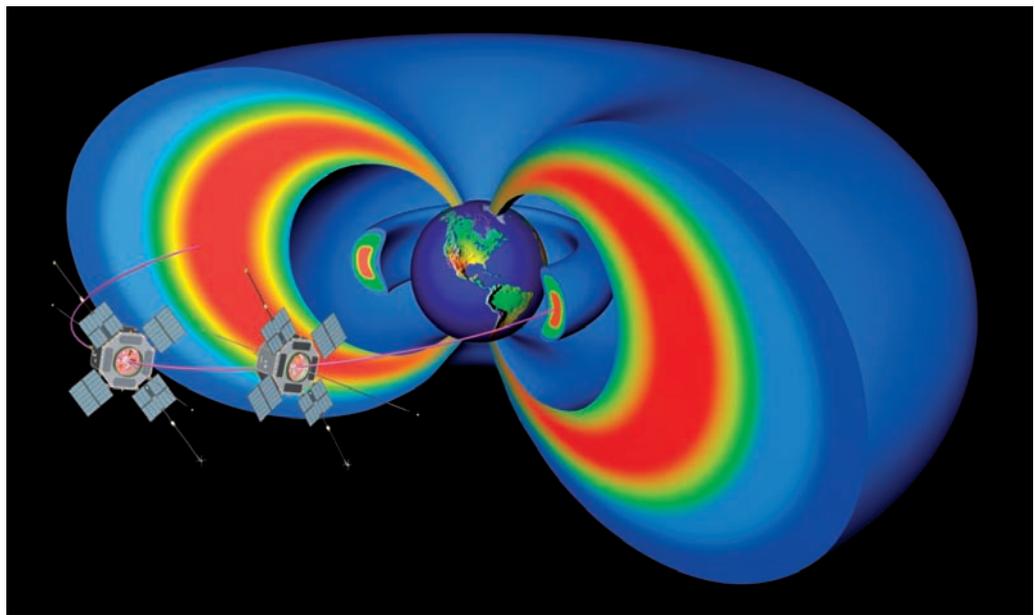


*sonde già avviate verso le rispettive orbite, modificabili a seconda delle esigenze e di ciò che si scoprirà nei due anni di missione previsti. Durante la fase operativa le orbite delle due sonde avranno distanze minime e massime dalla superficie terrestre comprese fra 600 e 37000 km. [Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory]*

fasce. Entro fine ottobre, su ogni sonda saranno attivati tutti i sistemi di volo e i vari gruppi di strumenti scientifici, e saranno dispiegate le antenne, due delle quali lunghe ben 50 m. Quando le due

sonde saranno pienamente operative si potrà iniziare a capire come regioni diverse delle fasce reagiscono all'attività solare e

lontani fisicamente ma più vicini alle attività quotidiane di noi umani: sistemi GSP, telefonia, televisione, rilevazioni meteo e telecomunicazione in generale sono le principali vittime delle bizzarrie elettromagnetiche connesse alle fasce di Van Allen e quindi alle improvvise variazioni dell'attività solare. La fascia interna, dal canto suo, sebbene più stabile è quella che agisce più direttamente sull'attività astronautica, raggiungendo talvolta la quota della stazione spaziale internazionale. È stata inoltre notata una certa correlazione fra le piogge sul nostro pianeta e la quantità di raggi cosmici in arrivo, flusso che viene anch'esso modulato dall'attività solare. Insomma ciò che avviene molto al di sopra delle nostre teste e



**S**chema delle fasce di Van Allen con la traiettoria seguita dalle Radiation Belt Space Probes. La densità delle particelle cariche che formano le fasce cresce dal blu a rosso. La struttura più esterna è molto variabile sia nel tempo sia nello spazio in funzione dall'andamento del vento solare. [Johns Hopkins Univ. Applied Physics Lab.]

come soprattutto quella esterna si gonfia a seconda di come vengono stimolati i campi elettrici e magnetici che circondano la Terra. Il problema della irregolare dilatazione della fascia esterna è particolarmente sentito dai satelliti geosincroni, quelli più

che fino ad alcuni decenni fa era considerato influente solo per chi si avventura nello spazio, sta diventando una questione sempre più terrestre, tanto che si moltiplicano le ricerche volte a trovare relazioni fra il cosiddetto meteo spaziale (lo spaceweather) e le più familiari previsioni meteorologiche. Non è insomma una questione legata solo alla sicurezza dei satelliti e alla stabilità del loro lavoro, ed è anche per questo che c'è una certa attesa per i dati che le Radiation Belt Space Probes forniranno nei prossimi due anni. ■

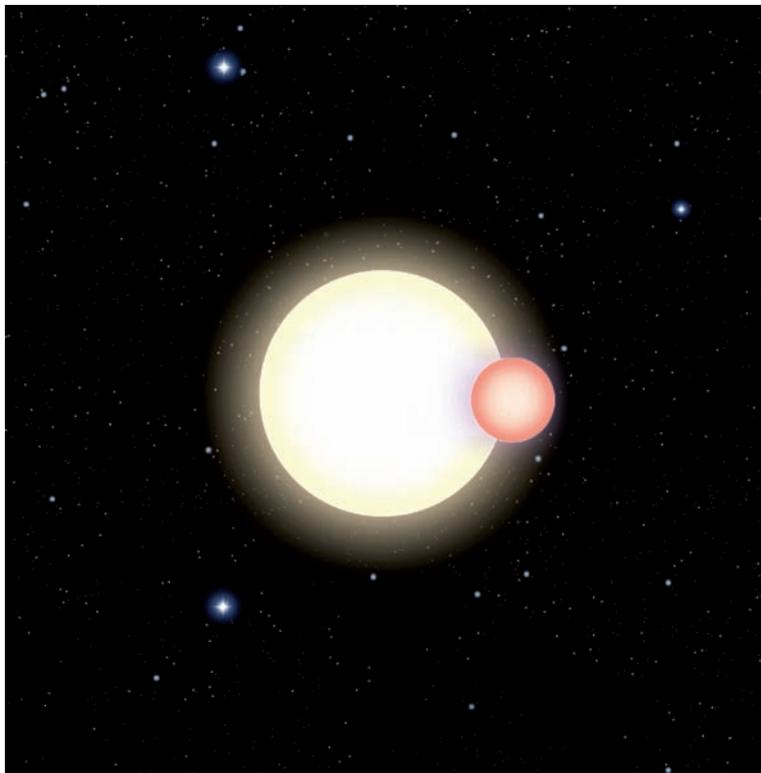
# Un sistema planetario con due soli

*Pensare a un sistema planetario con due soli non è più una fantasia. Dopo aver scoperto quattro pianeti in orbita attorno ad altrettante stelle binarie strette, ora gli astronomi ne hanno scoperti due che orbitano attorno alla stessa binaria. Questa nuova categoria di pianeti ha praticamente stravolto ciò che restava dei modelli che descrivono la nascita e l'evoluzione dei sistemi planetari.*

