

Barnard's Star b, la super-Terra più vicina

Bennu, Didymoon e la difesa planetaria

I pianeti di TRAPPIST-1 rilanciano la panspermia

- Le osservazioni più dettagliate del materiale in orbita vicino a un buco nero
- Due stelle quasi a contatto in una nebulosa planetaria
- CERN, ALMA ed ESO lanciano il programma d'arte Symmetry
- Hubble rivela una gigantesca "ombra di pipistrello" cosmica
- Gaia scopre un evento nella formazione della Via Lattea

NortheK

Instruments - Composites - Optics

DALL KIRKHAM 350 MM

F/20 OSTRUZIONE 23%

OTTICA IN SUPREMAX 33 DI SCHOTT

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

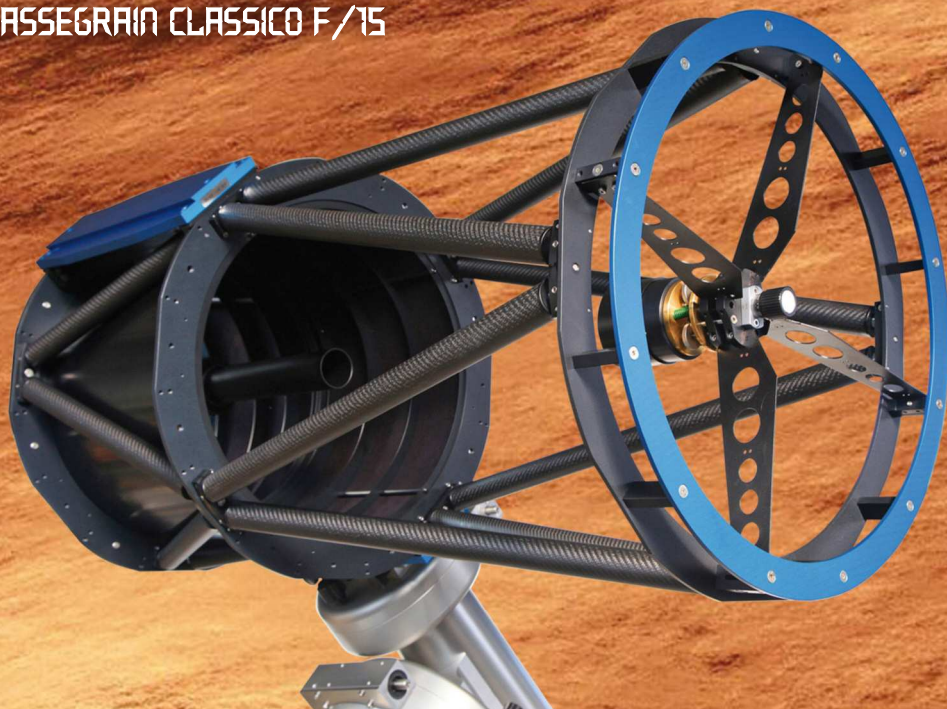
PESO 34 KG.

DISPONIBILE ANCHE NELLE VERSIONI
NEWTON F/4.1 CON CORRETTORE DA 3"

RITCHEY CHRÉTIEN F/9

CON CORRETTORE/RIDUTTORE

CASSEGRAIN CLASSICO F/15





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

Distribuzione
Gratuita a mezzo Internet

Internet Service Provider
Aruba S.p.A.
Via San Clemente, 53
24036 Ponte San Pietro - BG

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

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 eventuale materiale non identificato.

The publisher makes available itself with having rights for possible not characterized iconographic sources.

Pubblicità - Advertising
Astro Publishing di Pirlo L.
Via Bonomelli, 106 - 25049 Iseo - BS
email info@astropublishing.com

4

Barnard's Star b, la super-Terra più vicina

La Stella di Barnard, che da oltre un secolo detiene il record della stella con il più veloce moto proprio apparente del cielo notturno, ospita una fredda super-Terra che potrebbe essere presto fotografata direttamente. Questo pianeta è il secondo più vicino fra quelli extrasolari conosciuti e un giorno forse diventerà...

12

Le osservazioni più dettagliate del materiale in orbita vicino a un buco nero

Lo strumento GRAVITY dell'ESO, installato sul VLTI (l'interferometro del Very Large Telescope) è stato usato dai ricercatori di un consorzio di istituti europei, tra cui l'ESO, per osservare lampi di radiazione infrarossa provenienti dal disco di accrescimento intorno a Sagittarius A*, l'oggetto massiccio nel cuore...

16

La mappa della temperatura di Europa

La gelida luna di Giove Europa ha un terreno superficiale caotico, che appare fratturato e incrinato, suggerendo una lunga storia di attività geologica. Una nuova serie di quattro immagini di Europa riprese con l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) ha aiutato gli astronomi a creare la prima...

20

Due stelle quasi a contatto in una nebulosa planetaria

Un gruppo internazionale di astronomi, guidato dall'Istituto de Astrofísica de Canarias (IAC) e dal ricercatore David Jones dell'Universidad de La Laguna (ULL), ha scoperto un sistema binario con un periodo orbitale di poco più di tre ore. La scoperta, che ha coinvolto diversi anni di campagne di osservazione...

22

Bennu, Didymoon e la difesa planetaria

La sonda OSIRIS-REx ha raggiunto la sua meta, l'asteroide Bennu, ed è entrata nella fase scientifica. Questa missione, assieme a quella della sonda Hayabusa2 attorno all'asteroide Ryugu e ad altre in fase avanzata di progettazione sono espressione della volontà di difendere il nostro pianeta da possibili...

32

CERN, ALMA ed ESO lanciano il programma d'arte Symmetry

Il programma Symmetry è stato lanciato per favorire lo scambio interdisciplinare tra artisti e scienziati che lavorano o vivono in Cile e Svizzera. Unisce il soggiorno di due artisti in tre dei più affascinanti centri di ricerca scientifica del mondo: il Large Hadron Collider del CERN, a Ginevra, in Svizzera, e gli osservatori...

36

ALMA e MUSE scoprono una fontana galattica

A solo un miliardo di anni luce di distanza, nel vicino ammasso di galassie noto come Abell 2597, giace una gigantesca fontana galattica. Un massiccio buco nero nel cuore di una galassia lontana è stato osservato mentre lancia nello spazio un ampio getto di gas molecolare freddo, che in seguito ricade sul buco nero...

38

I pianeti di TRAPPIST-1 rilanciano la panspermia

"Una volta che tutti i nostri tentativi di ottenere materia vivente da materia inanimata risultino vani, a me pare rientri in una procedura scientifica pienamente corretta il domandarsi se la vita abbia in realtà mai avuto un'origine, se non sia vecchia quanto la materia stessa, e se le spore non possano essere state tra..."

46

Hubble rivela una gigantesca "ombra di pipistrello" cosmica

Il telescopio spaziale Hubble ha catturato parte della meravigliosa Nebulosa Serpente, illuminata dalla stella HBC 672. Questa giovane stella getta un'ombra sorprendente, soprannominata Ombra del Pipistrello, sulla nebulosa dietro di essa, mostrando segni rivelatori del suo altrimenti invisibile disco protoplanetario...

48

Gaia scopre un evento nella formazione della Via Lattea

La missione Gaia dell'ESA ha fatto un grande passo avanti nel dipanare la storia della formazione della Via Lattea. Invece di formarsi da sola, la nostra galassia si è fusa con un'altra grande galassia all'inizio della sua vita, circa 10 miliardi di anni fa. Le prove sono disseminate nel cielo tutto intorno a noi, ma c'è...

Barnard's Star b, la super-Terra più vicina

di Michele Ferrara

La Stella di Barnard, che da oltre un secolo detiene il record della stella con il più veloce moto proprio apparente del cielo notturno, ospita una fredda super-Terra che potrebbe essere presto fotografata direttamente. Questo pianeta è il secondo più vicino fra quelli extrasolari conosciuti e un giorno forse diventerà la destinazione di una delle prime sonde interstellari.

La stella singola più vicina al Sole ospita un esopianeta almeno 3,2 volte più massiccio della Terra, una cosiddetta super-Terra.

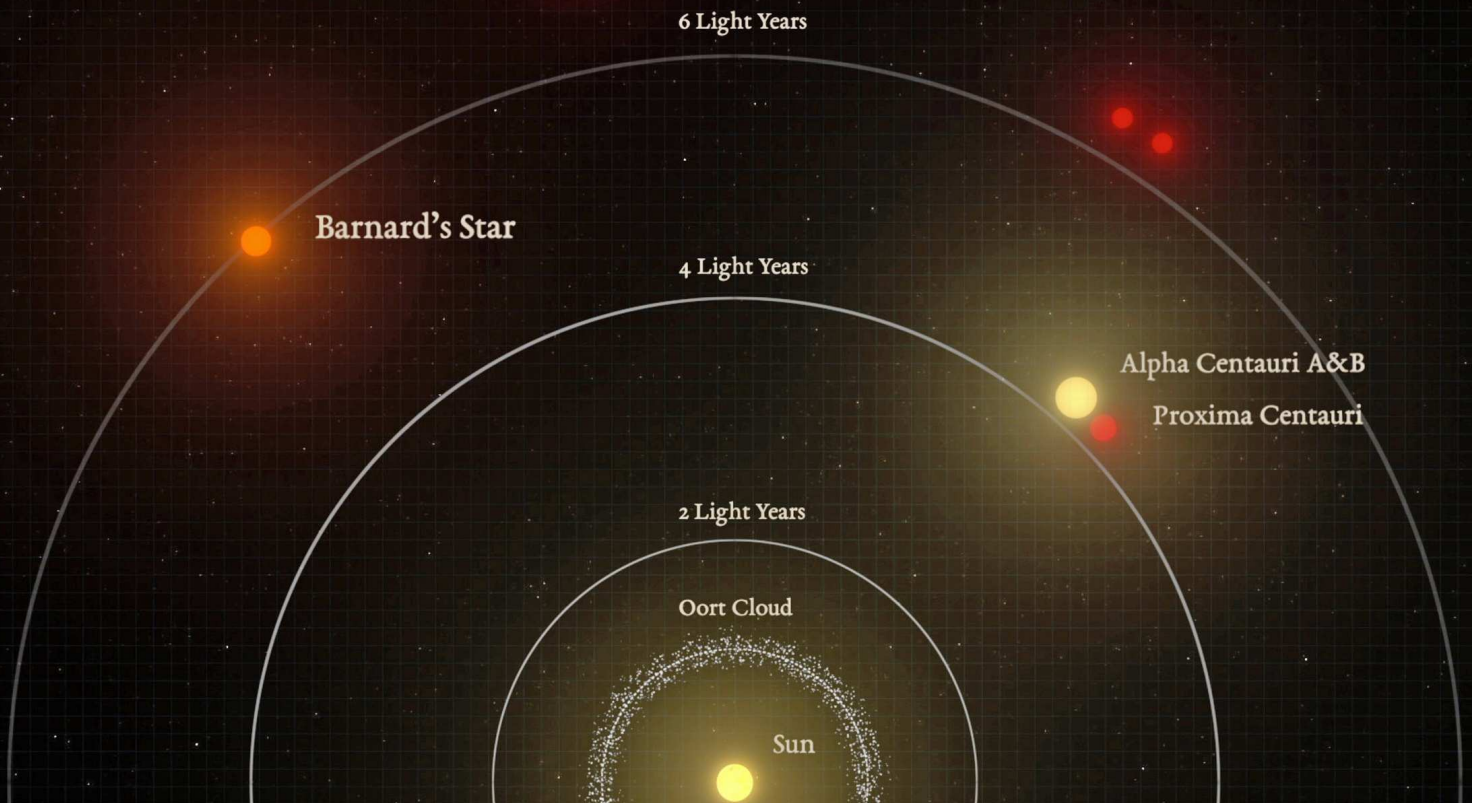
Dati ottenuti da una serie di telescopi, tra cui lo strumento HARPS dell'ESO, hanno rivelato questo mondo congelato e scarsamente illuminato. Il pianeta appena scoperto è il secondo esopianeta noto più vicino alla Terra e orbita attorno alla stella più veloce del cielo notturno. Questa immagine di fantasia mostra la superficie del pianeta.

[ESO/M. Kornmesser]

A destra, un video della serie ESOcast Light che presenta la scoperta di Barnard's Star b. [ESO]

Poco più di un secolo fa, l'astronomo americano Edward Emerson Barnard, già famoso per aver scoperto una quindicina di comete, misurò il moto proprio di una stellina di magnitudine 9,5 nella costellazione di Ofiuco, ottenendo un valore sorprendente: 10,3 arcosecondi per anno. Barnard aveva scoperto la stella più veloce di tutto il cielo notturno, così veloce da coprire un angolo grande come la Luna piena in 180 anni. Solitamente, più un oggetto appare muoversi rapidamente in cielo, più è vicino all'osservatore, e infatti quella stella è risultata distare appena 6 anni luce. Soltanto le componenti del sistema triplo di Alfa Centauri sono più vicine al Sole.





Il veloce moto proprio e la relativa vicinanza di quella stella hanno reso ancor più celebre Barnard, il cui nome fu da allora indissolubilmente legato a quell'astro.

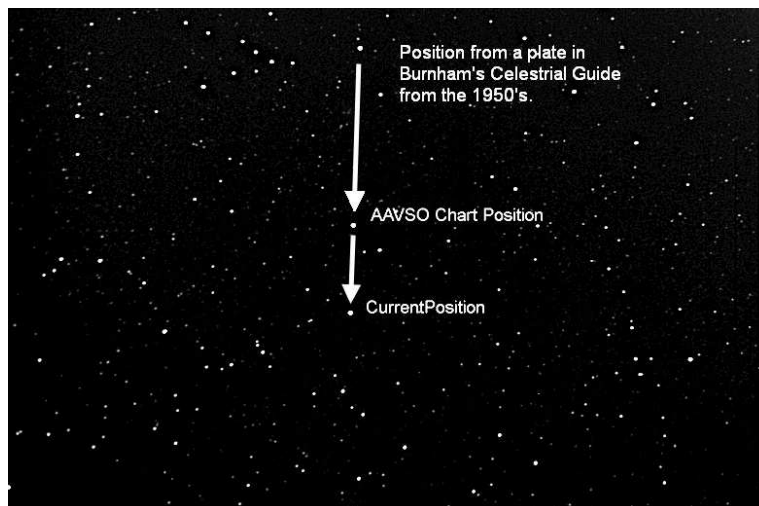
Oggi sappiamo che la Stella di Barnard è una tipica nana rossa, sensibilmente più vecchia del Sole e quindi più tranquilla delle giovani nane rosse sulla cui superficie si verificano non di rado brillamenti particolarmente intensi. L'ultimo di questi eventi sulla Stella di Barnard si verificò una ventina di anni fa e raddoppiò la temperatura superficiale.

Nei decenni che seguirono la scoperta di Barnard, l'astrometria continuò a essere fondamentale nel lavoro di molti astronomi, che proseguirono nella misurazione delle posizioni della stella sulle lastre fotografiche, al fine di migliorare le stime della parallasse e del moto proprio.

Fra quegli astronomi c'era Peter van de Kamp, olandese di nascita e statunitense di adozione, che fu direttore di osservatori e professore universitario. Verso la fine degli anni '60, van de Kamp divenne piuttosto celebre per aver annunciato la scoperta di un pia-

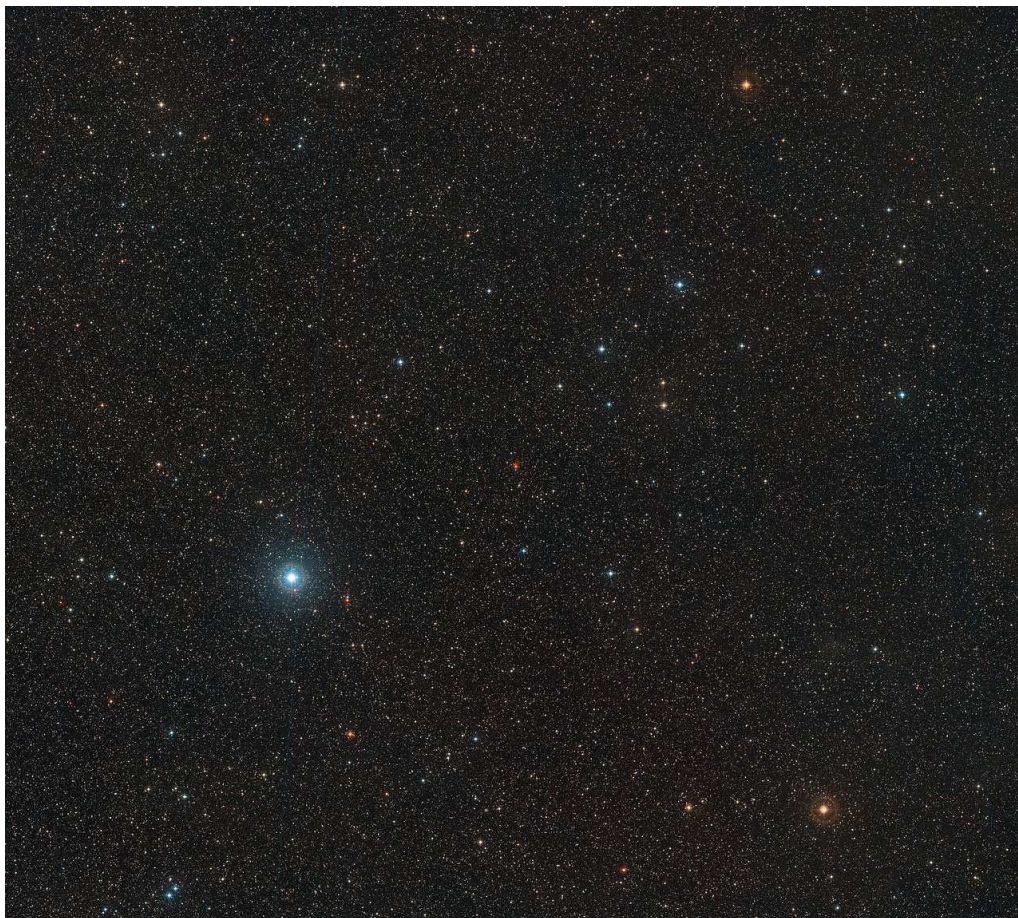
neta in orbita attorno alla Stella di Barnard. Esaminando lastre fotografiche prese fra il 1916 e il 1962, l'astronomo notò delle piccole oscillazioni nel moto rettilineo della stella, interpretabili con la presenza di un corpo 1,6 volte più massiccio di Giove, che da una distanza di 4,4 UA tirava la stella verso di sé ruotandole attorno. L'annuncio della scoperta ebbe una risonanza notevole, perché all'epoca gli unici pianeti conosciuti erano quelli del nostro sistema solare, e a dir la verità si sapeva poco anche di quelli.