*In questa libera rappresentazione del sistema di Kepler-47 sono visibili tutti i protagonisti che concorrono a formarlo. Da sinistra a destra: il pianeta Kepler-47b, la stella primaria di tipo solare con la compagna nana rossa e infine il pianeta Kepler-47c (le distanze non sono in scala). [NASA/JPL-Caltech/T.Pyle]*

Il telescopio spaziale Kepler ha fino ad oggi individuato oltre 2300 candidati esopianeti e quasi altrettante stelle binarie ad eclisse, ovvero coppie di stelle molto vicine fra loro, che dalla Terra risultano sovrapporsi periodicamente. La scoperta di queste ultime può essere considerata un sottoprodotto della ricerca, dal momento che il vero obiettivo di Kepler sono i pianeti. Ma poiché dal punto di vista fotometrico, due stelle che si eclissano vicendevolmente producono effetti simili a quelli dei pianeti in transito, finiscono anch'esse nella "rete" del telescopio. Tra i due gruppi di oggetti c'è però una piccola ma importante sovrapposizione, rappresentata da una nuova categoria di pianeti che risultano essere in orbita

attorno a una binaria ad eclisse. Come si può immaginare, scoprirli è tutt'altro che semplice, visto che le curve di luce di quel tipo di sistemi possono apparire sul breve periodo piuttosto caotiche, soprattutto quando intervengono irregolarità attribuibili all'attività fotosferica di una o di entrambe le stelle. A questo si aggiunga che l'eventuale pianeta in orbita attorno alla coppia non gira attorno ad un punto virtualmente immobile nello spazio, bensì si muove lungo una traiettoria continuamente perturbata dalla mutevole disposi-



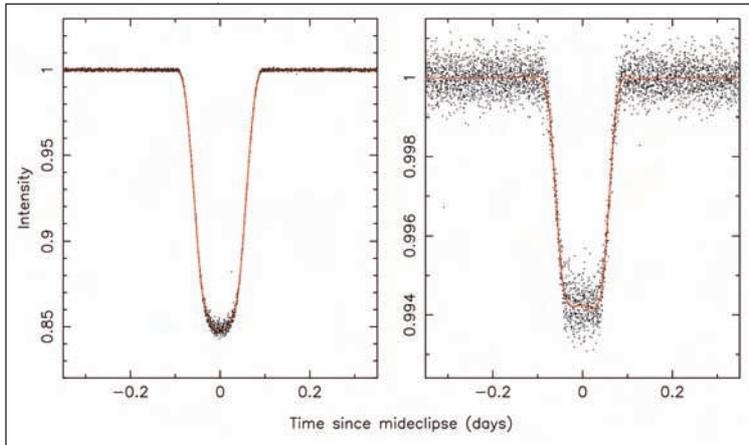
zione delle masse stellari attorno al baricentro del sistema, il che si traduce in pesanti variazioni del periodo e della velocità orbitali. Di conseguenza, un pianeta che visto dalla Terra si trova a transitare sul disco di una delle due stelle (o sul disco di entrambe se la geometria del sistema è particolarmente favorevole), lo farà con una periodicità tanto più irregolare quanto minori saranno la sua massa e la sua distanza dalle stelle. L'intervallo fra due transiti consecutivi può variare anche di giorni e la stessa durata del transito può variare anche di ore, pertanto solo osservando su un lungo periodo di tempo (mesi se non anni) il comportamento fotometrico di una binaria ad eclisse è possibile isolare il segnale mediamente periodico di un pianeta da altri fattori responsabili di cadute di luce. Una volta determinati il periodo orbitale, i ritardi e gli anticipi cui va soggetto e le caratteristiche fisiche delle componenti stellari è possibile risalire con accettabile approssimazione alle masse in gioco e a una serie di altri parametri utili a caratterizzare l'intero sistema.

neti esistenti nell'universo, inclusi quelli potenzialmente abitabili.

Dopo aver scoperto quattro singoli pianeti legati ad altrettante binarie ad eclisse, era lecito attendersi come passo successivo la scoperta di più pianeti appartenenti allo stesso sistema. L'occasione si è recentemente presentata a Jerry Orosz, William Welsh (San Diego State University) e a un gruppo di loro collaboratori, i quali analizzando le curve di luce del sistema binario ad eclisse Kepler-47 (visibile nella costellazione del Cigno, a 4900 anni luce di distanza dalla Terra) hanno messo in evidenza due distinti segnali attribuibili a due diversi pianeti. L'annuncio della scoperta è stato dato nel corso dell'assemblea generale dell'International Astronomical Union, tenutasi a Pechino durante l'ultima settimana di agosto. Kepler-47 è una binaria ad eclisse formata da una stella simile al Sole in quanto a massa e diametro, ma leggermente meno brillante, attorno alla quale orbita una nana rossa grande 1/3 della primaria e rispetto a quella 176 volte meno brillante

**Il più consistente calo di luce rilevabile nel sistema di Kepler-47 è dovuto al periodico transito della nana rossa sul disco della stella primaria (qui rappresentato graficamente).**

**Seguono i cali di luce dovuti alle macchie solari e infine quelli dovuti al transito dei due pianeti sul disco della stella primaria.**



**C**urve di luce delle eclissi stellari nel sistema di Kepler-47. A sinistra la stella più debole oculta la primaria, a destra avviene il contrario. La dispersione dei punti attorno al minimo della prima curva viene attribuito all'influenza delle macchie fotosferiche. [J.A. Orosz, W.F. Welsh et al.]

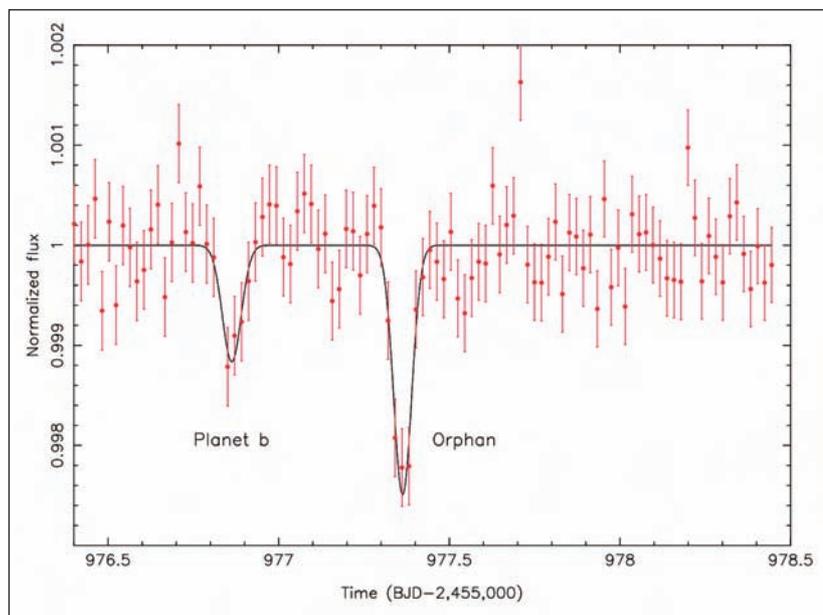
**U**n esempio delle difficoltà insite nella ricerca di esopianeti in transito ce lo dà questo grafico, nel quale un evento occasionale non riconducibile a nessun pianeta (Orphan) produce un segnale molto più intenso di quello relativo al transito di Kepler-47b. [J.A. Orosz, W.F. Welsh et al.]