Come consuetudine, altri astronomi si misero al lavoro per verificare la scoperta, e negli anni '70 divenne evidente che le anomalie riscontrate da van de Kamp non erano



Rappresentazione grafica delle distanze relative fra le stelle più vicine e il Sole. La stella di Barnard è il secondo sistema stellare più vicino al Sole, e la stella singola più vicina alla Terra (dopo il Sole). [IEEC/Science-Wave – Guillem Ramisa] A sinistra, l'elevato moto proprio della stella V2500 dell'Ofiuco, o Stella di Barnard, dagli anni '50 al 2018.

Questa immagine a campo largo mostra i dintorni della nana rossa nota come Stella di Barnard, nella costellazione di Ofiuco. L'immagine è stata creata da materiale che fa parte della Digitized Sky Survey 2. Il centro dell'immagine mostra la Stella di Barnard catturata in tre diverse esposizioni. Questa stella è la più veloce del cielo notturno e il suo ampio movimento apparente può essere visto per come cambia la sua posizione tra le successive riprese, mostrate in rosso, giallo e blu. [ESO/Digitized Sky Survey 2. Davide De Martin E – Red Dots]



imputabili a un pianeta, bensì a un problema dell'ottica del rifrattore con cui erano state prese le lastre: curiosamente, ogni volta che l'obiettivo veniva smontato, pulito e rimontato, cambiava la scala dell'immagine a seconda dei colori. È per questo motivo che le medesime, presunte oscillazioni sono poi state notate anche per numerose altre stelle, ed è sempre per questo motivo che van de Kamp e alcuni suoi collaboratori erano convinti di aver già scoperto anche altri sistemi planetari, risultati poi inesistenti. A dispetto dell'evidenza dei fatti, van de Kamp difese la sua scoperta sulle riviste specialistiche fino agli anni '80, quando ormai la precisione delle misure delle velocità radiali aveva imposto per la massa del presunto pianeta un limite molto inferiore a quello calcolato da van de Kamp, e pertanto insufficiente a produrre gli effetti osservati.

In conclusione, quel pianeta non esisteva. L'interesse degli astronomi verso la Stella di Barnard non è comunque mai scemato. Proprio per la sua vicinanza al nostro pianeta, ha continuato a essere un oggetto molto studiato con tecniche astrometriche, fotometriche e spettroscopiche. Gli ultimi due decenni di dati, raccolti in sette prestigiosi osservatori, sono confluiti in uno studio collegato al Red Dots project (che nel 2016 aveva prodotto la scoperta di Proxima Centauri b). Ciò ha permesso di concretizzare l'illusione di van de Kamp, con la scoperta di un pianeta in orbita attorno alla Stella di Barnard. L'impresa è stata realizzata grazie alla sinergia di una sessantina di ricercatori, appartenenti a una trentina di istituti scientifici, che hanno combinato quasi 800 misurazioni di velocità radiali, eseguite sulle righe di spettri ad alta risoluzione della stella.

Apriamo una breve parentesi su questa tecnica di indagine, per ricordare a grandi linee come funziona. Ogni stella si muove nella galassia e, indipendentemente dalla sua reale traiettoria spaziale, noi possiamo vederla allontanarsi o avvicinarsi (raramente può apparire ferma). Se la stella si allontana, le righe degli elementi chimici visibili nel suo spettro risulteranno leggermente spostate verso il rosso rispetto alle medesime righe di riferimento prodotte in laboratorio. Se la stella si avvicina, lo spostamento sarà verso il blu. In ogni caso, per ciascuna stella possiamo conoscere l'esatto valore dello spostamento, che rimane costante per millenni, se nel frattempo nessuna massa interviene a modificarlo. Un pianeta in orbita attorno a una stella può far oscillare sensibilmente il valore della velocità radiale. L'entità dell'oscillazione dipende essenzialmente dalla massa della stella, dalla massa del pianeta, dalla distanza che separa i due corpi e dalla loro posizione rispetto all'osservatore. Più lontano il pianeta si muove dalla retta passante per la stella e l'osservatore, minore sarà l'oscillazione rilevabile nella velocità radiale della stella. Un pianeta di taglia terrestre può spostare una stella nana solamente di pochi metri al secondo, una quantità facilmente confondibile con fenomeni legati all'attività magnetica della stella. Tutto questo per sottolineare che la ricerca di pianeti extrasolari non transitanti sul disco stellare richiede strumenti di grande potenza e spettroscopi ad altissima risoluzione, oltre che lunghi periodi di osservazione. Proprio in questa direzione ha lavo-

rato il folto team di ricercatori che, sotto la guida di Ignasi Ribas (Institut d'Estudis Espacials de Catalunya, IEEC, e Institut de Ciències de l'Espai, CSIC, Barcelona) ha scoperto Barnard's Star b.

Lo studio è iniziato riesaminando dati di archivio registrati dalla fine del secolo scorso fino al 2015. Quel database aveva suggerito la presenza di un segnale potenzialmente significativo, con periodo di circa 230 giorni, ma privo di un campionamento sufficiente a caratterizzarlo con precisione. Per confermare e capire la natura di quel segnale, il

Sullo sfondo, una veduta artistica di Barnard's Star b visto dallo spazio. [ESO/M. Kornmesser]



Questo video mostra la Stella di Barnard e la sua super-Terra. [ESO/M. Kornmesser]



team di ricercatori ha intrapreso, dal 2016 al 2017, una campagna di monitoraggio con lo spettrometro CARMENES (Calar Alto high-Resolution search for M dwarfs with Exoearths with Near-infrared and optical Échelle Spectrographs), all'Observatorio de Calar Alto (Almería, Spagna), raccogliendo misure di velocità radiale così precise da rilevare differenze di 1 m/s. Questi dati sono stati poi integrati con dati altrettanto precisi ottenuti con altri spettrografi ad alta risoluzione, come HARPS e UVES dell'ESO, in Cile, e HARPS-N del Telescopio Nazionale Galileo, alle Isole Canarie.

In questo video sorvoliamo la superficie di Barnard's Star b. [ESO/M. Kornmesser]

La combinazione delle nuove misurazioni con quelle di archivio ha evidenziato chiaramente un segnale con periodicità di 233 giorni, e ha lasciato intravedere anche una debole modulazione a più lungo termine.

La periodicità di 233 giorni è originata da una variazione della velocità radiale di appena 1,2 m/s, uno spostamento che potrebbe essere facilmente prodotto dall'attività fotosferica. I ricercatori sono però certi al 99% di poter escludere questa ipotesi, perché la Stella di Barnard mostra un livello di attività magnetica estremamente basso, un flusso di raggi X minimo, una impercettibile emissione in H-alfa, e gli indici di emissione cromosferica sono tutti trascurabili.

Monitoraggi indipendenti di tipo fotometrico e spettroscopico hanno indicato un periodo di rotazione della stella pari a 140 ± 10 giorni, che porta a escludere che il segnale di 233 giorni sia in qualche modo correlabile a strutture superficiali, come regioni attive inaspettatamente durature. Anche il fatto che la stella abbia un'età compresa fra 6 e 11 miliardi di anni depone a favore di un'attività magnetica molto blanda, incapace di produrre fenomeni persistenti per decenni. Per tutti questi motivi, Ribas e colleghi sono giunti alla conclusione che quel segnale si spiega più facilmente se prodotto da un compagno planetario, con massa minima pari a 3,2 volte quella della Terra, posto su un'orbita a bassa eccentricità, con semias-

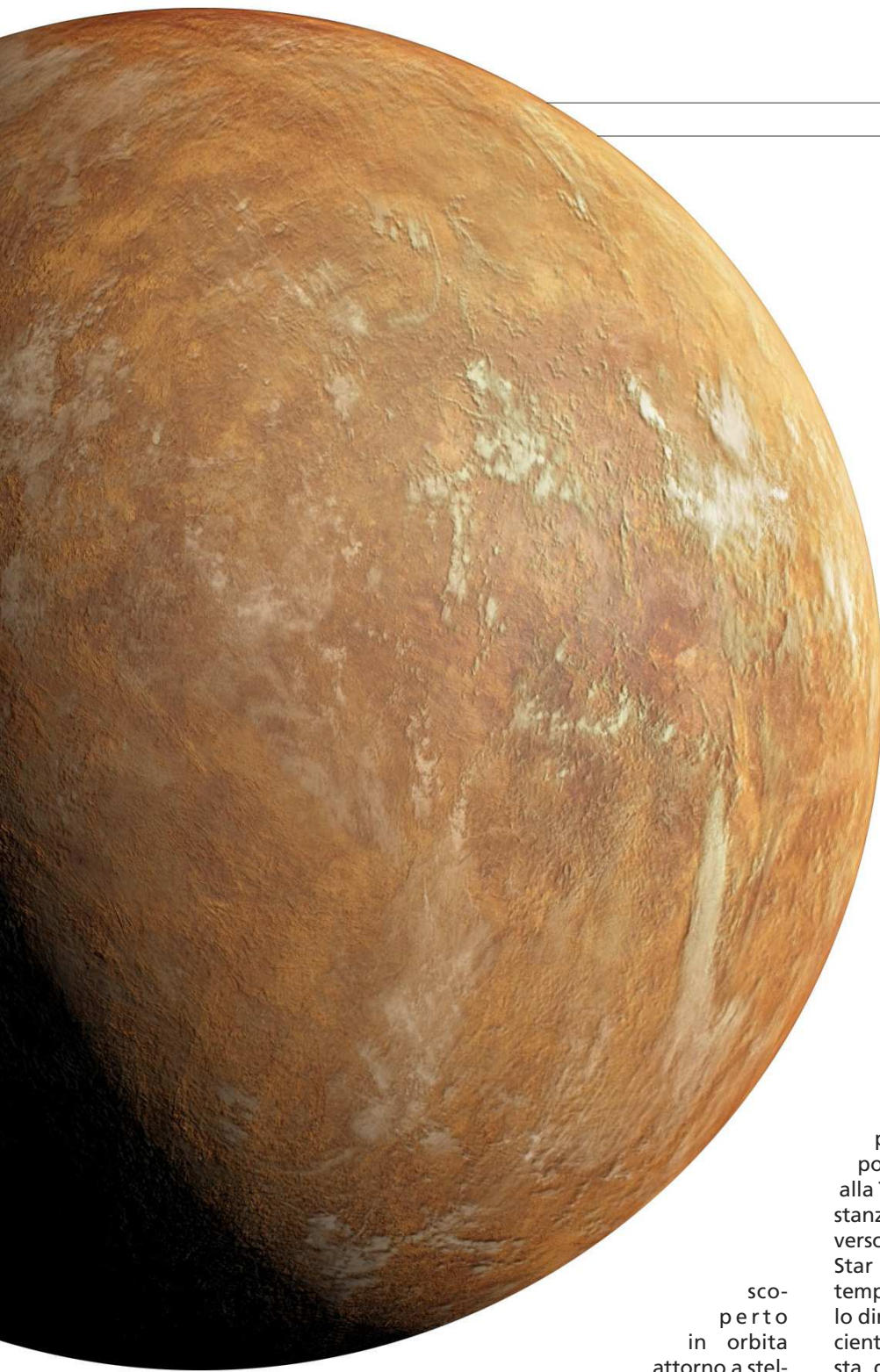
se maggiore di circa 0,4 UA.

Questa distanza, nel sistema della Stella di Barnard, corrisponde all'incirca alla cosiddetta "snow-line", dove gli elementi volatili come l'acqua sono presenti allo stato solido. Un pianeta orbitante in quella regione riceverebbe solamente il 2% dell'energia che la Terra riceve dal Sole, pertanto la temperatura superficiale di Barnard's Star b dovrebbe attestarsi fra -150°C e -170°C .

Quel pianeta non è dunque abitabile dalla vita come noi la conosciamo, e non solo a causa delle basse temperature, eventualmente mitigabili da una spessa atmosfera. Anche la massa potrebbe rappresentare un ostacolo: il valore calcolato di 3,2 masse terrestri è da considerare come limite minimo, valido per un pianeta che pur non

transitando sul disco stellare (e dietro di esso) è comunque molto prossimo alla linea visuale nei punti di massimo avvicinamento e massimo allontanamento rispetto all'osservatore. Al crescere dello scostamento da questa linea, cresce di pari passo il valore della massa. Nella più favorevole delle configurazioni possibili, Barnard's Star b pesa poco più del triplo del nostro pianeta e per questo motivo rientra nella categoria delle super-Terre, il tipo di pianeta che più frequentemente viene

Questa visualizzazione mostra le stelle più vicine al Sole ed evidenzia la posizione della Stella di Barnard. [ESO/L. Calçada/Vladimir Romanyuk (spaceengine.org). Music: Astral Electronics]



sistema maturo, potrebbe mettere in discussione alcuni aspetti delle teorie della migrazione planetaria, che sfavoriscono il mantenimento delle orbite originarie.

È comunque possibile che Barnard's Star b non sia migrato perché non disturbato nel suo moto orbitale né dalla polvere residua del disco protoplanetario, né da altri pianeti più esterni. Ciò non esclude, tuttavia, che possa esistere nel sistema di quella stella un altro pianeta, molto più esterno, la cui presenza potrebbe essere associabile a quella modulazione a lungo termine alla quale abbiamo accennato più sopra. Con riferimento a questa possibilità, nell'articolo pubblicato dal team di ricerca lo scorso novembre su *Nature* viene suggerita l'esistenza di un secondo pianeta di massa minima pari a 15 masse terrestri, in orbita a 4 UA dalla stella, ma è solo un'ipotesi. Pressoché certa è invece l'esistenza di Barnard's Star b, che diventa il secondo pianeta extrasolare più vicino a noi dopo Proxima Centauri b (che è più "simile" alla Terra). Quando la tecnologia sarà abbastanza matura da consentire l'invio di sonde verso i sistemi planetari più vicini, Barnard's Star b sarà una delle prime mete, nel frattempo riusciremo sicuramente a fotografarlo direttamente e a caratterizzarlo con sufficiente precisione. Se percorre l'orbita prevista, dovrebbe allontanarsi dalla sua stella di 220 miliardesimi di secondo, una distanza angolare sufficiente a renderlo visibile nei telescopi più potenti che saranno a disposizione degli astronomi nell'imminente futuro. Sebbene non vi siano speranze di rintracciare biomarcatori nella sua atmosfera, lo studio diretto di Barnard's Star b ci consentirà di conoscere più a fondo un tipo di pianeta che, per quanto comune nella galassia, non è presente nel nostro sistema solare. ■

sco-
per to
in orbita
attorno a stelle
di piccola massa,
uno scenario che
dà credibilità ai risultati del
team di Ribas.

È interessante notare che le attuali teorie sulla formazione planetaria prevedono che la snow-line sia la distanza più favorevole per la nascita delle super-Terre. Scoprire uno di questi pianeti sull'orbita su cui si è verosimilmente formato, all'interno di un

Visione artistica di Barnard's Star b, illuminato dalla luce arrossata della stella. [IEEC/Science-Wave – Guillem Ramisa]

Le osservazioni più dettagliate del materiale in orbita vicina a un buco nero

by ESO / Anna Wolter

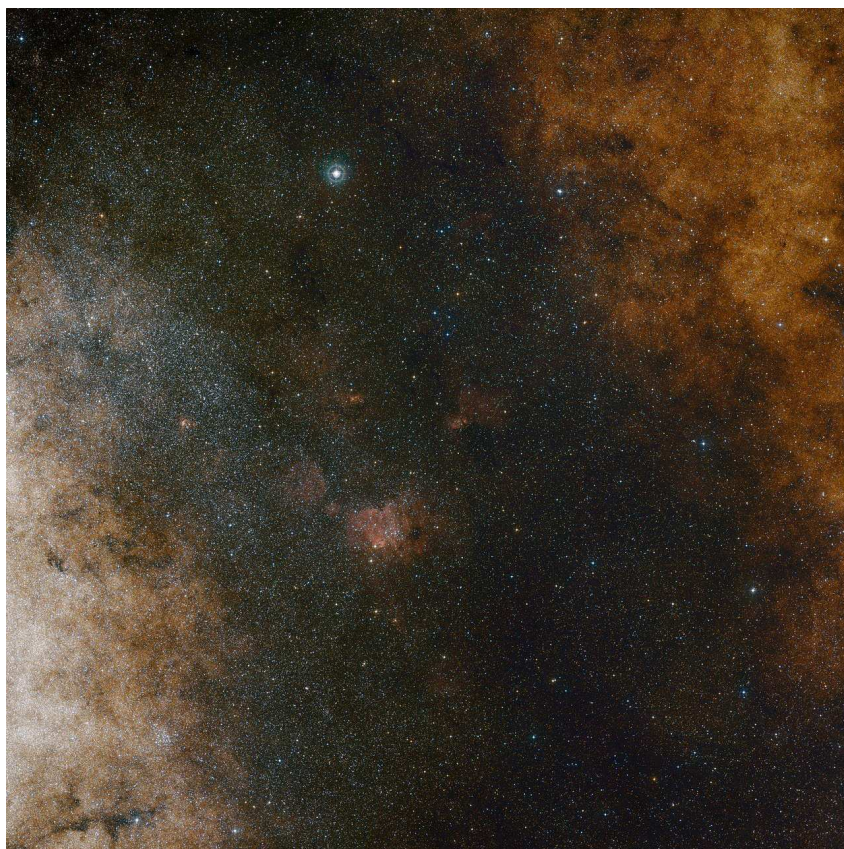
Lo strumento GRAVITY dell'ESO, straordinariamente sensibile, ha aggiunto ulteriori prove alla convinzione di vecchia data che un buco nero supermassiccio si annida nel cuore della Via Lattea. Nuove osservazioni mostrano grumi di gas che ruotano intorno al nucleo a una velocità pari a circa il 30% di quella della luce, su un'orbita circolare appena al di là di un buco nero di quattro milioni di volte la massa del Sole, è la prima volta che si osserva materiale in orbita vicino al punto di non ritorno, con le osservazioni più dettagliate di sempre di materiale in orbita così vicina a un buco nero. Questa visualizzazione sfrutta le informazioni ricavate da simulazioni di moti orbitali del gas in un'orbita circolare intorno al buco nero a circa il 30% della velocità della luce. [ESO/Gravity Consortium/L. Calçada]

agliate vicino

Lo strumento GRAVITY dell'ESO, installato sul VLT (l'interferometro del Very Large Telescope) è stato usato dai ricercatori di un consorzio di istituti europei, tra cui l'ESO, per osservare lampi di radiazione infrarossa provenienti dal disco di accrescimento intorno a Sagittarius A*, l'oggetto massiccio nel cuore della Via Lattea. I lampi osservati forniscono la conferma, da lungo attesa, che l'oggetto al centro della nostra galassia è veramente, come da lungo ipotizzato, un buco

nero supermassiccio. I lampi hanno origine nel materiale che orbita molto vicino all'orizzonte degli eventi del buco nero, rendendo queste osservazioni le più dettagliate mai fatte di materiale in orbita così vicino a un buco nero.

Mentre parte della materia nel disco di accrescimento (la cintura di gas in orbita intorno a Sagittarius A* a velocità relativistiche) può orbitare intorno al buco nero in tutta sicurezza, tutto ciò che si avvicina troppo è destinato a essere attirato al di là del-



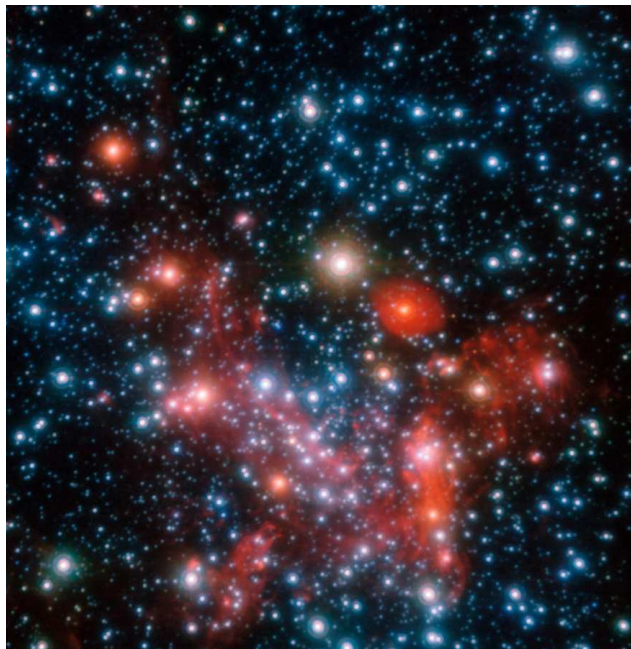
Questa panoramica in luce visibile mostra la vasta quantità di stelle nella costellazione del Sagittario, in direzione del centro della Via Lattea. L'intera immagine è piena di un enorme numero di stelle, ma molte di più rimangono nascoste dietro a nubi di polvere e vengono rivelate solo da immagini in luce infrarossa. L'immagine è stata prodotta a partire da fotografie ottenute con luce blu e rossa che fanno parte della DSS2 (Digitized Sky Survey 2). Il campo di vista è di circa 3,5 gradi x 3,6 gradi. [ESO and Digitized Sky Survey 2. Acknowledgment: Davide De Martin and S. Guisard (www.eso.org/~sguisard)]

l'orizzonte. Il punto più vicino a un buco nero in cui della materia possa orbitare senza essere irresistibilmente attratta verso l'interno dall'immensa massa è noto come l'orbita stabile più interna, e da qui hanno origine i brillamenti osservati. "È sconvolgente osservare il materiale che orbita intorno a un buco nero massiccio al 30% della velocità della luce", si meraviglia Oliver Pfuhl, uno scienziato dell'MPE. "La straordinaria sensibilità di GRAVITY ci ha permesso di osservare i processi di accrescimento in tempo reale, con un dettaglio senza precedenti."

Queste misure sono state possibili solo grazie alla collaborazione internazionale e alla strumentazione all'avanguardia utilizzata. Lo strumento GRAVITY, che ha reso possibile questo risultato, combina la luce di quattro telescopi del VLT dell'ESO per creare un super-telescopio virtuale di 130 metri di diametro ed è già stato utilizzato per sondare la natura di Sagittarius A*.

All'inizio dell'anno, GRAVITY e SINFONI, un altro strumento installato sul VLT, hanno permesso allo stesso gruppo di misurare con precisione il passaggio radente della stella S2 mentre attraversava il campo gravitazionale estremo vicino a Sagittarius A*, rivelando per la prima volta gli effetti previsti dalla relatività generale di Einstein in un ambiente così estremo. Durante il passaggio ravvicinato di S2, è stata osservata anche una forte emissione infrarossa.

"Stavamo monitorando S2 da vicino e, naturalmente, tenevamo sempre d'occhio Sagittarius A*", spiega Pfuhl. "Durante le nostre osserva-



Nell'immagine vediamo la parte centrale della nostra Galassia, la Via Lattea, come la riprende nel vicino infrarosso lo strumento NACO del VLT (Very Large Telescope) dell'ESO. Gli astronomi, seguendo per 16 anni i moti delle stelle al centro dell'immagine, hanno potuto determinare la massa del Buco Nero che si nasconde proprio nel centro galattico. [ESO/S. Gillessen et al.]

zioni, siamo stati abbastanza fortunati da notare tre lampi brillanti provenienti dal buco nero, una coincidenza fortunata!" Questa emissione, da elettroni molto energetici e molto vicini al buco nero, era visibile come tre brillamenti molto intensi e corri-

spondeva esattamente alle previsioni teoriche per i punti caldi (hot spot) in orbita vicino a un buco nero di quattro milioni di masse solari. Si pensa che i brillamenti provengano da interazioni magnetiche nel gas caldissimo che orbita intorno a

Sagittarius A*.

Reinhard Genzel, del Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE) di Garching, in Germania, che ha guidato lo studio, ha spiegato: "È sempre stato uno dei progetti che sognavamo di completare, ma non osavamo sperare che sarebbe diventato possibile così presto." Riferendosi all'assunzione che Sagittarius A* sia un buco nero supermassiccio, Genzel ha concluso che "il risultato è una conferma clamorosa del paradigma di buco nero supermassiccio." ■

Questo video inizia con una panoramica della Via Lattea e via via ingrandendo si dirige verso il centro della galassia, per terminare sulla visualizzazione dei dati ottenuti da una simulazione dei moti orbitali del gas che si muove a circa il 30% della velocità della luce su un'orbita circolare intorno al buco nero supermassiccio Sagittarius A*. [ESO/Gravity Consortium/L. Calçada/N. Risinger (skysurvey.org)]

omegon®

1000 FOTO SENZA CORRENTE

MiniTrack LX2: la prima montatura fotografica completamente meccanica



Saslong Night - Sassolungo da Col Ranser (Italo) - Photo: Cristian Fattinazzi

Immagini panoramiche come questa qui sopra adesso sono anche alla tua portata. La montatura MiniTrack LX2, completamente meccanica, funziona come un orologio. Niente corrente elettrica. Nessuna ricarica. Zero batterie. Basta collocarla sul treppiede, montare la camera e dare la carica: tutto è subito pronto per stupendi scatti panoramici della volta celeste.

✓ La meccanica di un orologio

La montatura si basa sullo stesso principio degli orologi, con un inseguimento di 60 minuti - tutto senza necessità di batterie e alimentazione elettrica. Basta dare la carica come si fa con gli orologi, e iniziare l'osservazione.

✓ Snella e compatta

Un viaggio in aereo o una escursione notturna, non importa: la MiniTrack entra in qualsiasi bagaglio e lascia anche spazio per un bel treppiede o un secondo teleobiettivo.

✓ Un robusto sistema a molla

La MiniTrack non ha bisogno di contrappeso, è il sistema a molla che assiste l'inseguimento. Così risparmi peso e ingombro.

✓ Vite integrata 1/4"

La MiniTrack è adatta a qualsiasi treppiede fotografico ed è dotata di due viti da 1/4". Così la puoi collegare per esempio a una testa a sfera e raggiungere qualsiasi regione della volta stellata.

✓ Fino a 2 kg di carico

Questa montatura permette di ottenere panoramiche ben riuscite del cielo notturno. Da un grandangolo fino a un teleobiettivo leggero le possibilità sono molteplici.

✓ Il tubo cercatore polare

Il cercatore ti permette di orientare il MiniTrack velocemente alla stella polare, ed è sufficiente per un puntamento approssimativo.



Testa a sfera, camera e treppiede non inclusi nell'offerta!

129€

Per ulteriori informazioni



MiniTrack LX2	Prodotto n.	Prezzo in euro
Montatura fotografica per l'emisfero boreale		
LxPxH in mm 210x78x30, peso 430 g	55040	129
Montatura fotografica per l'emisfero boreale compresa testa a sfera		
LxPxH in mm 210x78x130, peso 730 g	56106	159
NUOVO Montatura fotografica per l'emisfero boreale e australe		
LxPxH in mm 210x78x30, peso 490 g	57993	159
NUOVO Montatura fotografica per l'emisfero boreale e australe compresa testa a sfera		
LxPxH in mm 210x78x130, peso 790 g	60258	189

Omegon e Astroshop.it è un marchio di nimax GmbH. Salvo errori, omissioni e variazioni dei prezzi.



Cosa ne pensa la rivista „Abenteuer Astronomie“:

„La MiniTrack LX2 mantiene le promesse e in viaggio permette di scattare foto astronomiche in modo veloce e semplice, senza fastidiosi dispositivi per l'alimentazione elettrica.“

Disponibile a

Astroshop.it



Per ordine online inserisci il numero dell'articolo nel campo di ricerca!



+39 925 470012

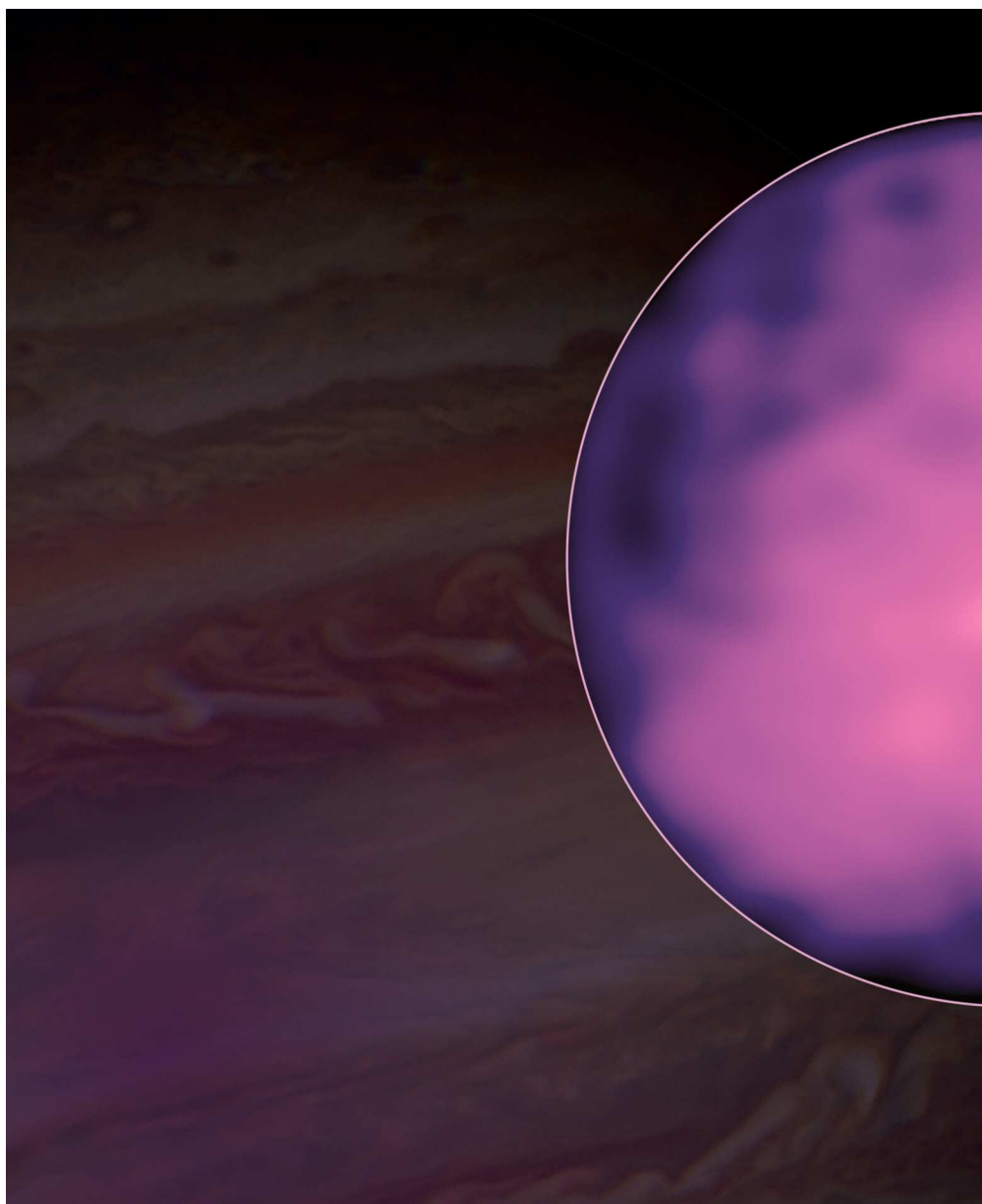
La mappa della temperatura di Europa

by ALMA Observatory

La gelida luna di Giove Europa ha un terreno superficiale caotico, che appare fratturato e incrinato, suggerendo una lunga storia di attività geologica. Una nuova serie di quattro immagini di Europa riprese con l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) ha aiutato gli astronomi a creare la prima mappa termica globale di questo satellite freddo di Giove. Le nuove immagini hanno una risoluzione di circa 200 chilometri/pixel, sufficienti per studiare la relazione tra le variazioni termiche superficiali e le principali caratteristiche geologiche della luna.

I ricercatori hanno confrontato le nuove osservazioni di ALMA di Europa con un modello termico basato sulle osservazioni della sonda Galileo. Questo confronto ha permesso loro di analizzare le variazioni di temperatura nei dati e di costruire la prima mappa globale delle strutture termiche di Europa. I nuovi dati hanno anche rivelato un enigmatico punto freddo sull'emisfero settentrionale del satellite. *“Queste immagini di ALMA sono davvero interessanti perché forniscono la prima mappa globale delle*

Immagine di ALMA della luna di Giove Europa. ALMA è stato in grado di mappare le variazioni termiche alla sua superficie. Sullo sfondo, un'immagine di Giove presa da Hubble. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), S. Trumbo et al.; NRAO/AUI NSF, S. Dagnello; NASA/Hubble]



emissioni termiche di Europa”, ha detto Samantha Trumbo, scienziata planetaria presso il California Institute of Technology e prima autrice di un articolo pubblicato su The Astrophysical Journal. “Poiché Europa è un mondo oceano con potenziale attività geologica, le sue temperature superficiali sono di grande interesse

Serie di 4 immagini della superficie di Europa prese con ALMA, che hanno permesso agli astronomi di creare la prima mappa termica globale della luna ghiacciata di Giove. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), S. Trumbo et al.]

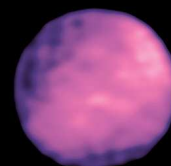
perché possono circoscrivere i luoghi e l'estensione di tali attività.”

Gli indizi suggeriscono fortemente che, al di sotto del suo sottile strato di ghiaccio, Europa ha un oceano di acqua salata a contatto con un nucleo roccioso. La luna ha anche una superficie relativamente giovane, con età di appena 20-180 milioni di anni, a significare che ci sono processi termici o geologici non ancora identificati al lavoro.

A differenza dei telescopi ottici, che possono solo rilevare la luce solare riflessa dai corpi planetari, i radiotelescopi ad onde millimetriche come ALMA possono rilevare il “bagliore” termico emesso in modo naturale anche da oggetti relativamente freddi nel nostro sistema solare, incluse comete, asteroidi e lune.

Nel suo punto più caldo, la temperatura superficiale di Europa non sale mai sopra i meno 160 gradi Celsius (meno 260 gradi Fahrenheit).

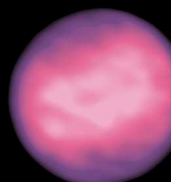
“Lo studio delle proprietà termiche di Europa offre un mezzo unico per comprenderne la superficie”, ha dichiarato Bryan Butler, astronomo del National Radio Astronomy Observatory di Socorro, nel Nuovo Messico, e coautore dell'articolo scientifico. ■



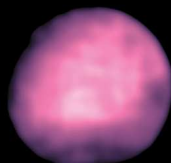
November 17th



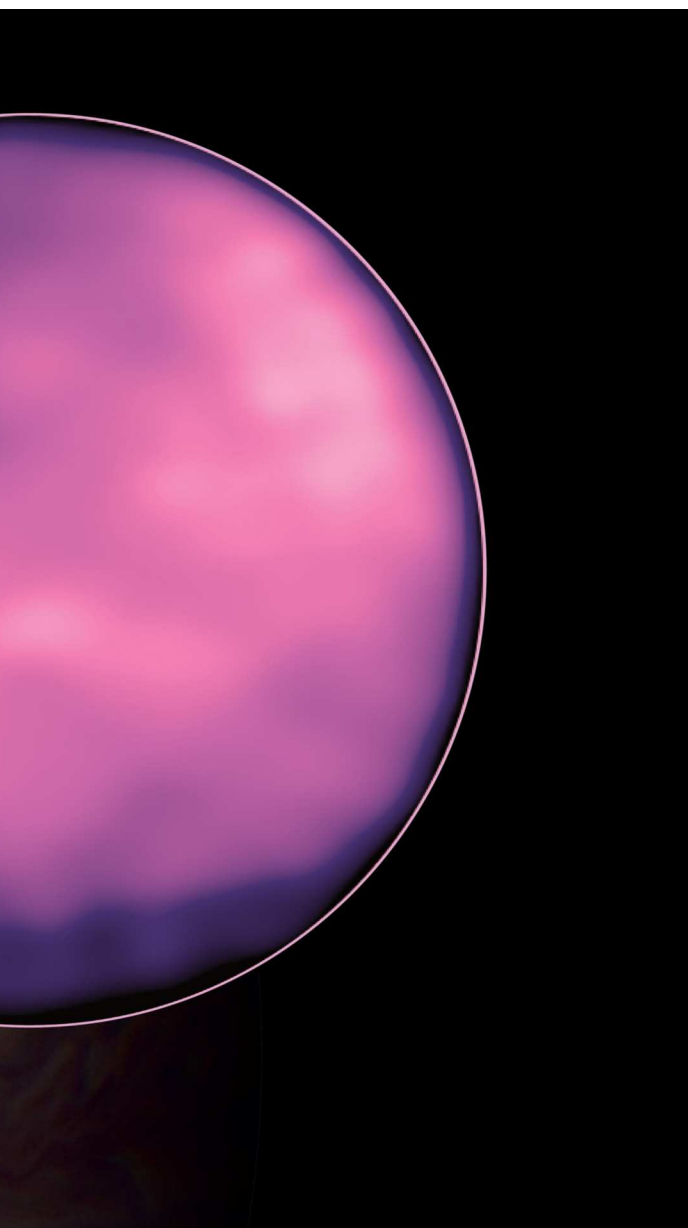
November 25th



November 26th



November 27th



Prima luce di SPECULOOS

by ESO / Anna Wolter

Lo SSO (SPECULOOS Southern Observatory) è stato installato con successo all'Osservatorio del Paranal e ha ottenuto le sue prime immagini di ingegneria e calibrazione, un processo noto come prima luce. Dopo aver terminato questa fase di rodaggio, la nuova schiera di telescopi cercatori di pianeti inizierà le operazioni scientifiche, con il vero inizio delle osservazioni nel gennaio 2019. SSO è la struttura principale di un nuovo progetto per la caccia agli esopianeti noto come SPECULOOS (Search for habitable Planets EClipping ULtra-cOOl Stars), composto di quattro telescopi dotati di specchi primari di 1 metro di diametro. I telescopi, chiamati con i nomi delle lune galileiane di Giove Io, Europa, Ganimede e Callisto, godranno di condizioni osservative incontaminate nel sito del Paranal, che ospita anche il VLT (Very Large Telescope), l'"ammiraglia" dell'ESO. Il Paranal rappresenta un sito quasi perfetto per l'astronomia, con cieli bui e un clima stabile e asciutto. Questi telescopi hanno un compito importantissimo: SPECULOOS si propone di cercare pianeti di dimensioni terrestri potenzialmente abitabili in orbita intorno a stelle ultra-fredde o nane brune, le cui popolazioni planetarie sono ancora per la maggior parte inesplorate. Solo pochi esopianeti sono stati trovati in orbita attorno a questo tipo di stelle, e ancor meno si trovano

nella zona abitabile della loro stella madre. Anche se queste stelle deboli sono difficili da osservare, sono abbondanti, rappresentano circa il 15% delle stelle nell'universo vicino. SPECULOOS è progettato per esplorare 1000 di queste stelle, tra cui la più vicina, la più luminosa e la più piccola, alla ricerca di pianeti abitabili di dimensioni terrestri. "SPECULOOS ci offre una capacità senza precedenti di individuare i pianeti terrestri che eclissano alcune delle stelle più piccole e più vicine a noi", ha spiegato Michaël Gillon dell'Università di Liegi, responsabile principale del progetto SPECULOOS. "Questa è un'opportunità unica per scoprire i dettagli di questi mondi vicini". SPECULOOS cercherà gli esopianeti usando il metodo dei transiti, seguendo l'esempio del suo prototipo TRAPPIST-South presso l'Osservatorio di La Silla dell'ESO, operativo dal 2011 e scopritore del famoso sistema planetario TRAPPIST-1. Mentre il pianeta passa davanti alla stella, ne blocca parte della luce, causando essenzialmente una piccola eclissi parziale, e provocando così un piccolissimo, ma rilevabile, oscuramento della stella. Gli esopianeti intorno a stelle madri più piccole ne bloccano una frazione maggiore di luce durante un transito, rendendo queste eclissi periodiche molto più facili da rilevare rispetto a quelle associate a stelle più grandi. Finora, solo una piccola parte degli esopianeti rilevati con questo metodo erano di dimensioni pari o inferiori alla Terra. Tuttavia, le piccole dimensioni delle stelle bersaglio di SPECULOOS, com-