alle lunghezze d'onda in cui opera Kepler (60 volte considerando l'intero spettro). Dal nostro punto di osservazione, la stella più piccola copre parzialmente il disco di quella più grande ogni 7,45 giorni, periodo che corrisponde al suo tempo di rivoluzione attorno al centro di massa. Durante ogni eclisse la luminosità totale cala del 13%, mentre quando è la stella primaria ad occultare la secondaria la perdita di luce è pari ad appena lo 0,8%, ben poca cosa se si considera che le modulazioni quasi periodiche attribuibili ai fenomeni fotosferici (principalmente macchie) della stella primaria variano fra il 2% e il 4%. Nonostante i cali di luce afferenti ai transiti planetari siano di gran lunga più modesti, Orosz e colleghi sono riusciti nondimeno a riconoscere all'interno di osservazioni effettuate da Kepler in un lasso di tempo lungo ben 1050,5 giorni (quasi 3 anni) due segnali che si ripresentano rispettivamente ogni 49,5 giorni

e 303,2 giorni. Il primo, molto più difficile da isolare, corrisponde a una caduta di luce di appena lo 0,08%, valore che nel secondo caso arriva allo 0,2% (per confronto, Venere in transito sul Sole produce un oscuramento dello 0,1%). Entrambe le cadute di luce riguardano la sola stella primaria, quindi è sul disco di quella che i due pianeti transitano.

Le periodicità riscontrate, proprio per le problematiche viste più sopra, sono da intendersi come valori medi, soprattutto quello di 49,5 giorni, soggetto da transito a transito (ne sono stati accertati 18) a ritardi e anticipi di parecchie ore, con sensibili variazioni della durata del transito stesso.

Combinando le proprietà delle curve di luce con osservazioni spettroscopiche del sistema di Kepler-47 effettuate presso il McDonald Observatory (University of Texas, Austin), i ricercatori sono riusciti a determinare con buona approssimazione le masse e i diametri dei due pianeti: il più interno, denominato Kepler-47b, ha un diametro 3 volte più grande di quello della Terra e una massa circa 8 volte superiore; il pianeta più esterno è invece più simile a Urano e Nettuno, avendo diametro e massa rispettivamente 4,6 e circa 20 volte superiori agli equivalenti terrestri.





**I**potetica visione del sistema planetario della binaria Kepler-47 visto da un grande satellite in orbita attorno a Kepler-47c. Quest'ultimo sicuramente non è abitabile, ma un suo eventuale satellite potrebbe esserlo. [ESO]

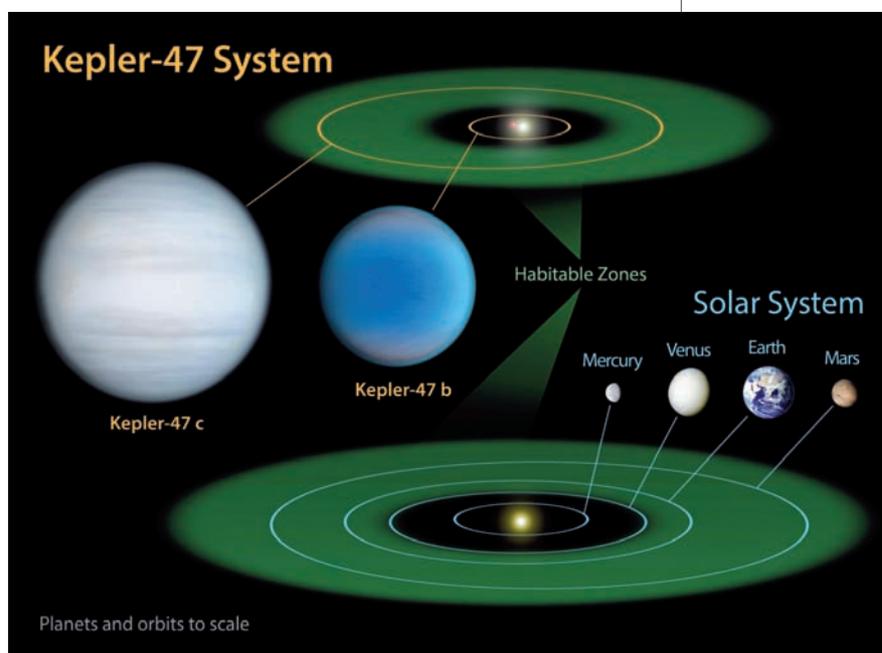
Da questi pochi dati si possono già trarre delle conclusioni interessanti: Kepler-47b è il più piccolo fra i pianeti noti che transitano sul disco di una stella circumbinaria, mentre Kepler-47c è attualmente il pianeta transitante dal più lungo periodo conosciuto e confermato, quello il cui anno più si avvicina all'anno terrestre. Quest'ultimo fatto, nell'attuale fase operativa del telescopio Kepler, può essere definito fisiologico, in quanto col passare del tempo vengono confermati pianeti con periodi orbitali sempre più lunghi, una pratica per sbrigare la quale servono almeno 3 transiti consecutivi. Va da sé che nei prossimi mesi avremo certezza dell'esistenza di pianeti il cui anno ha una durata molto prossima a quello dei nostri calendari, e poiché apparterranno sicuramente a stelle di tipo solare (quelle osservate da Kepler, oltre che da altri strumenti con le medesime finalità) avremo a che fare con pianeti profondamente inseriti nella zona abitabile, quella in cui l'acqua alla superficie di un pianeta di tipo terrestre può presentarsi liquida.

Per la verità, Kepler-47c è già ben collocato nella zona abitabile della sua stella, infatti anche se dista da

**C**omparando le dimensioni del nostro sistema planetario con quello di Kepler-47 si può apprezzare come per certi versi siano molto simili e come sia tutto sommato poco influente il fatto che al centro del sistema ci siano due stelle molto vicine fra loro anziché una singola stella. [NASA/JPL-Caltech/T. Pyle]

essa l'88% della distanza Terra-Sole, l'energia che riceve da Kepler-47 può variare fra l'80% e il 95% di quella che arriva sul nostro pianeta, nel caso l'orbita sia circolare (i dati finora raccolti escludono un'eccentricità rilevante). Questo significa che se mettessimo la Terra al posto di Kepler-47c potrebbe mantenere condizioni climatiche accettabili per almeno una parte della biosfera.

Escludendo che la natura di gigante gassoso possa rendere Kepler-47c adatto ad ospitare forme di vita, ciò non toglie che un'eventuale luna massiccia in orbita attorno a quel pianeta possa offrire invece condizioni molto più favorevoli, come fanno notare gli stessi autori della ricerca in questione, sul



**E**cco i due principali protagonisti della scoperta del primo sistema planetario circumbinario: William F. Welsh (a sinistra) e Jerome A. Orosz.

numero di *Science* che il 30 agosto ha ospitato i risultati del loro lavoro. I tre soli transiti di Kepler-47c finora registrati non sono sufficienti a confermare o a confutare la presenza di un satellite, ma questo conta poco perché quello scenario se non in questo caso potrà certamente essere verificato altrove. Speculazioni a parte, la scoperta del sistema di Kepler-47, portando da 4 a 6 il numero di pianeti circumbinari conosciuti, conferma che c'è un limite di massa per questa nuova categoria di pianeti: nessuno di essi ha massa sensibilmente superiore a quella di



Saturno. Anche considerando l'eventuale presenza di macchie sulle binarie durante le osservazioni, e quindi una loro influenza sulla stima dei diametri planetari di qualche punto percentuale, le masse che si derivano dall'insieme dei dati raccolti non possono discostarsi di molto da quelle inizialmente calcolate. Sembra dunque sfavorita l'esistenza di pianeti circumbinari di taglia gioviana o superiore, e conta poco il fatto di avere a disposizione un campione molto limitato, dal momento che pianeti più grandi sarebbero stati scoperti con maggiore facilità. L'assenza di pianeti grandi come e più di Giove attorno a sistemi binari stretti suggerisce che i processi di formazione e migrazione planetaria in quegli ambienti caotici impediscono la loro nascita o la loro permanenza.

La grande differenza nell'ampiezza delle orbite dei due pianeti di Kepler-47 indica inoltre che un sistema di quel tipo, dove le posizioni dei pianeti rispetto alle due stelle sono suscettibili di variazioni non trascurabili, rimane stabile sul lungo periodo solo se

la distanza fra i pianeti è rilevante. Se aggiungiamo che Kepler-47b e Kepler-47c sono quasi certamente migrati nelle attuali posizioni provenendo da regioni assai più esterne, è lecito supporre che quella fase

abbia comportato l'espulsione dal sistema di alcuni altri pianeti. Probabilmente questo processo evolutivo-selettivo risulta particolarmente severo in un ambiente già stressato dal continuo reciproco movimento di masse, tipico delle binarie strette. Ciò spiegherebbe perché quattro sistemi ospitano un solo pianeta e il quinto ne ospita due. Da notare che in nessuno di quei sistemi compaiono segnali minori che lascino ipotizzare l'esistenza di pianeti più piccoli.

Dopo questa ulteriore scoperta dell'ennesima variante al classico sistema planetario, come lo si intendeva fino alla metà degli anni '90, il compito dei ricercatori teorici che si occupano di costruire modelli adeguati a interpretare ciò che si osserva nella realtà diventa ancor più problematico. A questo proposito, un commento di Greg Laughlin, professore di Astrofisica e Scienze Planetarie all'Università della California (Santa Cruz) è la migliore conclusione: "La presenza di un sistema planetario circumbinario maturo attorno a Kepler-47 è una scoperta sorprendente. Questi pianeti sono molto difficili da formare attraverso i paradigmi attualmente accettati e credo che i teorici, me incluso, dovranno riconsiderare tutto daccapo per capire come ciò possa essere avvenuto". ■

le binarie strette. Ciò spiegherebbe perché quattro sistemi ospitano un solo pianeta e il quinto ne ospita due. Da notare che in nessuno di quei sistemi compaiono segnali minori che lascino ipotizzare l'esistenza di pianeti più piccoli.



# R136, due anni in collisione



**Un grande ammasso aperto presente nel complesso nebulare 30 Doradus si rivela essere il risultato della fusione in corso fra due ammassi più piccoli. Questa scoperta sembra confermare i modelli che vogliono una crescita gerarchica di quelle strutture, fino all'eventuale formazione di un ammasso globulare.**

# massi

**S**ullo sfondo la nebulosa Tarantola, nella quale si annida il grande ammasso stellare R136 (nel riquadro), che una nuova ricerca ha rivelato essere in realtà un doppio ammasso in fase di fusione. L'intero complesso di nubi gassose (principalmente idrogeno ionizzato), polveri e stelle già formate è noto col nome di 30 Doradus, ereditato da tempi antichi, quando si credeva che il tutto fosse semplicemente una stella un po' sfocata. [NASA, ESA, D. Lennon, E. Sabbi (ESA/STScI) and R. O'Connell (University of Virginia)]

**T**ra gli oggetti celesti più studiati c'è il complesso di 30 Doradus, una dinamica congerie di gas, polveri e stelle presente nella Grande Nube di Magellano, in corrispondenza della celebre nebulosa Tarantola. Si tratta di un'intensa regione di formazione stellare, distante 170 000 anni luce, che da almeno 25 milioni di anni sta sfornando nuovi astri. Come inevitabilmente accade in questo tipo di complessi nebulari, a 30 Doradus è associato un notevole ammasso stellare, denominato R136, composto di decine di migliaia di astri con massa totale pari a circa 450 000 masse solari. Fra quelle stelle ci sono numerose giganti e supergiganti blu, ovvero le più grandi, brillanti e calde stelle che esistono. Alcune di esse superano addirittura la massa teorica limite di 150 masse solari oltre la quale dovrebbero diventare instabili. Di tutte, le più esagerate sono quelle appartenenti a un sottosistema molto compatto, R136a, dove spicca la più massiccia stella che si conosca, R136a1, un mostro di 265 masse solari, che brilla 8,7 milioni di volte più del

Sole. Non è dunque un caso se molti astronomi svolgono le proprie ricerche all'interno di 30 Doradus. Tra i più recenti lavori svolti su quell'oggetto c'è quello del team di Elena Sabbi, dello Space Telescope Science Institute (STScI) di Baltimora, Maryland. Il loro obiettivo era inizialmente l'osservazione di stelle con veloce moto proprio, le cosiddette "runaway stars" nell'area occupata da R136. Si tratta di stelle che si ritrovano a viaggiare a velocità insolitamente alte, anche oltre 100 km/s, rispetto al mezzo interstellare circostante e la loro traiettoria punta esattamente nella direzione opposta rispetto al luogo in cui sono nate, tipicamente un ammasso aperto. Il motivo di tanta velocità può avere più di una causa: una stella compagna esplosa come supernova, la cui esplosione ha impresso una forte accelerazione a quella rimasta; un incontro molto ravvicinato fra due sistemi binari con rottura degli stessi e veloce espulsione dei componenti; oppure un'eccessiva concentrazione di astri massicci nel nucleo di un ammasso, con conseguente espulsione di alcune stelle a causa di pesanti interazioni dinamiche con altre stelle. Quest'ultimo meccanismo è quello più rispondente alla situazione qui esaminata. Via via che un ammasso evolve, le sue stelle più massicce tendono a portarsi verso il centro e più la loro densità spaziale si fa elevata più frequentemente i passaggi ravvicinati fiandano stelle verso e oltre i confini dell'ammasso. Il fenomeno si presenta più rapidamente (in centinaia di migliaia di anni) negli ammassi di piccole dimensioni, mentre in quelli più grandi serve molto più tempo (diversi milioni di anni) per raggiungere la densità critica nelle regioni centrali. Di conseguenza, ciò che non ci si aspetta di trovare è un grande e giovane ammasso con una marcata presenza di runaway stars. Ma è invece proprio questo che hanno osservato Sabbi e colleghi, motivo per cui la loro attenzione si è spostata verso la caratterizzazione delle componenti stellari di R136, al fine di capire le cause di quel-