I telescopi del progetto SPECULOOS Southern Observatory guardano lo straordinario cielo notturno sopra il deserto di Atacama, in Cile. [ESO/P. Horálek]

binare con l'alta sensibilità dei suoi telescopi, consentono il rilevamento di transiti di pianeti di dimensioni terrestri situati nella zona abitabile. Questi pianeti saranno ideali per le osservazioni di follow-up con grandi strutture da terra o dallo spazio. "I telescopi sono equipaggiati con camere estremamente sensibili nel vicino infrarosso", spiega Laetitia Delrez del Cavendish Laboratory, Cambridge, co-investigatrice dell'equipe SPECU-



LOOS. *“Questa radiazione è un po’ al di là di ciò che gli occhi umani possono vedere, ma è l’emissione primaria delle stelle deboli che saranno il bersaglio di SPECULOOS”*. I telescopi e i loro supporti dai colori vivaci sono stati costruiti dalla società tedesca ASTELCO e sono protetti da cupole realizzate dal produttore italiano Gambato. Il progetto riceverà il sostegno dei due telescopi TRAPPIST di 60 cm, uno presso l’Osservatorio di

La Silla dell’ESO e l’altro in Marocco. A tempo debito, il progetto includerà anche SPECULOOS Northern Observatory e SAINT-Ex, attualmente in costruzione rispettivamente a Tenerife, in Spagna, e a San Pedro Mártir, in Messico. Esiste anche la possibilità di un’interessante collaborazione futura con l’ELT (Extremely Large Telescope), il futuro telescopio di punta dell’ESO, attualmente in costruzione sul Cerro Armazones. L’ELT

sarà in grado di osservare i pianeti rilevati da SPECULOOS con un dettaglio senza precedenti, forse anche analizzando le loro atmosfere.

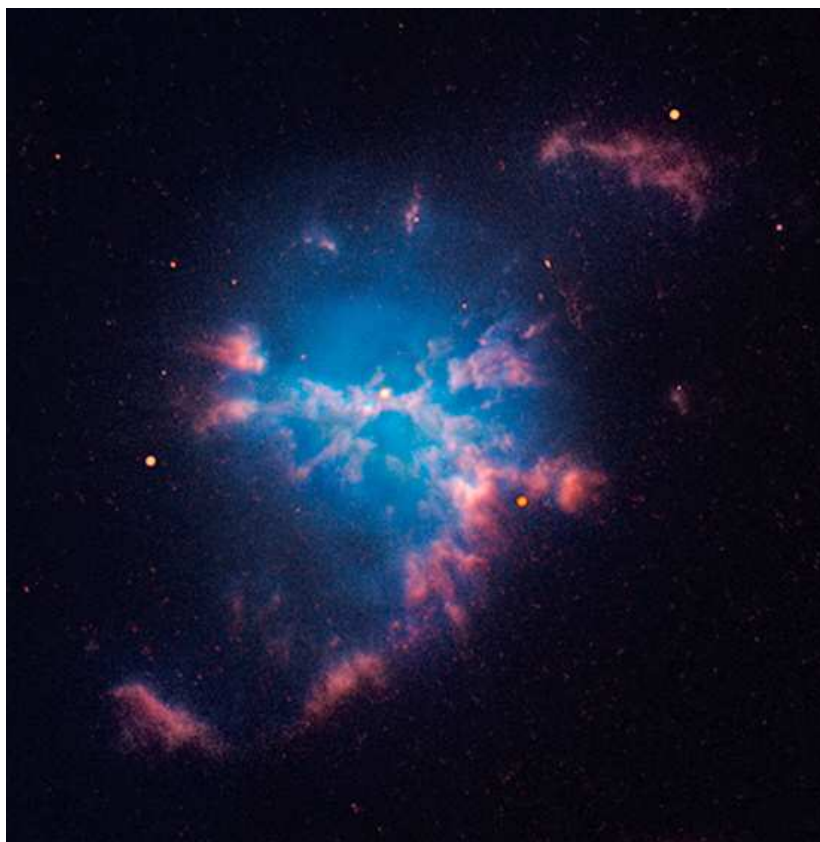
“Questi nuovi telescopi ci permetteranno di indagare nell’universo mondi vicini e simili alla Terra in modo più dettagliato di quanto avremmo potuto immaginare solo dieci anni fa”, ha concluso Gillon. *“Questi sono tempi veramente straordinari per la scienza dei pianeti extrasolari.”* ■

Due stelle quasi a contatto in una nebulosa planetaria

by IAC

Un gruppo internazionale di astronomi, guidato dall'Istituto de Astrofísica de Canarias (IAC) e dal ricercatore David Jones dell'Universidad de La Laguna (ULL), ha scoperto un sistema binario con un periodo orbitale di poco più di tre ore.

La scoperta, che ha coinvolto diversi anni di campagne di osservazione, non è solo sorprendente a causa del periodo orbitale estremamente breve, ma anche perché, a causa della stretta vicinanza delle componenti, il sistema potrebbe provocare un'esplosione di nova prima che la nebulosa di breve durata sia dissipata. I risultati dello studio sono



Un'immagine ottenuta con il telescopio spaziale Hubble della nebulosa planetaria M3-1, la cui stella centrale è in realtà un sistema binario con uno dei periodi orbitali più brevi conosciuti. [David Jones / Daniel López - IAC]

stati pubblicati nella prestigiosa rivista scientifica *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS). Le nebulose planetarie sono gusci luminosi di gas e polvere espulsi da stelle simili al Sole verso la fine della loro vita. "In molti casi vediamo che l'espulsione è innescata dall'interazione fra la stella progenitrice e un compagno vicino, e ciò porta alla vasta gamma di forme e strutture elaborate che vediamo nelle nebulose", spiega Jones. Lo studio si è concentrato sulla nebulosa planetaria M3-1, un buon candidato ad essere il prodotto di un sistema binario grazie ai suoi getti

spettacolari, solitamente formati dall'interazione di due stelle.

Secondo Brent Miszalski, ricercatore presso il telescopio SALT in Sud Africa e co-autore del lavoro, "sapevamo che doveva contenere una binaria, ecco perché abbiamo deciso di studiare il sistema per cercare di capire la relazione tra le stelle e la nebulosa che hanno formato". Le osservazioni hanno rapidamente confermato i sospetti dei ricercatori. "Quando abbiamo iniziato a osservare, è stato subito chiaro che si trattava effettivamente di una binaria, inoltre la luminosità del sistema cambiava molto rapidamente e questo potrebbe significare un periodo orbitale piuttosto breve", afferma Henri Boffin, ricercatore presso l'European Southern Observatory (ESO) in Germania. Infatti, lo studio ha rivelato che la separazione tra le stelle deve essere approssimativamente di

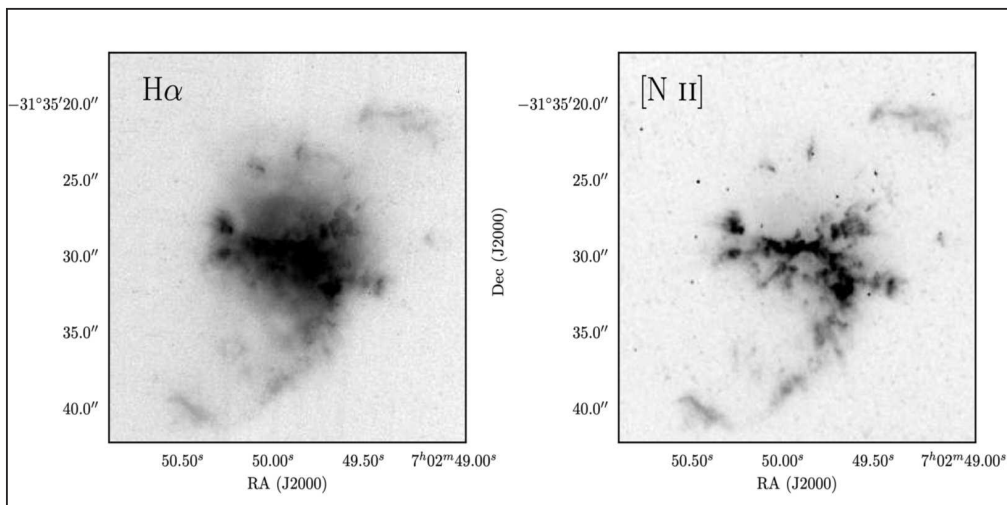


Immagine HST di archivio di M 3-1 che mostra il suo notevole nucleo filamentare e le strutture estese a forma di jet. [Jones et al.]

160000 chilometri, meno della metà della distanza tra la Luna e la Terra. Dopo varie campagne di osservazione in Cile con il Very Large Telescope (VLT) dell'ESO e il New Technology Telescope (NTT), i ricercatori disponevano di dati sufficienti per elaborare le proprietà del sistema binario, come le masse, le temperature e le dimensioni di entrambe le stelle.

"Con nostra sorpresa, abbiamo scoperto che le due stelle sono piuttosto grandi e che, essendo così vicine l'una all'altra, è molto probabile che ricominceranno a interagire di nuovo in poche migliaia di anni, forse con l'esplosione di una nuova nova" ha aggiunto Paulina Sowicka, dottoranda presso il Nicolas Copernicus Astronomical Centre, in Polonia. Il risultato contraddice le teorie correnti sull'evoluzione stellare binaria che prevedono che, dopo aver formato la nebulosa planetaria, le due stelle dovrebbero impiegare molto tempo prima di ricominciare a interagire. Nel momento in cui lo fanno, la nebulosa dovrebbe essere dispersa e non dovrebbe più essere visibile. Tuttavia, un'esplosione di nova nel 2007, conosciuta come Nova Vul 2007, è stata trovata all'interno di un'altra nebulosa planetaria, mettendo in discussione i modelli. "Nel caso di M3-1, abbiamo trovato un candidato per sperimentare un'evoluzione simile: dato che le stelle sono quasi a contatto, non dovrebbero impiegare troppo tempo prima di interagire di nuovo e, forse, produrre un'altra nova all'interno della nebulosa planetaria", ha concluso Jones. ■

Questa animazione mostra le orbite delle stelle quasi a contatto all'interno della nebulosa planetaria M3-1. [Jones et al.]

Bennu, Didym difesa planeta

di Michele Ferrara



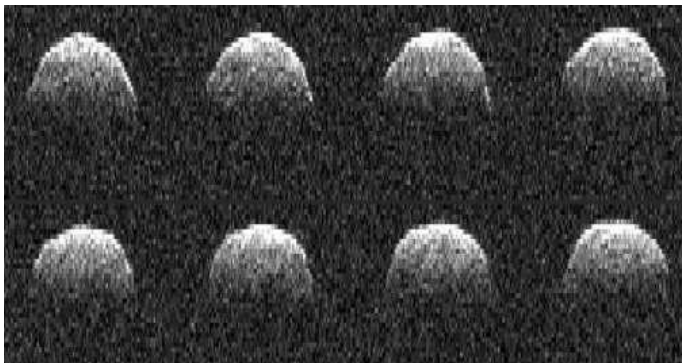
oon e la ria

La sonda OSIRIS-REx ha raggiunto la sua meta, l'asteroide Bennu, ed è entrata nella fase scientifica. Questa missione, assieme a quella della sonda Hayabusa2 attorno all'asteroide Ryugu e ad altre in fase avanzata di progettazione sono espressione della volontà di difendere il nostro pianeta da possibili collisioni con i corpi rocciosi che periodicamente incrociano l'orbita terrestre. Siamo ancora lontani da un coordinamento globale di queste iniziative, ma i primi passi sono stati mossi nella giusta direzione.

Sullo sfondo, una raffigurazione del meteoroide 2018 LA, disintegratosi il 6 giugno 2018 nell'atmosfera sopra la Botswana, solo 4 giorni dopo la sua scoperta. [NASA/JPL-Caltech]

Il 3 dicembre scorso, dopo oltre due anni di viaggio durante i quali ha percorso più di due miliardi di chilometri, la sonda OSIRIS-REx (da Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security-Regolith Explorer) della NASA ha finalmente raggiunto l'asteroide Bennu. Questa missione è quasi la fotocopia di quella della sonda giapponese Hayabusa2 sull'asteroide Ryugu e, incredibilmente, anche i due asteroidi appaiono a prima vista molto simili fra loro.

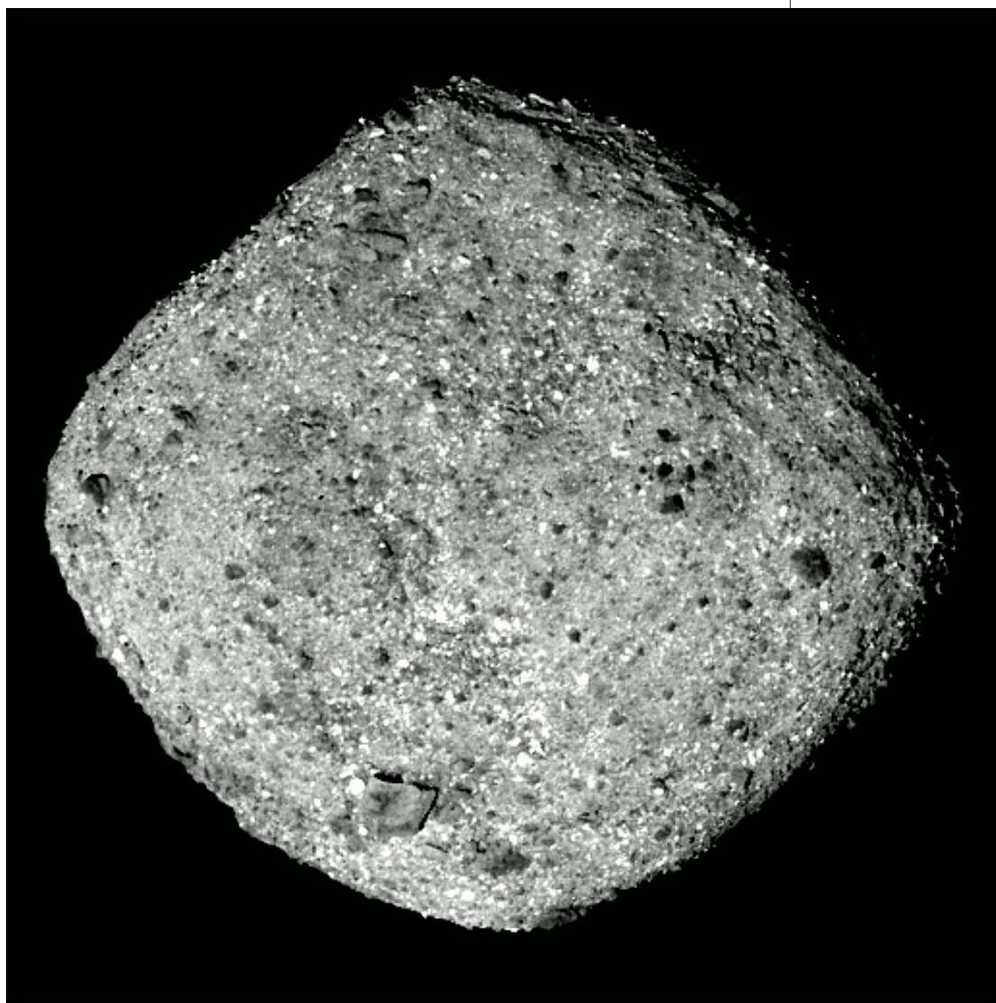
Dopo essere arrivata nei pressi dell'asteroide, OSIRIS-REx ha avviato una serie di manovre di avvicinamento, che a fine dicembre si sono concluse con l'inserimento nell'orbita operativa, a poco più di 1 km sopra la superficie. Scendendo, la sonda ha condotto una survey preliminare delle strutture superficiali da un'orbita polare. Considerando che Bennu ha un diametro di appena 492 metri, è ora il più piccolo corpo mai orbitato da una sonda.