**P**rimo piano delle due componenti stellari che costituiscono R136: quella più compatta, sferoidale e ricca di stelle coincide col centro dell'ammasso ed è circa 1 milione di anni più giovane dell'altra componente, delimitata dal tratteggio ellittico. [NASA, ESA, and E. Sabbi (ESA/STScI)]

l'anomalia. Utilizzando il telescopio spaziale Hubble, i ricercatori in questione hanno analizzato la distribuzione della componente stellare di massa medio-piccola, meno soggetta a migrazioni, scoprendo che non è sferica, come invece sarebbe lecito attendersi per un ammasso nato da un'unica nube di gas e polveri. R136 si presenta al contrario con due diverse concentrazioni di stelle, una più sferoidale e l'altra più allungata, che ne rendono l'aspetto simile a quello di due galassie interagenti, deformate dalle forze mareali. Ciò suggerisce che R136 sia in realtà il prodotto di una fusione ancora in corso fra ammassi più piccoli, il che spiegherebbe facilmente l'insolita abbondanza di runaway stars: sarebbero state presenti nelle periferie degli ammassi originali e dopo la fusione si sarebbero ritrovate confinate attorno al neo costituito R136.

Per confermare questa ipotesi, il gruppo di Sabbi ha stimato le età delle popolazioni stellari interne all'ammasso, trovando due distinte fasce: 1 milione di anni e 2 milioni di anni. Ciò indica che in tempi relativamente recenti è confluito in quello che oggi chiamiamo R136 un piccolo ammasso nato in una posizione diversa all'interno del complesso di 30 Doradus, a dimostrazione del fatto che i grandi ammassi aperti sono quasi certamente il risultato di fusioni, come i modelli teorici più accreditati suggeriscono e come dimostrano le simulazioni al computer. Non si esclude nemmeno la possibilità che oltre una certa taglia, raggiunta attraverso ripetute fusioni, un grande ammasso aperto possa lentamente trasformarsi in un ammasso globulare, percorso che per R136 potrebbe non essere lontanissimo dal concludersi. ■

# Cupole Pulsar Observatories, il rifugio ideale

**U**n traguardo ambito da molti astrofili è quello di possedere un telescopio dalle prestazioni elevate, che permetta loro di fare osservazioni e imaging di buon livello, rendendo quasi illimitati i confini della propria passione per le cose celesti. Ma più è importante il telescopio posseduto e più si fa sentire il problema della logistica, se infatti con un telescopio molto amatoriale (un giocattolo o poco più) si corre il rischio di demotivare il suo utilizzatore a causa del limitato impiego astronomico che se ne può fare, al contrario un telescopio di livello medio-alto può alla lunga stancare quell'astrofilo che si trova a doverlo ogni volta spostare, montare, settare, termostattizzare, collimare, usare magari per poche ore e infine smontare e riporre. Tutto ciò richiede una pazienza e un entusiasmo che non sempre ci sono e che inevitabilmente vanno calando col tempo, soprattutto quando si ha a che fare con condizioni climatiche particolarmente avverse, come freddo, vento e umidità. La cosa peggiore è che le buone qualità di un telescopio senza fissa dimora non possono essere sfruttate ap-

pieno nemmeno con tutta la buona volontà che un astrofilo può metterci, e nemmeno è possibile intraprendere ricerche di un certo valore per periodi di tempo più o meno lunghi senza penalizzare la qualità del lavoro. Se poi consideriamo la quantità di accessori che un telescopio può tirarsi dietro, incluso l'inevi-

tabile stuolo di computer più o meno ingombranti, è inevitabile che prima o poi nasca l'esigenza di rendere il tutto meno precario, eliminando definitivamente quelle fasi preparatorie inutilmente ripetitive, che altro non fanno se non sottrarre tempo all'attività dell'astrofilo. Salvo decidere di abbandonare la





propria strumentazione in un ripostiglio (pratica sin troppo diffusa), prima o poi altro non si può fare che alloggiare il telescopio all'interno di un'apposita struttura, ov-

vero metterlo in postazione fissa, scelta che risolve qualunque problema logistico. Se si opta per questa soluzione, non ci saranno molte alternative circa la tipologia dei materiali che si potranno utilizzare per attuarla: muratura, metalli, legno, materiali plastici, vetroresina o una loro commistione. Anche a riguardo delle forme da dare alla struttura ci sono poche varianti "facilmente" realizzabili: cupola, casetta scorrevole, tetto apribile in qualche altro modo. Decidere per una soluzione piuttosto che per l'altra è solo una questione di budget, ma visti i tempi che corrono pensiamo che per interessare quanti più lettori possibile sia buona cosa considerare unicamente soluzioni poco dispendiose (diciamo poche migliaia di euro) e di rapida messa in opera. Bando quindi alle strutture in muratura, intanto perché una qualunque costruzione di quel genere, che vada oltre il semplice basamento, richiede i necessari permessi di edificabilità, né facili né veloci da ottenere, e poi perché la copertura dell'edificio dovrà pur sempre essere mobile e quindi verosimilmente di metallo, con una spesa complessiva che anche nella migliore delle ipotesi supererà di gran lunga quella prima indicata. Nemmeno la struttura in legno, se fatta a regola d'arte, è una soluzione economica, anzi... Inoltre richiede tempi di realizzazione che possono essere più lunghi di quella in muratura e sicuramente più manutenzione, per quanto il risultato finale possa essere esteticamente più elegante, soprattutto se inserito in un ambiente spiccatamente naturalistico. Non rimane che alloggiare il telescopio in una struttura costruita con metalli e/o materiali plastici e vetroresina, una scelta sicuramente incoraggiata da un mercato che offre una discreta gamma di prodotti pronti da installare, dal costo

contenuto, adatti a un'ampia fascia di strumenti amatoriali, e soprattutto che non necessitano né di manutenzione né di autorizzazioni territoriali per essere posati.



Qui presentiamo le soluzioni proposte dalla ditta inglese Pulsar Observatories, in particolare le sue cupole, rivendute in esclusiva per l'Italia dalla ditta Cons.Om. di Torino. Troviamo due gruppi di cupole con diametri di 2,2 e 2,7 metri, adatte ad ospitare telescopi con diametri massimi che vanno dai 12" ai 14". Entrambe le misure possono essere fornite nella versione completa, quindi sia nella versione "abitacolo + cupola", sia nella versione "solo cupola", preferibile qualora si voglia installarla, ad esempio, su un tetto o su un box preesistenti. Tutti i modelli sono pensati per un montaggio fai da te, e a tal fine i singoli pannelli sono realizzati in modo da risultare facilmente assemblabili, incluso quello della porta di ingresso, già premontata in uno dei pannelli. È comunque previsto anche l'intervento diretto del venditore, qualora si preferisca non montare in prima persona la struttura. Considerando che oggi più che mai all'interno di un piccolo osservatorio è presente anche una gran quantità di elettronica, il costruttore ha posto



una particolare attenzione all'isolamento verso l'umidità e garantisce che nessuna giuntura fra le varie parti che formano le sue cupole necessita di un ulteriore isolamento. Anche dal punto di vista dei riflessi luminosi è stato fatto il possibile per limitarne l'ingresso e la diffusione all'interno dell'abitacolo. La Pulsar ha ovviamente previsto tutta una serie

di accessori che permettono di sfruttare al massimo la comodità delle sue cupole. In primis c'è inevitabilmente la motorizzazione che permette di muovere in sincrono cupola e telescopio, così da evitare sgradevoli interruzioni delle osservazioni o dell'imaging astronomico. Per l'intera

gamma di cupole sono previste delle motorizzazioni standard, ma a seconda delle necessità il costruttore può "customizzarle". Tutte funzionano in modalità wireless, col vantaggio di avere meno cavi elettrici che girano nell'osservatorio. L'alimentazione del controller avviene tramite batteria a 12V e la cupola può essere comandata fino a una distanza di circa 100 metri e accelerata fino a 400 volte la velocità siderale, in entrambe le direzioni.

In aiuto della batteria della cupola viene un altro accessorio particolarmente utile per postazioni remote, non servite dalla linea elettrica. È un pannello solare di 30x9 cm appositamente realizzato per fornire energia a vari componenti elettrici e facilmente integrabile nel sistema di alimentazione. Un altro utile accessorio è una telecamera di ripresa che inquadra l'interno cupola e ne trasferisce l'immagine wireless su un apposito monitor da collocare nell'eventuale locale separato (e magari riscaldato!) dal quale si gestiscono le varie operazioni. A seconda delle superfici sulle quali si appoggia la base della cupola, può essere conveniente distendere preventivamente il pavi-



mento isolante in polietilene che il costruttore mette a disposizione. È costituito da piastrelle a incastro, spesse 1 cm e larghe fino a 61x61 cm, che abbinata a una membrana plastica offrono una serie di vantaggi rispetto a un normale pavimento in cemento, parquet o altro: non solo isolano l'interno da qualunque salita di umidità dal sottosuolo, ma ammortizzano anche l'eventuale caduta di oculari e accessori vari e riducono le vibrazioni provocate dal calpestio. Tra gli altri accessori che si possono trovare a catalogo segnaliamo gli stativi a colonna, le piastre porta accessori, blocchi e tiranti di sicurezza, armadi perimetrali. Questi ultimi si installano al posto di singoli pannelli e sporgendo all'esterno offrono una maggiore volumetria interna alla cupola, nella quale appaiono come dei vani dove è possibile riporre, ad esempio, giacche a vento, doposci, valigette porta accessori, manuali, atlanti stellari, monitor e quant'altro possa essere di ausilio a una comoda sessione osservativa. La dimensione dei singoli armadi è di 105x68x50 cm. Attorno a ogni cu-

pola si possono montare fino a tre armadi perimetrali. Un buon telescopio inserito in una valida struttura merita anche una certa protezione contro le intrusioni sgradite, e non ci riferiamo a quelle dell'umidità

bensi a quelle di eventuali malintenzionati, che possono non resistere dal vedere se sotto la cupola c'è qualcosa di asportabile. Il costruttore ha pensato anche a questo aspetto poco astronomico e tipicamente terrestre, predisponendo un sistema di allarme (opzionale, ma caldamente consigliato), semplicissimo da settare e dal costo molto



contenuto in proporzione alle performance di cui è capace. Composto di una centralina con sensore infrarosso da installare nella cupola, l'Observatory Alarm rileva qualunque intrusione, la segnala con una sirena da 90 decibel in prossimità dell'osservatorio e avvisa immediatamente 3 numeri di telefono pre-memorizzati. Assieme alla centralina viene fornito anche un telecomando per le operazioni essenziali, dotato di pulsante antipanico, da utilizzare qualora l'intrusione avvenga con l'astrofilo all'interno della cupola. A seconda di come ciascuno pensa di ambientare l'osservatorio, il costruttore può fornire cupole e abitacoli in vari colori, con una minima differenza di costo rispetto al classico bianco che contraddistingue la quasi totalità degli osservatori esistenti. I costi del kit della cupola partono da 2990 euro per la misura di 2,2 metri e arrivano a 3690 euro per quella di 2,7 metri, come da offerta in corso presso l'importatore ufficiale. Maggiori informazioni possono essere richieste direttamente alla ditta Cons.Om s.a.s., al numero telefonico 011500213, oppure tramite email all'indirizzo [info@caelum.it](mailto:info@caelum.it). ■

# Il nostro sistema ha un sosia

***Il sospetto che un sistema di galassie come quello formato dalla Via Lattea e dalle Nubi di Magellano sia estremamente raro è ora una certezza. Un'accurata ricerca ha evidenziato un solo altro sistema che appare quasi identico al nostro, confermando che si tratta di configurazioni temporanee.***

**T**rovare nel cosmo analogie con ciò che ci circonda più da vicino è un esercizio praticato da lungo tempo dagli astronomi, tanto che ormai abbiamo confidenza con espressioni come "un pianeta di tipo terrestre", "una stella di tipo solare", "una galassia spirale come la Via Lattea" e via dicendo. Effettivamente conosciamo numerosissime stelle identiche al Sole, qualche pianeta potenzialmente simile alla Terra e alcune galassie dalla forma assai simile a quella della nostra.