Gli obiettivi scientifici di questa prima fase sono quelli di migliorare le stime delle proprietà fisiche e del periodo di rotazione di Bennu, e di creare un modello più preciso della sua forma. Esaminando le immagini e i dati raccolti con una suite di cinque strumenti scientifici, i tecnici di missione potranno selezionare il sito più adatto alla raccolta dell'unico campione di detriti e regolite previsto dal programma della missione. Ciò avverrà fra circa un anno, e subito dopo il campione raccolto, pesante almeno 60 grammi, sarà spedito verso il nostro pianeta, dove si prevede atterrerà nel settembre 2023, nello Utah. L'analisi in laboratorio del materiale prelevato su Bennu avrà le medesime finalità già viste per la missione Hayabusa2. I ricercatori si aspettano di ricavare informazioni sulla composizione e sulle condizioni iniziali del nostro sistema solare, e di capire se e come il materiale primordiale portato sulla Terra dagli asteroidi può aver contribuito ad arricchire il no-

stro pianeta dei composti organici da cui è nata la vita. Lo studio approfondito di Bennu, così come quello di Ryugu, ha però anche un altro importante obiettivo, ovvero quello di capire la compattezza della sua struttura interna, misurando con precisione la massa e mettendo in tal modo in evidenza i punti deboli di questo tipo di asteroidi potenzialmente pericolosi per il fatto di avere orbite che possono incrociare quella della Terra. Conosciamo quasi duemila piccoli asteroidi che in un futuro non troppo lontano po-

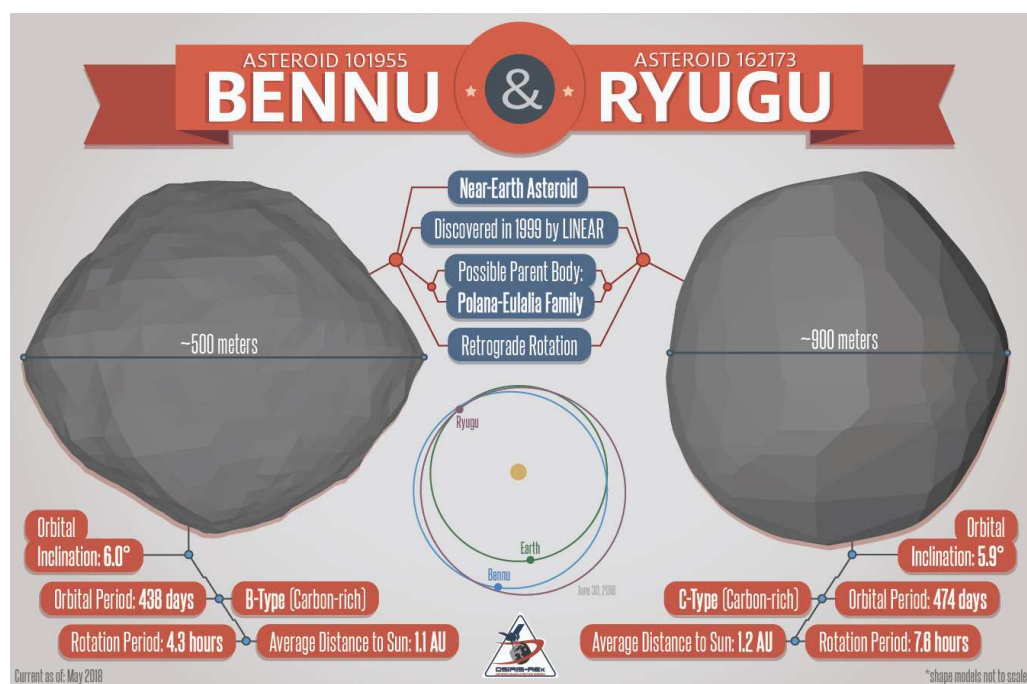
Serie di immagini radar dell'asteroide Bennu, registrate nel settembre 1999 dall'antenna del Deep Space Network di Goldstone. Nonostante la scarsa risoluzione, si intuisce già la forma (sotto) dalla sonda OSIRIS-REx. [NASA/JPL-Caltech/Goddard/University of Arizona]



Sequenza di immagini scattate dalla sonda OSIRIS-REx che mostra Benu in una rotazione completa da una distanza di circa 80 km. La fotocamera PolyCam della sonda ha ottenuto i 36 frame di 2,2 millisecondi in un periodo di 4 ore e 18 minuti. [NASA's Goddard Space Flight Center/University of Arizona] A fianco, un confronto tra gli asteroidi Benu e Ryugu. [NASA]

trebbero minacciare il nostro pianeta, e di questi uno dei più preoccupanti è proprio Benu. Non a caso la NASA lo ha scelto come soggetto da studiare accuratamente nei circa due anni previsti di attività scientifica. Dal punto di vista dinamico, i ricercatori sono particolarmente interessati alle forze non gravitazionali, e quindi meno prevedi-

bili, che muovono l'asteroide. La più rilevante di queste forze è nota come "effetto Yarkovsky" e consiste in una piccola spinta che l'asteroide dà a sé stesso quando, ruotando sul proprio asse, rilascia dall'emisfero notturno il calore accumulato quando quell'emisfero era esposto alla radiazione solare. Per quanto piccola possa essere quella spinta, ogni variazione di orbita può risultare inaspettatamente amplificata sul lungo periodo dalle perturbazioni gravitazionali dei pianeti e di altri corpi massicci. Poiché tanto più si proietta nel futuro la posizione di un asteroide e tanto più cresce il margine di errore attribuibile alle perturbazioni gravitazionali, a maggior ragione quella posizione diventa ancor più incerta se agiscono sul moto dell'asteroide anche altre forze molto meno quantificabili di quella gravitazionale. E in questo contesto, l'effetto Yarkovsky è decisamente difficile da quantificare, perché la sua intensità ed efficienza dipendono dalla riflettività, dalla composi-



zione, dalla distribuzione e dalla conformazione del materiale superficiale, fattori che evidentemente non sono generalizzabili. È evidente che solo uno studio in situ delle singole tipologie di superfici può fornire informazioni esaurienti. Di qui l'importanza di una missione come quella di OSIRIS-REx.

Attraverso simulazioni matematiche gli astronomi hanno già calcolato come cambierà nel futuro l'orbita di Bennu, tenendo conto delle perturbazioni gravitazionali che subirà da parte del Sole, dei pianeti, della Luna e di altri asteroidi. Nel computo è stata inserita anche una stima approssimativa dell'effetto Yarkovsky. I risultati delle simulazioni dicono che nel 2054, 2060, 2080 e 2135, Bennu passerà a una distanza dalla Terra inferiore a 7,5 milioni di km. Ad ogni passaggio, la traiettoria dell'asteroide sarà influenzata dalla massa del nostro pianeta e dalla massa della Luna, e ciò rende oggi più incerta la posizione dell'asteroide già dopo il passaggio ravvicinato del 2060, quando Bennu si troverà a circa il doppio della distanza della Luna, in una fi-



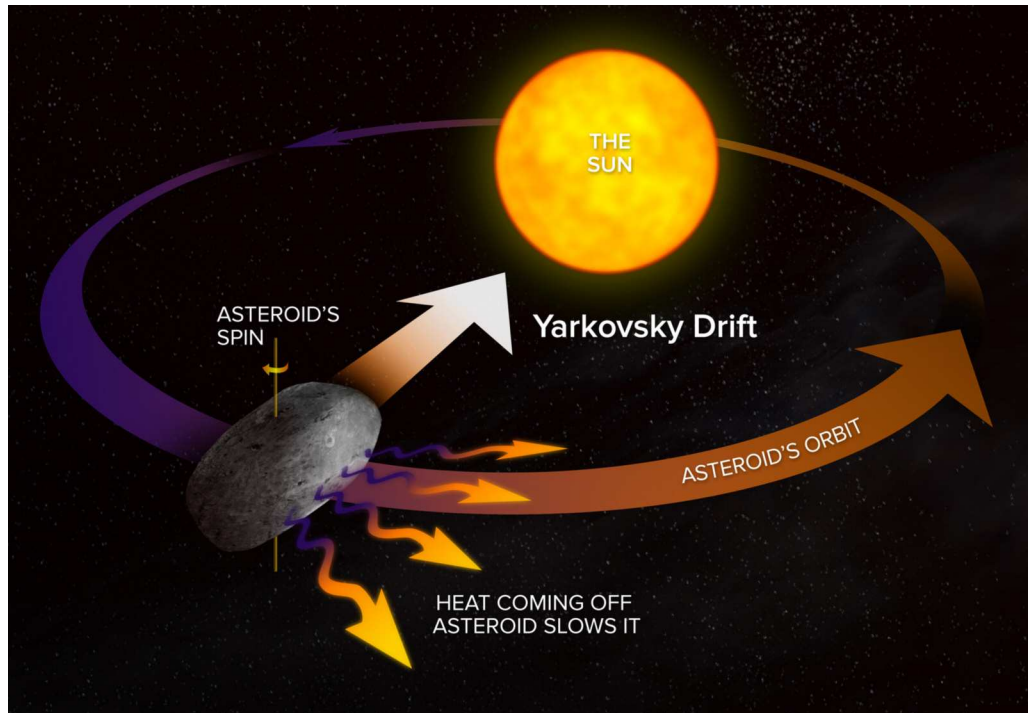
nestra di spazio ampia 30 km. Anche una minima imprecisione nelle previsioni attuali potrebbe risultare pericolosamente amplificata nei passaggi successivi, per i quali la finestra di incertezza cresce col tempo.

Nel 2080 sarà di 14000 km, tutto sommato rassicurante, ma per il passaggio del 2135, l'incertezza nella posizione di Bennu arriva a 160000 km, e poiché quel passaggio sarà il più ravvicinato alla Terra dei prossimi secoli, è intuibile che un'incertezza di quella ampiezza non è affatto rassicurante, soprattutto se consideriamo che il valore dell'ef-

effetto Yarkovsky per quell'asteroide potrebbe essere sensibilmente diverso da quello stimato. Ecco perché è così importante conoscere con precisione il bilancio energetico di Bennu e tracciare accuratamente la sua orbita, seguendo i segnali radio che per un paio di anni OSIRIS-REx invierà verso le nostre antenne.

Questo render mostra OSIRIS-REx che tocca l'asteroide Bennu con il Touch-And-Go Sample Arm Mechanism or TAGSAM. [NASA's Goddard Space Flight Center] A sinistra, a metà del 2020 la sonda OSIRIS-REx utilizzerà il suo dispositivo TAGSAM per sollevare e raccogliere un campione di materiale sfuso dalla superficie dell'asteroide. Quel materiale raggiungerà la Terra nel 2023 per essere studiato. [NASA/Goddard/University of Arizona]

L'effetto Yarkovsky è il cambiamento nell'orbita di un asteroide per il calore termico che rilascia. Questo effetto può aiutare gli scienziati a studiare le orbite di vari asteroidi e persino a prevedere se qualcuno di essi arriva pericolosamente vicino al nostro pianeta. [Alexandra Bolling, NRAO/AUI/NSF] In basso, le emissioni naturali o indotte di calore o elementi volatili dalla superficie di un asteroide producono piccole variazioni nella velocità orbitale che non vanno sottovalutate. [ESA - Science Office]



Gli astronomi hanno calcolato che da quando Bennu è stato scoperto (1999), l'effetto Yarkovsky ha spostato la sua orbita di quasi 6 km verso il Sole. Può sembrare una quantità trascurabile, ma su periodi secolari e con la possibile amplificazione operata dalle

perturbazioni gravitazionali, quel modesto valore potrebbe nascondere una reale minaccia. È utile ricordare che se un asteroide di mezzo chilometro di diametro e 40 milioni di tonnellate di peso, come Bennu, dovesse caderci addosso, libererebbe un'energia pari a 80000 bombe atomiche come quella di Hiroshima e provocherebbe distruzioni su scala continentale, con pesanti conseguenze per l'intero pianeta. Esperti del Center for Near-Earth Object Studies (CNEOS) del Jet Propulsion Laboratory della NASA prevedono che nella seconda metà del prossimo secolo, più precisamente



nel 2175 e nel 2196, Bennu si avvicinerà abbastanza alla Terra da avere 1 probabilità su 2700 di colpirla. Sebbene il verificarsi dell'evento appaia piuttosto remoto, per come conosciamo oggi l'effetto Yarkovsky su quell'asteroide le probabilità potrebbero aumentare sensibilmente dopo la missione OSIRIS-REx.

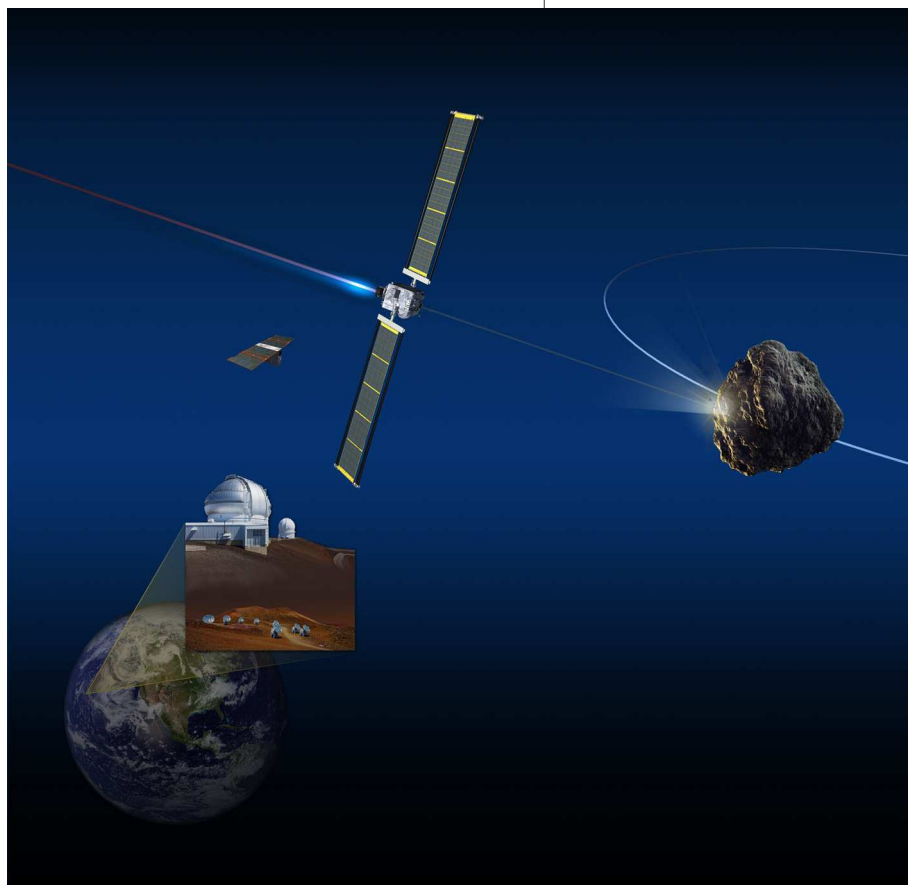
Ridurre già oggi il margine di incertezza nelle posizioni future di Bennu (e degli altri asteroidi potenzialmente pericolosi) è determinante al fine di evitare una collisione col nostro pianeta. A differenza di quanto accade nei film di fantascienza, non siamo in grado di distruggere con testate nucleari un asteroide, né piccolo né, tanto meno, grande. L'unica difesa realistica è modificare opportunamente l'orbita dell'oggetto con decenni o secoli di anticipo rispetto alla data del possibile impatto, e lasciare che le perturbazioni gravitazionali dei corpi maggiori agiscano successivamente in nostro favore. Maggiore è l'anticipo con cui si interviene, minore è l'energia necessaria per variare una determinata orbita.

Già da diversi anni sono stati avviati programmi di difesa planetaria, il cui scopo è testare le tecniche di deviazione di piccoli asteroidi. In sintesi, si pianifica di imprimere a quegli oggetti una spinta ben precisa, colpendoli con veicoli spaziali lanciati ad alte velocità, eventualmente rafforzando la spinta con l'esplosione di testate nucleari. Uno di questi programmi è il Double Aste-

roid Redirection Test (DART) della NASA, una missione spaziale (derivata dalla Asteroid Impact and Deflection Assessment, ora cancellata), già in fase finale di progettazione e di inizio assemblaggio. Il suo obiettivo è quello di far schiantare una navicella contro Didymos, la piccola luna dell'asteroide 65803 Didymos.

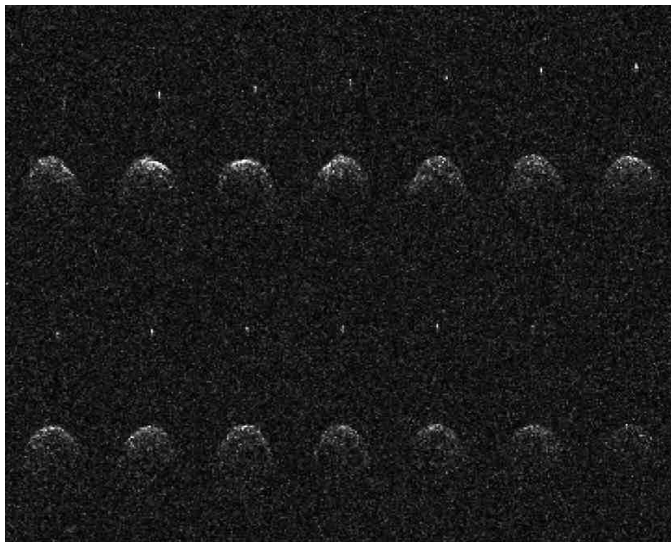
La missione DART dovrebbe realizzarsi nel 2022 o nel 2024. La navicella è di fatto un impattatore con massa di 500 kg, dotato dei soli strumenti di navigazione. Didymos

A sinistra, una animazione che illustra come DART (Double Asteroid Redirection Test) della NASA mira e colpisce l'elemento più piccolo dell'asteroide binario Didymos, per dimostrare come un impatto cinetico possa potenzialmente reindirizzare un asteroide, come parte del programma di difesa planetaria. Sotto, un poster del concept della missione DART. [NASA/JHUAPL]



Quattordici immagini radar di Arecibo dell'asteroide near-Earth Didymos e della sua luna, prese nel novembre 2003. I dati fotometrici indicano che Didymos è un sistema binario e le immagini radar mostrano distintamente il corpo secondario. [National Science Foundation]

è un piccolo asteroide di 780 metri di diametro, separato di appena 1,1 km da Didymoon, il cui diametro non supera i 160 metri. Pur transitando periodicamente a una frazione di unità astronomica dalla Terra, questo sistema binario non rientra nella categoria degli asteroidi potenzialmente pericolosi, e pertanto qualunque intervento oggi possibile sulle loro orbite non li renderà più minacciosi. Nella fattispecie, gli effetti che l'esperimento DART produrrà saranno molto modesti. I progettisti della missione prevedono che la navicella

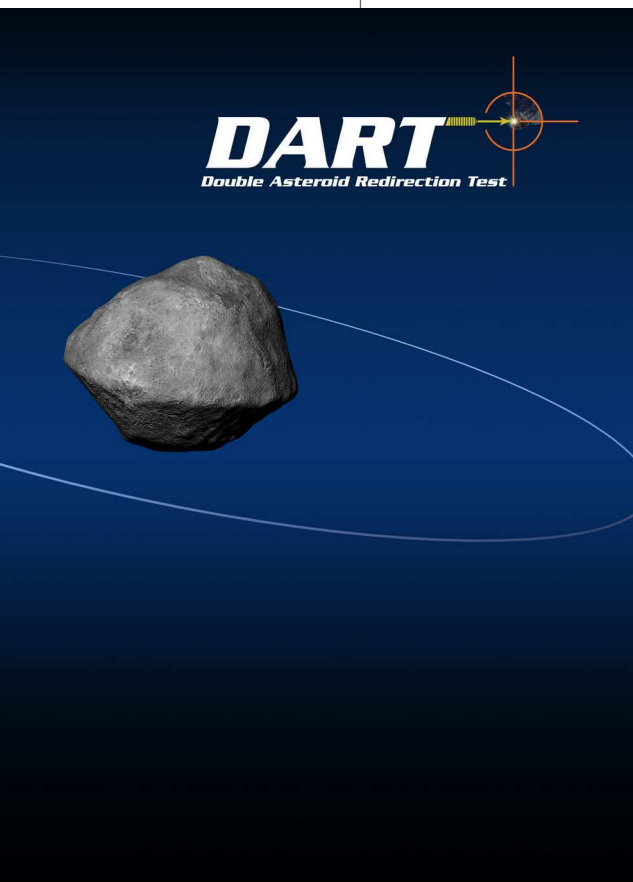


colpirà centralmente Didymoon a una velocità di 6 km/s e varierà la velocità orbitale dell'asteroide di circa mezzo millimetro per secondo, che si tradurrà in una variazione del periodo orbitale attorno a Didymos di una decina di minuti. Queste variazioni avranno ripercussioni sull'orbita eliocentrica del sistema binario (oggi percorsa in 770 giorni), con il risultato che la velocità orbitale cambierà di circa 0,4 mm/s. È un valore apparentemente insignificante, ma in realtà supera quello attribuibile all'effetto Yarkovsky, e se proiettato su un periodo di un secolo produce una differenza di posizionamento spaziale di oltre un milione di km!