La ricerca dei cosiddetti "analoghi" su scale ancora maggiori non poteva non allargarsi alle piccole galassie satellite che accompagnano la Via Lattea. Trascurando tutte quelle difficili da osservare persino dalla nostra

# ma galattico

**Q**uesta visione panoramica della Via Lattea è ideale per apprezzare le proporzioni del sistema che essa forma con le due Nubi di Magellano, ben visibili qui a destra. La vicinanza fra queste ultime suggerisce un legame gravitazionale precedente all'incontro con la nostra galassia. [ESQ/S: Brunier]

posizione mediamente privilegiata (e quindi del tutto invisibili da distanze ben più rilevanti), i ricercatori si sono posti una domanda come questa: quante galassie simili alla nostra, accompagnate da due satelliti equiparabili per dimensioni e distanza alle Nubi di Magellano, esistono nell'universo? Di primo acchito verrebbe da rispondere che ne esistono sicuramente una gran quantità, viste le innumerevoli galassie conosciute e l'esistenza di sistemi satellitari attorno alle due strutture a noi più familiari: la stessa Via Lattea e M31 in Andromeda. Non appena usciamo dal Gruppo Locale, però, le cose si complicano perché al crescere della distanza la presenza di galassie satelliti cala proporzionalmente, e



**Un'idea di come può apparire la nostra galassia vista dall'esterno ce la dà NGC 6744, ad oggi considerata una delle galassie più simili alla Via Lattea. [ESO]**

del sistema Via Lattea-Nubi di Magellano, ponendo come prima cosa dei limiti alle reciproche masse, distanze e velocità relative delle galassie che potevano soddisfare i requisiti richiesti. Con riferimento alla so-

con essa la chance di trovare un sistema gemello del nostro. Il problema è naturalmente dovuto alla debole luminosità delle piccole galassie, che oltre determinate distanze divengono inaccessibili anche per i maggiori telescopi del pianeta. È questo un punto cruciale, infatti se vogliamo un dato statistico significativo a riguardo del ricorrere di sistemi come quello Via Lattea-Nubi di Magellano non basta indagare un volume di universo quanto più ampio possibile, ma bisogna anche essere certi che entro determinate distanze nessuna galassia satellite passi inosservata.

Uno degli strumenti che fornisce le maggiori garanzie a questo riguardo è il Galaxy and Mass Assembly project (GAMA), una survey fotometrica e spettroscopica multi-frequenza che riunisce i database di diversi importanti osservatori, dove sono contenuti dati di circa 375mila galassie (di magnitudine più brillante della 20) appartenenti all'universo locale, del quale rappresenta oggi la mappa più dettagliata disponibile. Proprio utilizzando questo strumento, alcuni astronomi coordinati da Aaron Robotham (University of Western Australia, ICRAR) hanno deciso di scovare eventuali "gemelli"

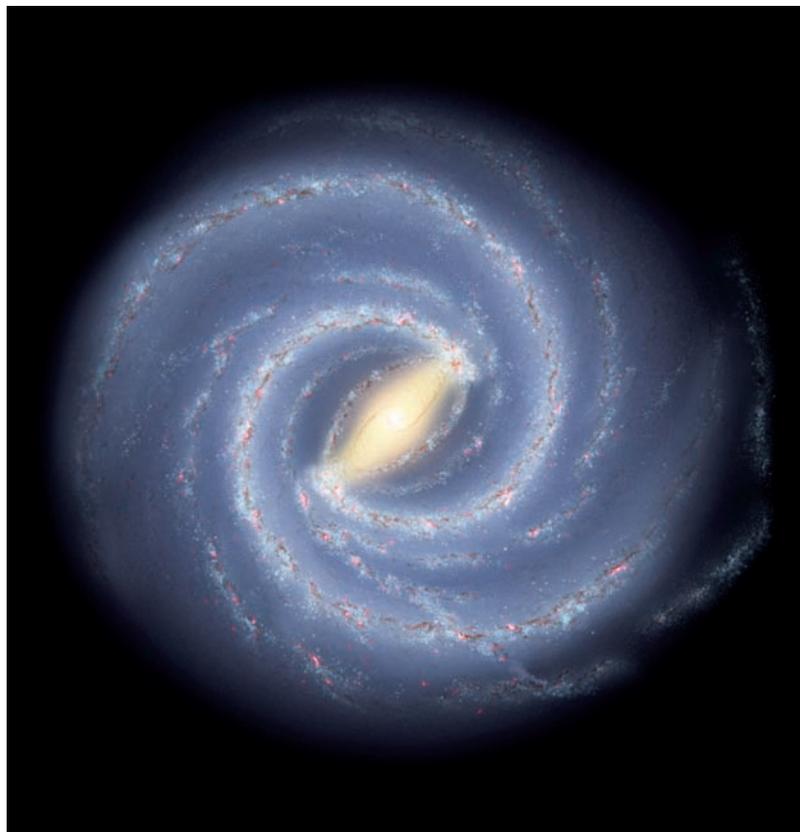
la massa stellare della galassia dominante di ciascun gruppo individuato (quindi escludendo la preponderante materia oscura distribuita negli spazi interstellari), gli astronomi hanno preso in considerazione solo galassie da 0,5 a 2 volte la Via Lattea. Leggermente più complessa è stata invece la selezione degli analoghi delle Nubi di

**La scia arcuata della Via Lattea (al cui interno è facile riconoscere le Nubi di Magellano) domina il cielo del Cerro Paranal, dove si ergono le strutture del Very Large Telescope, che partecipano al progetto GAMA. [Yuri Belletsky (ESO)]**



**R**isalire alla forma della Via Lattea osservandola dall'interno è piuttosto complicato. Qui a fianco vediamo una ricostruzione grafica di come potrebbe apparire la nostra galassia da coordinate polari. Al netto di varie approssimazioni è effettivamente simile a NGC 6744, anche se quest'ultima non può vantare due satelliti come le Nubi di Magellano. [R. Hurt]

Magellano, basata per forza di cose su alcune proprietà degli originali: innanzitutto la distanza dalla Via Lattea, pari a ~60 kpc (1 kiloparsec = 3260 anni luce) per la Nube più piccola (SMC) e ~50 kpc per quella più grande (LMC); e poi le velocità radiali e tangenziali, pari a 17 km s<sup>-1</sup> e 301 km s<sup>-1</sup> per la SMC (con velocità netta di 302 km s<sup>-1</sup>), e pari a 89 km s<sup>-1</sup> e 367 km s<sup>-1</sup> per la LMC (con velocità netta di 378 km s<sup>-1</sup>). Sulla base di questi valori (pubblicati nel 2011 da Nichols et al.), Robotham e colleghi hanno estratto da GAMA un elenco di gruppi galattici nei quali le singole componenti mostrano una separazione proiettata



inferiore ai 70 kpc e una differenza fra le velocità radiali minori di 400 km s<sup>-1</sup>.

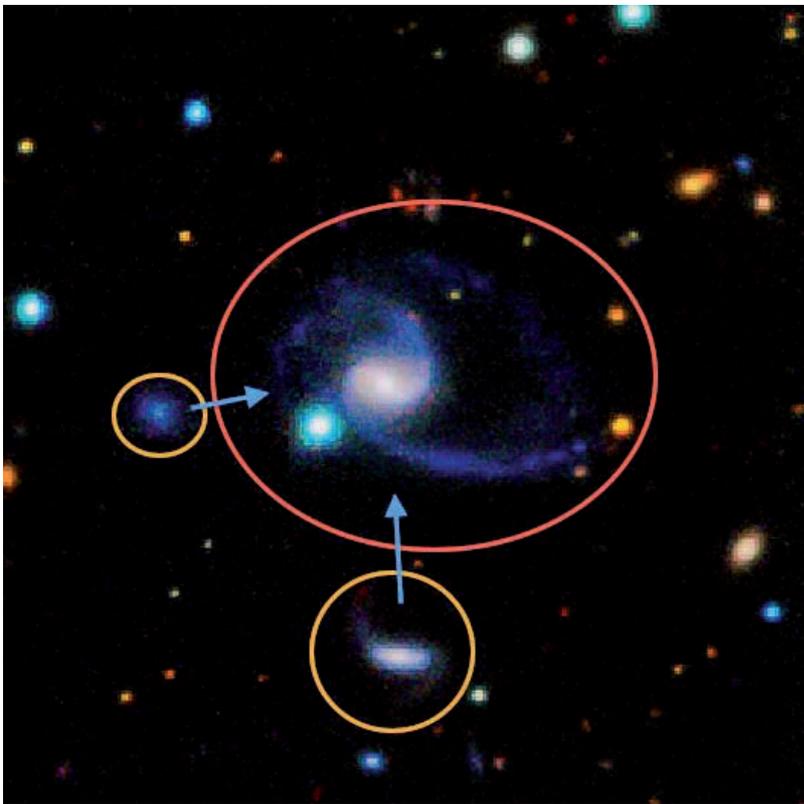
Il soddisfare questi requisiti minimi non dà comunque la certezza che vi sia un legame permanente fra galassia dominante e satelliti, ma questo non è un problema rilevante, visto che nemmeno le nostre Nubi di Magellano sono strutture stabilmente in orbita attorno alla Via Lattea. Quello che conta è cogliere situazioni molto simili alla nostra attuale, verificare la frequenza con cui ricorrono e relativamente a quali tipi di galassie. Il tutto può fornirci interessanti indicazioni sullo stato evolutivo del sistema Via Lattea-Nubi di Magellano, indicazioni che nemmeno le simulazioni al computer sembrano poterci dare. Da queste ultime, infatti (e anche dai modelli sulla formazione delle galassie), si può tutt'al più arguire che un sistema come il nostro è decisamente raro, ma non quanto raro, soprattutto tenendo conto della luminosità relativamente elevata delle Nubi, fattore questo che varia



nel tempo e che è correlato alla nascita di nuove stelle, innescata dalle perturbazioni gravitazionali prodotte dalla Via Lattea.

Tutte le restrizioni imposte dal team di Robot-ham hanno sfoltito il loro elenco di candidati dagli iniziali oltre 3700 sistemi galattici a una più ristretta cerchia di 286 galassie dominanti, aventi in totale 340 probabili satelliti.

Ulteriori scremature che hanno considerato fra l'altro l'età delle galassie e la scelta di un'opportu-



na distanza massima dalla Terra, entro la quale GAMA mostra sicuramente galassie come le Nubi, hanno ulteriormente ribassato il numero dei potenziali sistemi gemelli. In un volume di 180mila Mpc<sup>3</sup>, contenente oltre 400 galassie assimilabili alla Via Lattea nei termini più sopra indicati, sono stati scoperti 14 sistemi simili al nostro, quindi circa il 3% del totale. Ma una semplice per quanto già rara similitudine non è bastata ai ricercatori, i quali hanno operato un'ultima selezione riducendo gli analoghi ad appena due casi (lo 0,4% del totale), che ricalcano quasi perfettamente il nostro sistema. Uno dei due sistemi ha però come satelliti due "LMC" ed è solo nell'unico caso rimanente, catalogato come GAMA202627, che accanto a una galassia con le fattezze della Via Lattea troviamo due satelliti con distanze, dimensioni e luminosità pressoché coincidenti con quelle della SMC e della LMC. Non si tratta comunque di un "gemello omozigote", dal momento che le sue "Nubi" non sono reciprocamente vicine

quanto le nostre (la separazione proiettata è di ~40 kpc), suggerendo processi evolutivi diversi per i due sistemi. Vari studi in tal senso indicano che le Nubi di Magellano sono giunte nell'alone della Via Lattea sotto forma di sistema binario ed erano quindi gravitazionalmente già legate fra loro. L'analogo sistema scovato nel database di GAMA è invece composto da tre galassie con storie evolutive indipendenti, e volendo cercare il pelo nell'uovo c'è anche da dire che i due satelliti non sono entrambi di tipo irregolare, visto che una mostra un'evidente struttura a spirale, ma questo tutto sommato è irrilevante.

Dal quadro complessivo emerge insomma con chiarezza che di galassie come la Via Lattea con due satelliti come Le Nubi di Magellano con quella ben precisa disposizione non è facile trovarne in giro nell'universo. Si tratta evidentemente di una configurazione di breve durata sulla scala dei tempi cosmici, la qual cosa confermerebbe che le Nubi di Magellano sono solo di passaggio. ■

**E**cco il sistema galattico che più di ogni altro somiglia a quello formato dalla Via Lattea e dalle Nubi di Magellano. È catalogato con la sigla GAMA 202627 ed è composto da una galassia spirale simile alla nostra e da due galassie satelliti che per distanza, velocità radiale e luminosità risultano molto somiglianti alle nostre Nubi, fatto salvo il fatto che una delle due è chiaramente a spirale, mentre le Nubi, oltre a essere più vicine fra loro sono entrambe di tipo irregolare. [Aaron Robot-ham, ICRAR/St Andrews]



## CAMERE CCD QSI 500

### Scientific Medium Format Digital Cameras

- Scientific grade imaging performance
- Comprehensive range of CCD sensors up to 8.3mp
- Compact, refined design
- Excellent power efficiency
- Air and liquid cooling
- Available internal color filter wheel
- Available Integrated Guider Port
- Available MaxIm LE software
- Available CCDSoft and MaxIm DL Drivers
- ASCOM-compatible Windows API
- Linux drivers and API

PER MAGGIORI INFORMAZIONI CONTATTATECI!



# NortheK

Instruments - Composites - Optics



## NortheK Dall Kirkham

**350 mm f/20**

**ostruzione 23%**

**ottica in Supremax 33 di Schott**

per tutte le informazioni su questo telescopio e sulla nostra intera produzione di strumenti per astronomia, visita il nostro sito [www.northeK.it](http://www.northeK.it) oppure contattaci: [info@northeK.it](mailto:info@northeK.it)

Struttura in carbonio - Cella a 18 punti flottanti  
Messa a fuoco motorizzata da 2,5" Feather Touch  
Sistema di ventilazione e aspirazione dello strato limite  
Peso 34 kg.

 **01599521**

Disponibile anche nelle versioni:  
Newton f/4.1 con correttore da 3"  
Ritchey Chrétien con correttore/riduttore f/9  
Cassegrain Classico f/15

website