Tutti gli effetti dell'esperimento DART saranno seguiti dalla

Terra con telescopi ottici e radio, e sarà possibile dimostrare che la minaccia rappresentata dagli asteroidi potenzialmente pericolosi può essere mitigata intervenendo con largo anticipo sulle loro orbite. A complemento di quanto già detto, ecco due commenti di ricercatori direttamente impegnati nel progetto. Il primo di Tom Statler, program scientist per DART al NASA Headquarters: "Un asteroide binario è il laboratorio naturale perfetto per questo test. Il fatto che Didymoon sia in orbita attorno a Didymos rende più facile vedere i risultati dell'impatto". Il secondo di Andy Cheng del Johns Hopkins Applied Physics Laboratory in Laurel, Maryland, DART investigation co-lead: "DART è un passo fondamentale per dimostrare che possiamo proteggere il nostro pianeta da un futuro impatto con un asteroide. Poiché non sappiamo molto sulla loro struttura interna o composizione, dobbiamo eseguire questo esperimento su un vero asteroide. Con DART, possiamo mostrare come proteggere la Terra da un attacco asteroidale con un impattatore cinetico, inserendo l'oggetto pericoloso in una traiettoria di volo diversa che non minaccerà il pianeta".

DART sarà solo un primo, timido passo verso la realizzazione di programmi internazionali di difesa planetaria, ma è un buon inizio per riuscire a prevenire l'unica catastrofe naturale che può essere evitata. ■



Una chiamata per il freddo

by ESA



Carmen lavora nel laboratorio di Concordia.
[ESA/IPEV/PNRA-Filippo Cali Quaglia]

Mentre l'emisfero nord inizia a sentire il freddo invernale che si avvicina, le stazioni di ricerca in Antartide stanno uscendo dal loro lungo buio invernale e attendono l'arrivo di nuovi rifornimenti dopo aver vissuto mesi in isolamento. Un'esperienza davvero unica, l'ESA sta chiamando i medici ricercatori a trascorrere un anno sul ghiaccio per studiare come gli esseri umani si adattano a vivere in ambienti estremi, come alternativa al volo spaziale. Hai quello che serve? La stazione di ricerca franco-italiana Concordia, in Antartide, ha a che fare con temperature fino a -80°C , niente luce solare per quattro mesi e nessun accesso durante l'inverno, è uno degli avamposti umani più remoti e isolati. La sua posizione unica e le condizioni estreme offrono all'ESA la possibilità di studiare come gli umani si adattano a vivere lontano da casa, come fosse un avamposto nello spazio o su un altro pianeta.

L'attuale dottoressa di ricerca dell'ESA nel sud, Carmen Possnig, si comporta come un astronauta sulla stazione spaziale internazionale, eseguendo esperimenti per ricercatori che operano in ambienti più confortevoli ma meno interessanti, registrando i dati per l'analisi. La squadra di 15 persone che vive a Concordia per tutto l'inverno ha iniziato a preparare l'arrivo degli "scienziati dell'estate" a novembre. Dopo mesi di vita da soli, la stazione di ricerca ospita ora circa 80 scienziati che affollano Concordia per controllare apparecchiature, impostare sensori ed eseguire esperimenti per alcune settimane. Carmen sarà sostituita dalla dottoressa danese Nadja Albertsen che si sta preparando per il suo soggiorno nel sud, studiando gli esperimenti che condurrà al centro astronauti dell'ESA a Colonia, in Germania, e presso i centri delle organizzazioni che possiedono e gestiscono la stazione di Concordia, French Polar Institute IPEV e Italian Polar Institute PNRA. Nadja si occuperà di ricerche su come l'isolamento cambia il cervello e la pressione sanguigna delle persone e cercherà gli estremofili che potrebbero sopravvivere al freddo estremo. Jennifer Ngo-Anh dell'ESA, responsabile della scienza nello spazio per l'esplorazione umana e robotica, spiega: "Il lavoro svolto dal nostro medico in Antartide è indi-

spensabile per prepararsi a lunghe missioni di esplorazione oltre la nostra luna. L'ambiente è duro e l'esperienza non sarà una passeggiata nel parco, ma avrai fatto la tua parte per approfondire l'esplorazione umana del nostro sistema solare e garantisco che non lo dimenticherete mai."

Concordia che "raggiunge le stelle".
[ESA/IPEV/PNRA-B. Healey]



spensabile per prepararsi a lunghe missioni di esplorazione oltre la nostra luna. L'ambiente è duro e l'esperienza non sarà una passeggiata nel parco, ma avrai fatto la tua parte per approfondire l'esplorazione umana del nostro sistema solare e garantisco che non lo dimenticherete mai."

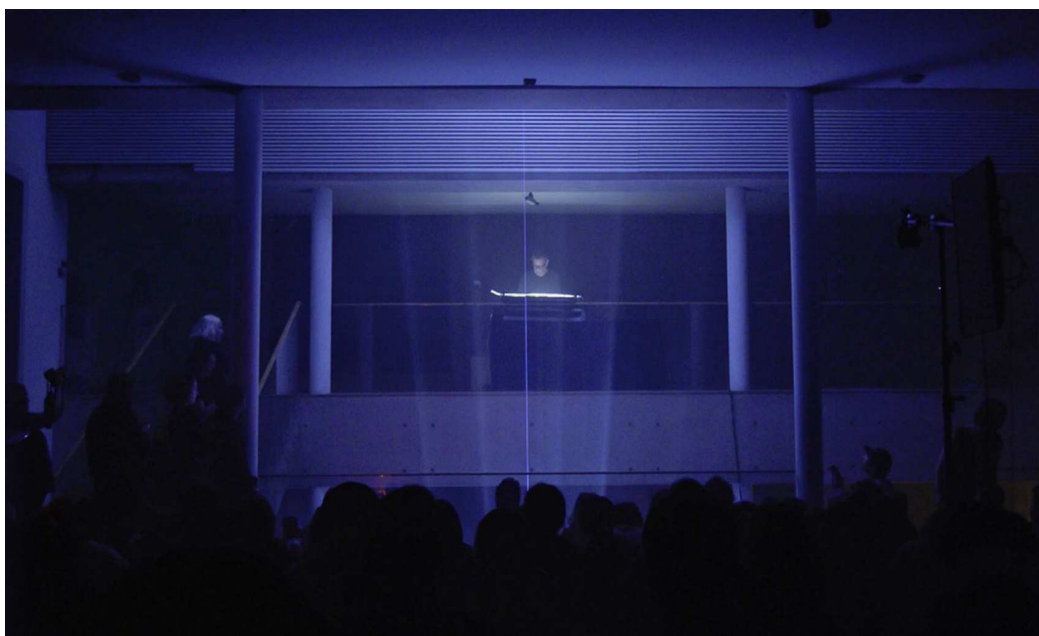
Ti interessa l'avventura di una vita o conosci qualcuno che potrebbe essere interessato? L'ESA sta cercando il prossimo medico di ricerca, che si recherà a Concordia nel 2019 per condurre esperimenti in questo ambiente unico. È richiesta una laurea in medicina e una nazionalità di uno stato membro dell'ESA. ■

Stazione Concordia
[ESA/IPEV/PNRA-C. Possnig]

CERN, ALMA ed ESO lanciano il programma d'arte Symmetry

by ALMA Observatory

Il programma Symmetry è stato lanciato per favorire lo scambio interdisciplinare tra artisti e scienziati che lavorano o vivono in Cile e Svizzera. Unisce il soggiorno di due artisti in tre dei più affascinanti centri di ricerca scientifica del mondo: il Large Hadron Collider del CERN, a Ginevra, in Svizzera, e gli osservatori astronomici ALMA e VLT a Cerro Paranal, in Cile. Symmetry inviterà un artista dal Cile e un artista dalla Svizzera per un soggiorno condiviso in ogni paese. L'esperienza cerca di connettere gli artisti con la comunità di fisici e ingegneri per approfondire le sfide della scienza contemporanea attraverso tecnologie avanzate che esplorano e osservano la Natura. "Sono orgogliosa di lanciare Symme-



I nomi degli artisti che parteciperanno alla prima versione del programma di residenza Symmetry sono stati annunciati al quarto Meeting of Art, Science and Digital Culture, al Museo di arti visive (MAVI) di Santiago, in Cile. Nell'immagine, il concerto visivo di Carlos Cabezas, musicista cileno, fondatore della band Electrodomésticos, che ha presentato il risultato del suo soggiorno ad ALMA. [Benjamin Matte, CChV]

try, che sono sicura darà un contributo significativo alle attuali sfide del pensiero interdisciplinare, promuovendo conversazioni profonde e dialogo tra artisti e scienziati in Cile

e Svizzera", dice Monica Bello, Head of Arts del CERN.

In questa prima versione, 8 artisti di ogni paese sono stati invitati a presentare i loro lavori, che sono stati

esaminati dai membri delle istituzioni partecipanti per selezionare i candidati finali per far parte del soggiorno: Nicole L'Huillier dal Cile e Alan Bogana dalla Svizzera. L'annuncio della selezione degli artisti è stato fatto al quarto Meeting of Art, Science and Digital Culture, al Museo di arti visive (MAVI) di Santiago, in Cile.

Il Ministro della Cultura, Arte e Patrimonio, Consuelo Valdés, che ha partecipato all'evento e sostiene l'iniziativa, ha evidenziato le alleanze dietro questo progetto e ha rivelato che:

"Siamo convinti che il dialogo tra arte, scienza e cultura ci nutrirà di esperienze significative per lo sviluppo culturale per cui lavoriamo tutti".

Gli artisti selezionati visiteranno il remoto altopiano di Chajnantor nelle Ande cilene settentrionali, dove si trovano le 66 antenne del ra-



diotelescopio ALMA, e anche il Very Large Telescope, un osservatorio situato a Cerro Paranal, vicino ad Antofagasta. In Svizzera, gli artisti saranno ospitati al CERN di Ginevra.

"Sono molto lieto che VLT e ALMA siano parte di questa iniziativa, perché l'arte e la scienza sollevano lo

L'artista Laura Couto Rosado con il partner scientifico James Beacham al CERN. [Sophia Elizabeth Bennett/CERN]

spirito e ci ricordano l'importanza di valorizzare la dimensione della creatività, della curiosità e della scoperta che, in un certo senso, ci definisce come umani e che quindi non dovrebbe mai essere dimenticata", aggiunge Claudio Melo, rappresentante del European Southern Observatory (ESO) in Cile.

Symmetry è una collaborazione tra Arts al CERN, ALMA, ESO e la cilena Corporation of Video and Electronic Arts, resa possibile grazie al sostegno del Consiglio svizzero delle arti Pro Helvetia e del Ministero delle Culture, delle Arti e del Patrimonio del Cile, attraverso la sua nuova area mediatica. *"Il soggiorno condiviso di due artisti in due dei più straordinari centri di ricerca nei campi dell'astronomia e della fisica delle particelle ci consentirà di espandere ed esplorare le connessioni tra nuove forme creative",* conclude Enrique Rivera, direttore della Corporation of Video and Electronic Arts. ■

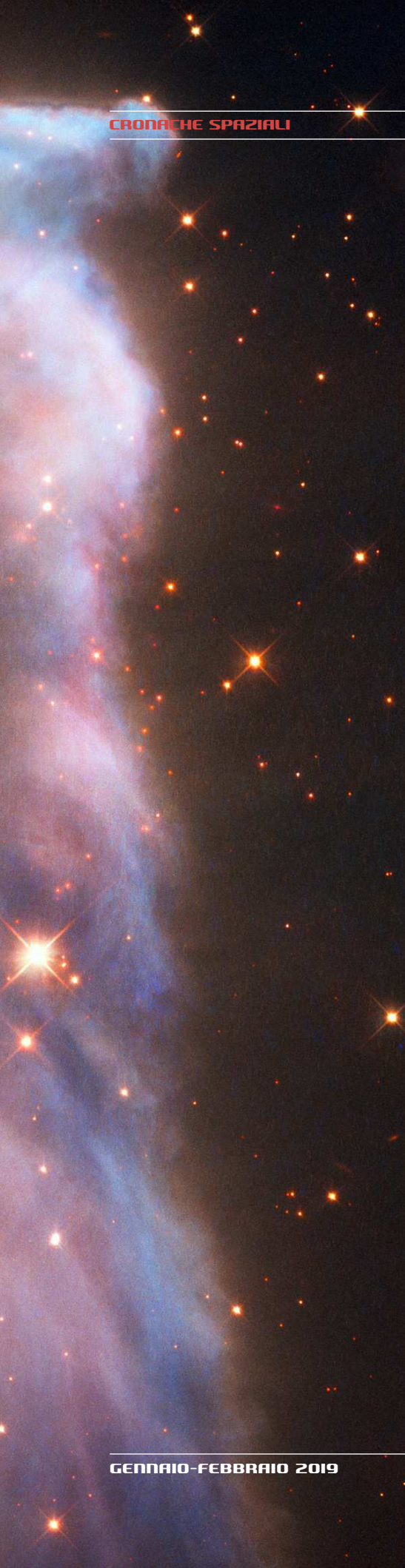


Nell'immagine, il Ministro della Cultura del Cile parla con il direttore delle arti al programma del CERN, Monica Bello. [Benjamin Matte, CChV]

Il fantasma di Cassiopea

by NASA/ESA

C 63, soprannominata *Nebulosa Fantasma*, è a circa 550 anni luce dalla Terra. La nebulosa è classificata sia come nebulosa a riflessione, in quanto riflette la luce di una stella vicina, sia come nebulosa a emissione, in quanto rilascia radiazione idrogeno-alfa. Entrambi gli effetti sono causati dalla gigantesca stella *Gamma Cassiopeiae*. La radiazione di questa stella sta lentamente causando anche la dispersione della nebulosa. [ESA/Hubble, NASA]



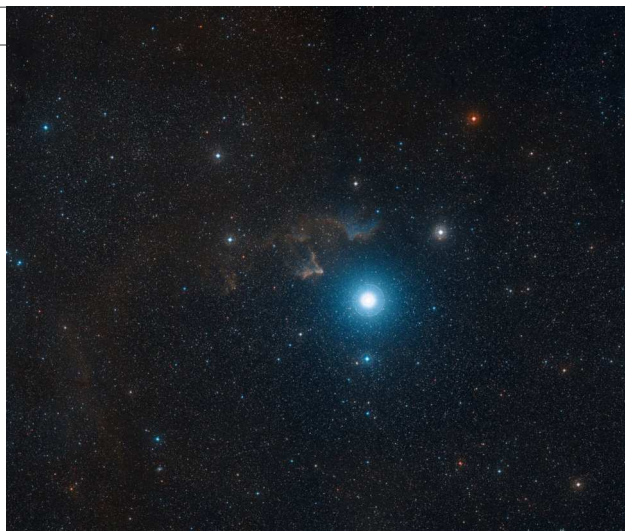
Conosciuto anche come il “fantasma di Cassiopea”, IC 63 viene modellato dalla radiazione di una stella vicina, imprevedibilmente variabile, Gamma Cassiopeiae, che sta lentamente erodendo la spettrale nube di polvere e gas. La costellazione di Cassiopea, dal nome di una vanito-

sa regina nella mitologia greca, forma una “W” facilmente riconoscibile nel cielo notturno. Il punto centrale della W è segnato da una stella spettacolare: ecco Gamma Cassiopeiae.

La notevole Gamma Cassiopeiae è una stella variabile blu-bianca subgigante, circondata da un disco gassoso. Questa stella è 19 volte più massiccia e 65000 volte più luminosa del nostro Sole. Ruota anche alla incredibile velocità di 1,6 milioni di chilometri all’ora, oltre 200 volte più veloce della nostra stella madre. Questa rotazione frenetica le conferisce un aspetto schiacciato. La rotazione veloce causa eruzioni di massa dalla stella in un disco circostante. Questa perdita di massa è correlata alle variazioni di luminosità osservate.

La radiazione di Gamma Cassiopeiae è così potente che colpisce anche IC 63, a volte soprannominata la Nebulosa Fantasma, che si trova a diversi anni luce dalla stella. IC 63 è visibile in questa immagine ripresa dal telescopio spaziale Hubble.

I colori dell’inquietante nebulosa mostrano come essa sia influenzata dalla potente radiazione proveniente dalla stella lontana. L’idrogeno all’interno di IC 63 viene bombardato da radiazioni ultraviolette provenienti da Gamma Cassiopeiae, che fanno guadagnare energia ai suoi elettroni, che



Questa immagine mostra il cielo intorno alla nebulosa IC 63, soprannominata Nebulosa Fantasma. È stata creata da immagini che fanno parte del Digitized Sky Survey 2. Il campo visivo è dominato dalla stella luminosa Gamma Cassiopeiae, che sta avendo una profonda influenza su IC 63. [ESA/Hubble, NASA, Digitized Sky Survey 2]

viene successivamente rilasciata come radiazione idrogeno-alfa, visibile in rosso in questa immagine. La radiazione idrogeno-alfa rende IC 63 una nebulosa a emissione; ma vediamo anche la luce blu in questa immagine. È la luce di Gamma Cassiopeiae che è stata riflessa dalle particelle di polvere nella nebulosa, il che significa che IC 63 è anche una nebulosa a riflessione. Questa nebulosa colorata e spettrale si sta lentamente dissipando sotto l’influenza delle radiazioni ultraviolette di Gamma Cassiopeiae. Tuttavia, IC 63 non è l’unico oggetto sotto l’influenza della potente stella. Fa parte di una regione nebulare molto più ampia che circonda Gamma Cassiopeiae e che misura circa due gradi in cielo, circa 4 volte più ampia della Luna piena.

La regione è vista meglio dall’emisfero settentrionale durante l’autunno e l’inverno. Anche se è alta nel cielo e visibile tutto l’anno dall’Europa, è molto debole, per cui osservarla richiede un telescopio abbastanza grande e cieli scuri.

Da sopra l’atmosfera terrestre, Hubble ci offre una visione che non possiamo sperare di vedere con i nostri occhi. Questa foto è probabilmente l’immagine più dettagliata che sia mai stata presa di IC 63 e mette in risalto le capacità di Hubble. ■

ALMA e MUSE scoprono una fontana galattica

by ESO / Anna Wolter

Asolo un miliardo di anni luce di distanza, nel vicino ammasso di galassie noto come Abell 2597, giace una gigantesca fontana galattica. Un massiccio buco nero nel cuore di una galassia lontana è stato osservato mentre lancia nello spazio un ampio getto di gas molecolare freddo, che in seguito ricade sul buco nero come un diluvio intergalattico. L'afflusso e il deflusso di una fontana cosmica così vasta non erano mai stati osservati insieme; hanno origine nella zona più interna, di circa 100000 anni luce, della galassia più luminosa dell'ammasso Abell 2597. "Questo è probabilmente il primo sistema in cui troviamo una chiara evidenza sia dell'afflusso di gas molecolare freddo verso il buco nero, sia del deflusso o sollevamento operato dai getti lanciati dal buco nero", spiega Grant Tremblay dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, ex-Fellow dell'ESO, che ha guidato questo studio. "Il buco nero supermassiccio al centro di questa gigantesca galassia si comporta come una pompa meccanica in una fontana". Tremblay e il suo team hanno usato ALMA per tracciare la posizione e il movimento delle molecole di monossido di carbonio all'interno della nebulosa. Queste

molecole fredde, con temperature fino a meno 250-260°C, sono state osservate mentre cadono all'interno verso il buco nero. L'equipe ha anche utilizzato i dati dello strumento MUSE sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO per tracciare il gas più caldo, che viene lanciato fuori dal buco nero sotto forma di getti. "L'aspetto unico qui è l'analisi molto dettagliata della sorgente che abbiamo realizzato utilizzando insieme i dati di ALMA e di MUSE", ha aggiunto Tremblay.

"Le due strutture offrono una combinazione di strumenti incredibilmente potente." Insieme, queste due serie di dati ci danno un quadro completo del processo: il gas freddo cade verso il buco nero, accendendolo e provocando il lancio nel vuoto di getti di plasma incandescente ad alta velocità. Questi getti quindi fuoriescono dal buco nero come una spettacolare fontana galattica. Senza speranza di sfuggire alle grinfie gravitazionali della galassia, il plasma si raffredda,

rallenta e alla fine ricade di nuovo sul buco nero, e il ciclo ricomincia. Questa osservazione senza precedenti potrebbe far luce sul ciclo di vita delle galassie. Il team ipotizza che questo processo potrebbe essere non solo comune, ma anche essenziale per comprendere la formazione delle galassie. Mentre l'afflusso e il deflusso del gas molecolare freddo sono stati precedentemente rilevati, questa è la prima volta che entrambi sono stati rilevati all'interno di uno stesso sistema; è quindi la dimostrazione che i due eventi fanno parte dello stesso, vasto processo. Abell 2597 si trova nella costellazione dell'Acquario, il nome deriva dalla sua inclusione nel catalogo di Abell di ammassi di galassie ricchi, cioè con un elevato numero di galassie. Il catalogo include anche ammassi come Fornax, Hercules cluster e l'ammasso di Pandora. ■

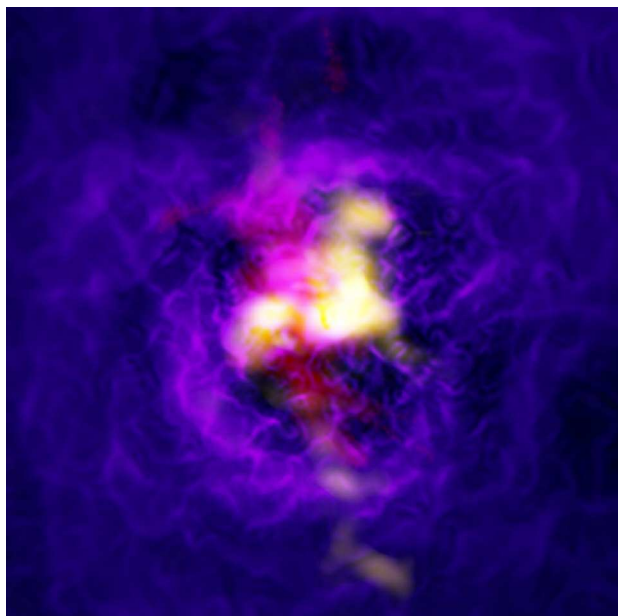


Immagine composta dell'ammasso di galassie Abell 2597. In giallo i dati di ALMA mostrano la distribuzione del gas freddo, mentre in rosso i dati dello strumento MUSE montato sul VLT mostrano l'idrogeno gassoso, caldo, nella stessa regione. In blu-viola è mostrato invece il gas caldissimo, ionizzato, rivelato dall'osservatorio per raggi X Chandra. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Tremblay et al.; NRAO/AUI/NSF, B. Saxton; NASA/Chandra; ESO/VLT]

BELLINCIONI

★ ITALIAN HIGH PRECISION MOUNTS ★

nuovo modello

Omega StarGO

per informazioni

Tel. 015691553

info@bellincioni.com

www.bellincioni.com

www.facebook.com/Montature-equatoriali-Bellincioni-482384581802160/



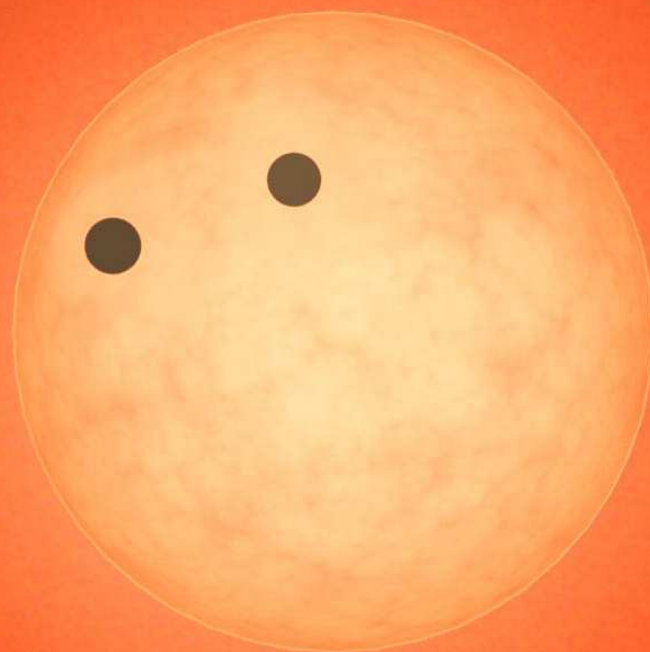
I pianeti di TRAPPIST-1 rilanciano la pan

di Michele Ferrara

“Una volta che tutti i nostri tentativi di ottenere materia vivente da materia inanimata risultino vani, a me pare rientri in una procedura scientifica pienamente corretta il domandarsi se la vita abbia in realtà mai avuto un’origine, se non sia vecchia quanto la materia stessa, e se le spore non possano essere state trasportate da un pianeta all’altro e abbiano attecchito laddove abbiano trovato terreno fertile.”
Hermann von Helmholtz

| 7 pianeti di TRAPPIST-1, rappresentati in questa illustrazione, costituiscono un sistema dinamicamente perfetto per il concetto di panspermia. Se la vita può trasferirsi da un pianeta all’altro è molto probabile che riesca a farlo all’interno di sistemi come questo. [NASA]

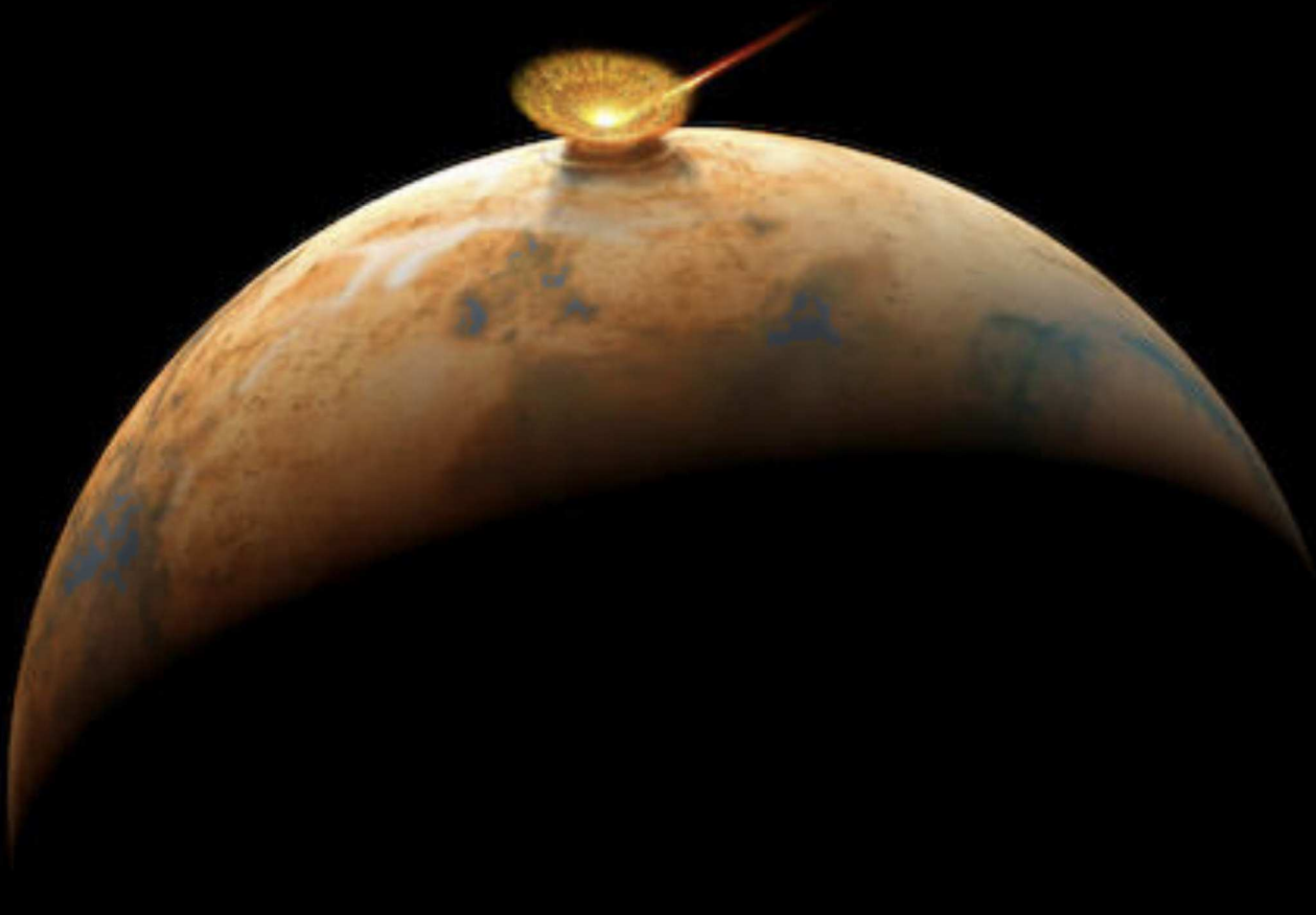
PPIST-1 spermia



Sulla diffusione della vita nell'universo abbiamo una sola certezza: è presente sul nostro pianeta. Qualunque regione della Terra, anche la più inospitale, pullula di vita. Chimica, biologia e paleontologia hanno scoperto moltissimo sulle forme di vita attuali e passate. Tuttavia, a dispetto dei grandi progressi scientifici e tecnologici degli ultimi decenni, non sappiamo ancora come e quando è apparso il primo essere vivente. Dai pionieristici esperimenti di laboratorio di Stanley Miller e Harold Urey, negli anni '50, nulla è sostanzialmente cambiato: i biochimici sanno riprodurre gli am-

minoacidi e le proteine necessarie alla vita, sanno farlo simulando l'ambiente terrestre di miliardi di anni fa, ma nessuno scienziato è finora riuscito a compiere il passo decisivo di trasformare molecole organiche complesse in organismi viventi autoreplicanti.

Questa apparente impossibilità di generare la vita qui sulla Terra a partire dai suoi mattoni fondamentali ha più volte rinvigorito l'ipotesi della panspermia, secondo la quale la vita si diffonderebbe nel cosmo per mezzo di "semi" trasportati da polveri, meteoroidi e comete di varie dimensioni. Forse la giovane Terra non



aveva i requisiti necessari per generare la vita, ma era comunque adatta a ospitare specie provenienti dall'esterno. Non conoscendo l'ambiente nel quale quella vita "adottata" può essere nata, non siamo in grado di ricrearla in laboratorio.

Questa è evidentemente un'interpretazione di comodo, una soluzione che non risolve il problema, ma lo trasferisce in tempi e luoghi sconosciuti. Il concetto di panspermia è comunque interessante, perché dal punto di vista teorico la vita potrebbe sicuramente trasferirsi da un corpo celeste all'altro.

Questa idea risale a ben 25 secoli fa, e il primo a divulgarla fu Anassagora, un filosofo dell'antica Grecia molto attento ai fenomeni celesti. Bisognerà, però, attendere il XIX secolo per veder attribuire alla panspermia una connotazione scientifica, che poi si rafforzò nel secolo successivo, soprattutto grazie a due giganti dell'astronomia, Fred Hoyle e Chandra Wickramasinghe. Negli anni '70 essi ipotizzarono che la polvere interstellare potesse contenere molecole organiche (ipotesi poi verificata) e che nell'atmosfera entrano continuamente forme di vita elementare

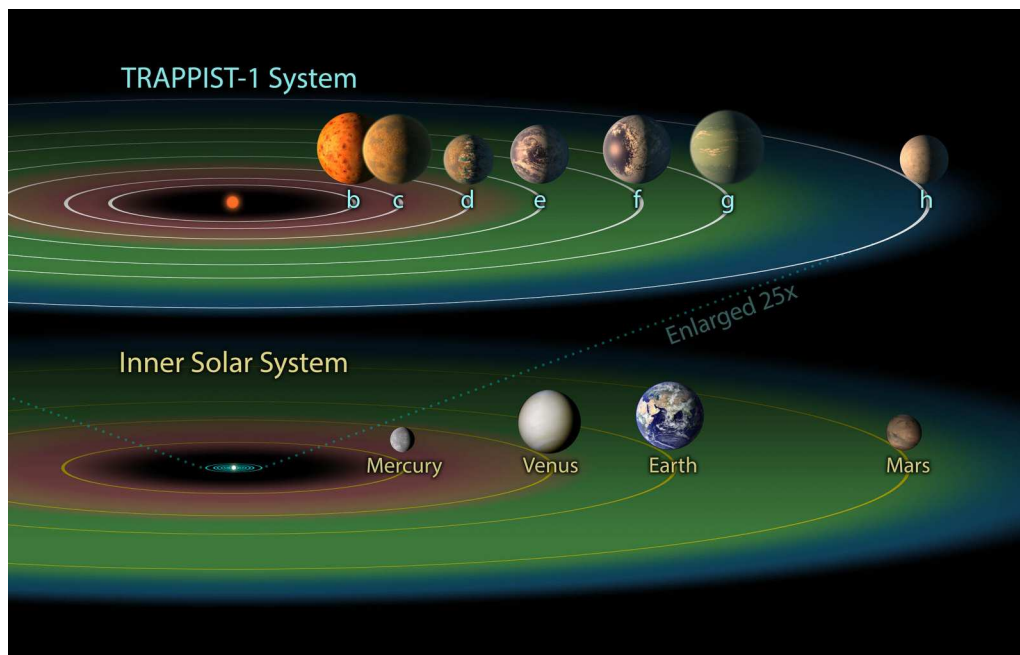
(ipotesi mai verificata). Più recentemente, nel 2009, anche Stephen Hawking si dichiarò a favore della panspermia.

Nell'ottobre 2017, con la scoperta di 'Oumuamua, abbiamo avuto la conferma che un meteorite (o un cometoide) può davvero viaggiare da un sistema planetario all'altro, e di oggetti simili potrebbero esserne miliardi di miliardi in giro nella nostra galassia.

L'impatto di un asteroide su un giovane e forse vitale Marte potrebbe aver scagliato nello spazio grandi quantità di roccia, contenente colonie di batteri estremofili, che per secoli continuarono a proliferare. Quando parte di quelle rocce precipitò sulla Terra, i batteri sopravvissuti trovarono un ambiente ospitale da conquistare. [NASA]



Come indica questa grafica, il sistema di TRAPPIST-1 è così compatto da poter essere abbondantemente contenuto nell'orbita di Mercurio. Le aree verdi indicano le zone abitabili dei due sistemi. In basso, il sistema di TRAPPIST-1 visto dal suo pianeta più esterno, TRAPPIST-1h. [NASA]



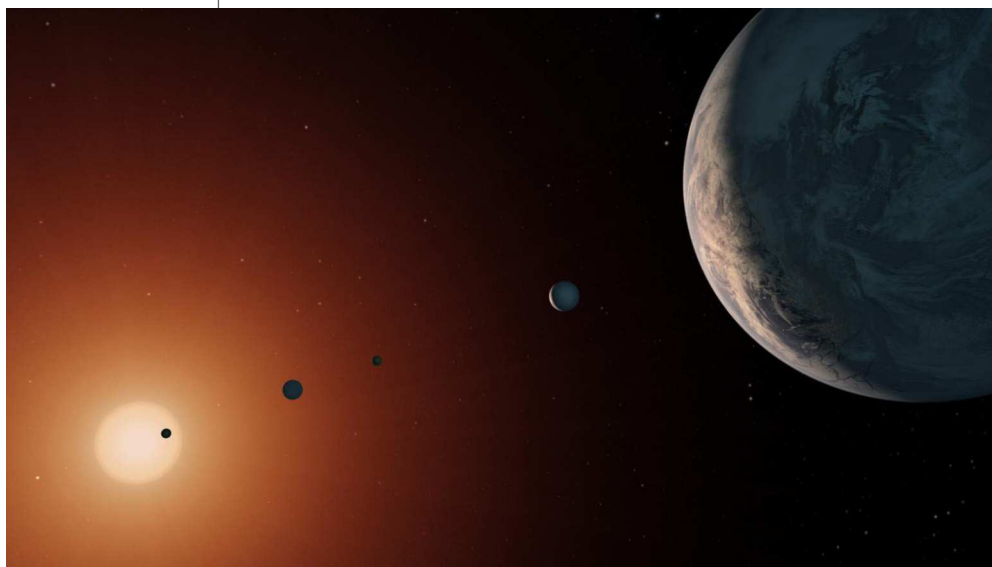
Se la panspermia fosse una realtà consolidata, l'universo potrebbe brulicare di vita e i nostri più lontani antenati potrebbero essere stati extraterrestri, due conseguenze non trascurabili.

Numerose sono, però, le argomentazioni a sfavore della panspermia. Gli spazi interstellari sono così vasti che si calcola non sia mai avvenuta una collisione fra due stelle singole

nella nostra galassia. Non sembra molto più probabile che un meteoroido con un carico vitale possa cadere proprio su un pianeta ospitale dopo un viaggio interstellare di centinaia di migliaia o milioni di anni. Anche le più elementari colonie di batteri e le più semplici spore che conosciamo non possono restare vitali per periodi così lunghi. Inoltre, affinché possano originarsi meteoroidi in

grado di trasportare questi organismi, è necessario che il pianeta che ospita quella vita subisca impatti asteroidali abbastanza violenti da scagliare frammenti rocciosi fuori dalla sua orbita.

Ciò presuppone l'esistenza di fasce asteroidali e di almeno un periodo di intenso bombardamento innescato dalla migrazione planetaria. Non sappiamo in quanti sistemi planetari sia avvenuto ciò, quindi non possiamo nemmeno lontanamente stimare il numero di meteoroidi





mediamente espulsi da un sistema planetario, anche perché non conosciamo quasi nulla della struttura e della storia evolutiva dei sistemi extrasolari.

Questa pressoché totale incertezza su ciò che può essere accaduto altrove, ha spinto i ricercatori a concentrarsi sulla panspermia di "casa nostra", in particolare sulla possibilità che la vita sia giunta sulla Terra da Marte (o viceversa). Sappiamo che nel primo miliardo di anni il pianeta rosso poteva ospitare forme di vita elementare. Sappiamo inoltre che fra 4,1 e 3,8 miliardi di anni fa i pianeti interni subirono un intenso bombardamento asteroidale. Sappiamo infine che sulla Terra precipitarono numerosi meteoriti originatisi da rocce marziane scagliate nello spazio durante quel bombardamento e in tempi più recenti. L'intero processo è stato caratterizzato dagli scienziati con sufficiente precisione, e sebbene non ci sia alcuna prova che la vita terrestre discenda da quella marziana, la vicinanza fra le orbite dei due pianeti fa sì che nessuna delle tre fasi della panspermia, ovvero espulsione iniziale, viaggio interplanetario e caduta finale, sia un ostacolo insormontabile.

Modelli matematici ed esperimenti in laboratorio e in orbita bassa terrestre hanno dimostrato che batteri estremofili e spore sono in grado di resistere a violente accelerazioni e decelerazioni, e all'esposizione prolungata alle radiazioni solari e cosmiche.

Può sembrare strano che qualcosa sopravviva all'energia scatenata da una collisione asteroidale su Marte, ma dobbiamo immaginare

che i terreni adiacenti il punto d'impatto decollano per il contraccolpo e il solo trauma che eventuali organismi devono superare è l'accelerazione. Simulazioni indicano che le rocce più marginali lanciate nello spazio raggiungono temperature inferiori ai 100°C. Apparentemente, anche il trauma della caduta sulla Terra sembrerebbe impossibile

da superare, perché è proprio il pezzo di roccia che contiene gli organismi a impattare il suolo. Vari studi hanno però dimostrato che l'ingresso nell'atmosfera avviene a velocità comprese fra 12 e 20 km/s, e l'attrito che si produce crea una crosta di fusione attorno al meteorite, la quale impedisce al calore sviluppato di penetrare all'interno, oltre i primi millimetri. Ciò permetterebbe agli ipotetici organismi di mantenere la propria temperatura e superare quella fase critica. L'impatto



col suolo è, infine, meno violento di quanto si può immaginare, essendo la velocità ormai scesa a poche decine di metri al secondo. Di fatto, il meteorite può rimanere integro se impatta un terreno soffice o l'acqua.

Non sappiamo fino a che punto i modelli di questo processo siano applicabili ad altri sistemi planetari, anche perché le tre fasi della possibile panspermia sono sempre state mo-

Fra il 2008 e il 2010, una colonia di batteri estremofili *Gloeocapsa*, prelevati dalle scogliere di Beer, nel Devon, UK (foto a sinistra), fu esposta all'esterno della International Space Station (sotto), protetti solamente dalle rocce che li ospitavano. Riportati a terra dopo 553 giorni, i campioni di roccia contenevano ancora una gran quantità di batteri vitali. [NASA, Open University]

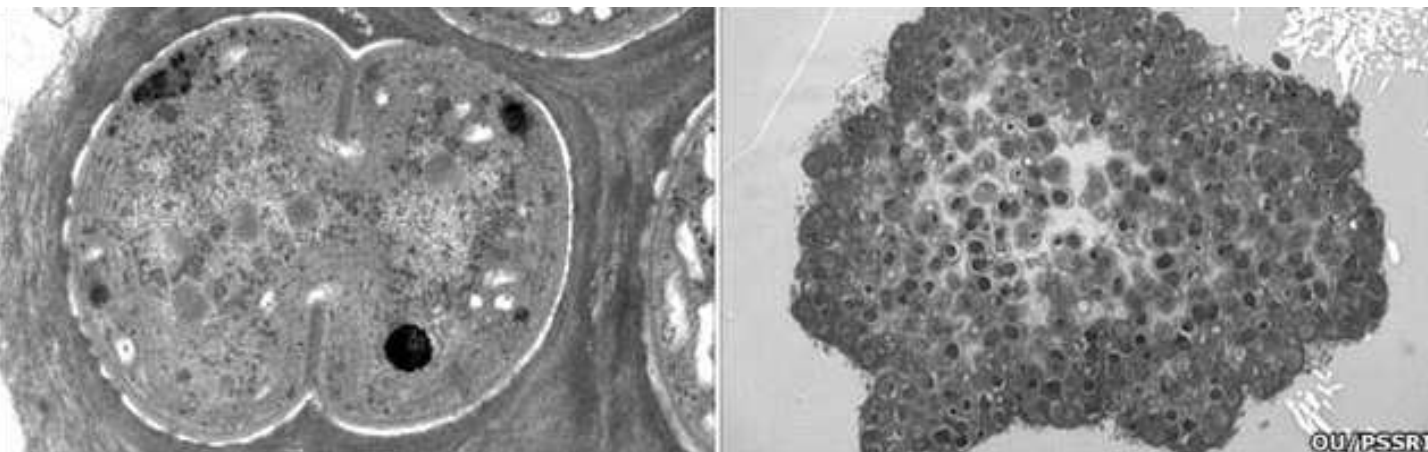


Foto della colonia di batteri sopravvissuta all'esperimento denominato OU-20, durato un anno e mezzo all'esterno della ISS. In basso, il Professor Charles Cockell, della Open University, con un campione di roccia impregnata dei batteri protagonisti dell'esperimento OU-20. [NASA, Open University]

dellizzate e simulate separatamente l'una dall'altra, e l'esito di ciascuna di essere dipende da una quantità di fattori variabili. Solo recentemente i ricercatori hanno tentato di accoppiare le varie soluzioni in un unico modello, per quanto inevitabilmente generico. A spingere in questa direzione è stata la scoperta, fra il 2015 e il 2017, di 7 pianeti in orbita attorno alla nana rossa TRAPPIST-1. Quel sistema ha risvegliato l'interesse per la panspermia, perché i suoi pianeti hanno tutti dimensioni paragonabili a quelle della Terra (da 0,77 a 1,14 volte il diametro terrestre), e cinque di essi hanno anche masse comparabili a quella della Terra. Ma la caratteristica più interessante del si-

stema di TRAPPIST-1 è rappresentata dalle orbite dei pianeti, molto vicine fra loro e decisamente complanari. I semiassi maggiori vanno da 1,73 milioni di km per il pianeta più interno, TRAPPIST-1b, ai 9,27 milioni di km del pianeta più esterno, TRAPPIST-1h. I pianeti si sfiorano a distanze comprese fra 2 e 6 volte la distanza Terra-Luna! Pur essendo così vicini alla loro stella, quest'ultima è così debole che alcuni dei suoi pianeti orbitano sicuramente nella zona abitabile, fatto che rende questo sistema teoricamente ideale all'attuazione della panspermia, come evidenziato in un lavoro pubblicato a fine ottobre su *Astrobiology Magazine* con il titolo "Dynamical and bio-





logical panspermia constraints within multi-planet exosystems". In questo lavoro, un piccolo team di ricercatori guidato da Dimitri Veras (University of Warwick, Coventry) propone l'unificazione e l'estensione ad altri sistemi planetari dei modelli di panspermia basati sul nostro sistema solare. Ecco i commenti di Veras al riguardo: "Le equazioni relative alla fisica dell'impatto sono già state stabilite e utilizzate per le applicazioni del sistema solare, quindi le abbiamo convertite per l'uso in un sistema extra-solare generico." "Solitamente, la dinamica della panspermia viene studiata con simulazioni numeriche, tuttavia queste possono essere lente da eseguire e devono essere adattate a un singolo sistema." "In alternativa, l'analitica è molto più veloce da utilizzare e abbastanza generale da essere applicabile a un'ampia varietà di sistemi."

E sicuramente è applicabile al sistema di TRAPPIST-1, per il quale sarebbe possibile cal-

colare con approssimazione le probabilità che ha la vita di essere condivisa fra più pianeti, ammesso di conoscere determinate proprietà fisiche e chimiche dei singoli pianeti,



Rappresentazione fantascientifica di uno scorcio della superficie di un pianeta abitabile di TRAPPIST-1. In un ambiente di questo tipo potrebbero facilmente proliferare eventuali forme di vita elementare provenienti da un pianeta vicino. [NASA] A fianco, l'astrofisico Dimitri Veras, primo autore di un recente lavoro sulla panspermia nei sistemi extra-solari. [University of Warwick, Coventry]



Sulla destra, alcuni esemplari di *Bacillus pumilus*. Microorganismi di questo tipo possono formare endospore, strutture dure, dormienti e non riproduttive che consentono loro di sopravvivere in condizioni difficili e in ambienti estremi. I gusci duri delle endospore forniscono all'organismo i mezzi per proteggere il suo materiale genetico dalla radiazione cosmica e da altri fattori. [Science Photo Library]

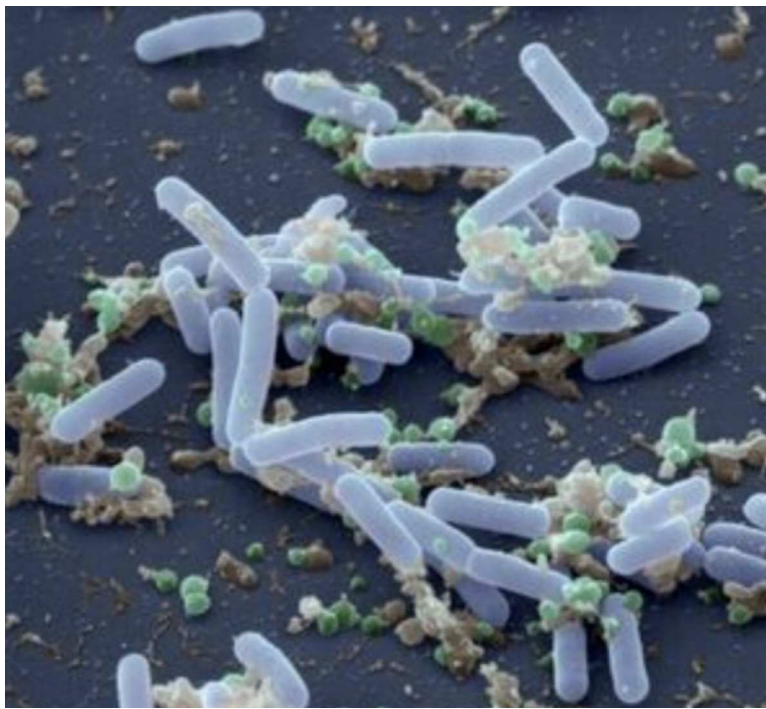
di vita elementare riescano a trasferirsi da un pianeta all'altro, perché il viaggio interplanetario del materiale in cui potrebbero ripararsi sarebbe mediamente breve.

Si noti che l'esposizione alle radiazioni stellare e cosmica è la peggiore minaccia per la panspermia. Gli esperimenti finora condotti ci dicono che colonie di batteri estremofili esposti allo spazio esterno in orbita bassa possono sopravvivere ben oltre un anno, se riparati dalla roccia. In condizioni ideali di protezione, una colonia molto vasta può probabilmente sopravvivere per decenni o secoli. E se esistessero forme di vita extraterrestre in grado di resistere millenni?

informazioni che attualmente sono lacunose. Per ora le equazioni del lavoro del team di Veras sono solo uno strumento che in futuro aiuterà altri ricercatori a stabilire se dal punto di vista dinamico la panspermia è possibile nei sistemi planetari multipli.

In un sistema strutturato come quello di TRAPPIST-1 è comunque assai probabile che eventuali forme

Nel sistema di TRAPPIST-1, le tre fasi della panspermia potrebbero realizzarsi nel giro di poche settimane o mesi, garantendo l'integrità del carico vitale. Purtroppo, però, più quei pianeti vengono studiati e meno sembrano ospitali. La maggiore incognita riguarda l'esistenza e la consistenza delle atmosfere, così come la presenza di terre emerse. Secondo uno studio realizzato da ricercatori dell'Arizona State University e della Vanderbilt University, una percentuale compresa fra il 20% e il 50% della massa dei pianeti di TRAPPIST-1 sarebbe costituita di acqua (Terra = 0,2%). I profondi oceani globali che in tal caso ricoprirebbero le superfici planetarie inibirebbero i cicli geochimici necessari a mantenere un'atmosfera e favorirebbero invece l'effetto "palla di neve".



Non essendoci per ora candidati migliori, non resta che attendere nuove scoperte. Trovare un giorno tracce di vita, anche fossile, su Marte, oppure riconoscere biomarcatori nelle atmosfere di due esopianeti del medesimo sistema extrasolare, potrebbe essere una conferma alla panspermia, e la nostra concezione della diffusione della vita nel cosmo cambierebbe radicalmente. ■

Hubble rivela una gigantesca "ombra di pipistrello" cosmica

by NASA/ESA

Questa immagine, ottenuta dal telescopio spaziale Hubble, mostra la Nebulosa Serpente, una nursery stellare a circa 1300 anni luce di distanza. All'interno della nebulosa, nella parte superiore destra dell'immagine, un'ombra è creata dal disco protoplanetario che circonda la stella HBC 672. Mentre il disco di detriti è troppo piccolo per essere visto anche da Hubble, la sua ombra è proiettata sulla nube in cui è nato. In questa visione, la struttura, soprannominata Ombra del Pipistrello, si estende per circa 200 volte il diametro del nostro sistema solare. [NASA, ESA, and STScI]



Il telescopio spaziale Hubble ha catturato parte della meravigliosa Nebulosa Serpente, illuminata dalla stella HBC 672. Questa giovane stella getta un'ombra sorprendente, soprannominata Ombra del Pipistrello, sulla nebulosa dietro di essa, mostrando segni rivelatori del suo altrimenti invisibile disco protoplanetario. La Nebulosa Serpente, situata nella coda del Serpente (Serpens Cauda) a circa 1300 anni luce di distanza, è una nebulosa a riflessione che deve la maggior parte del suo splendore alla luce emessa da stelle come HBC 672, una giovane stella immersa nelle sue pieghe polverose. In questa immagine, il telescopio spaziale Hubble ha mostrato due enormi ombre a forma di cono proiettate da HBC 672.

Questa animazione confronta l'aspetto della Nebulosa Serpente vista dal suolo, con il Very Large Telescope dell'ESO, e dallo spazio, con il telescopio spaziale Hubble. Entrambi gli strumenti hanno usato rivelatori e filtri operanti nel vicino infrarosso per raccogliere i loro dati. [NASA, ESA/Hubble, ESO]

Queste colossali ombre sulla Nebulosa Serpente sono proiettate dal disco protoplanetario che circonda HBC 672. Aderendo strettamente alla stella, il disco crea un'ombra imponente, molto più grande del disco, circa 200 volte il diametro del nostro

sistema solare. L'ombra del disco è simile a quella prodotta da un paralume cilindrico. La luce fuoriesce dalla parte superiore e inferiore dell'ombra, ma lungo la sua circonferenza si formano dei coni scuri d'ombra. Il disco stesso è così piccolo e lontano dalla Terra che nemmeno Hubble può rivelarlo attorno alla sua stella ospite. Tuttavia, questa struttura ombrosa, soprannominata Ombra del Pipistrello, rivela dettagli della forma e della natura del disco. La presenza di un'ombra implica che il disco viene visto quasi di taglio.

Mentre la maggior parte dell'ombra è completamente opaca, gli scienziati possono cercare le differenze di colore lungo i bordi, dove passa la luce. Usando la forma e il colore dell'ombra, possono determinare la dimensione e la composizione dei granelli di polvere nel disco. L'intera Nebulosa Serpente, di cui questa immagine mostra solo una piccola parte, potrebbe ospitare varie di queste proiezioni di ombre. La nebulosa avvolge centinaia di giovani stelle, molte delle quali potrebbero anche essere in procinto di formare pianeti in un disco protoplanetario.

Sebbene i dischi che proiettano ombre siano comuni attorno alle giovani stelle, la combinazione di una visione di taglio del disco sulla nebulosa circostante è rara. Tuttavia, in un'improbabile coincidenza, si può vedere un fenomeno simile nell'ombra proiettata da un'altra giovane stella, nell'angolo in alto a sinistra dell'immagine.

Questi preziose visioni profonde nei dischi protoplanetari attorno alle giovani stelle consentono agli astronomi di studiare il nostro passato.

Il sistema planetario in cui viviamo emerge da un disco protoplanetario simile, quando il Sole aveva solo pochi milioni di anni. Studiando questi dischi lontani arriviamo a capire la formazione e l'evoluzione della nostra casa cosmica. ■

Gaia scopre un evento nella formazione della Via Lattea

by ESA

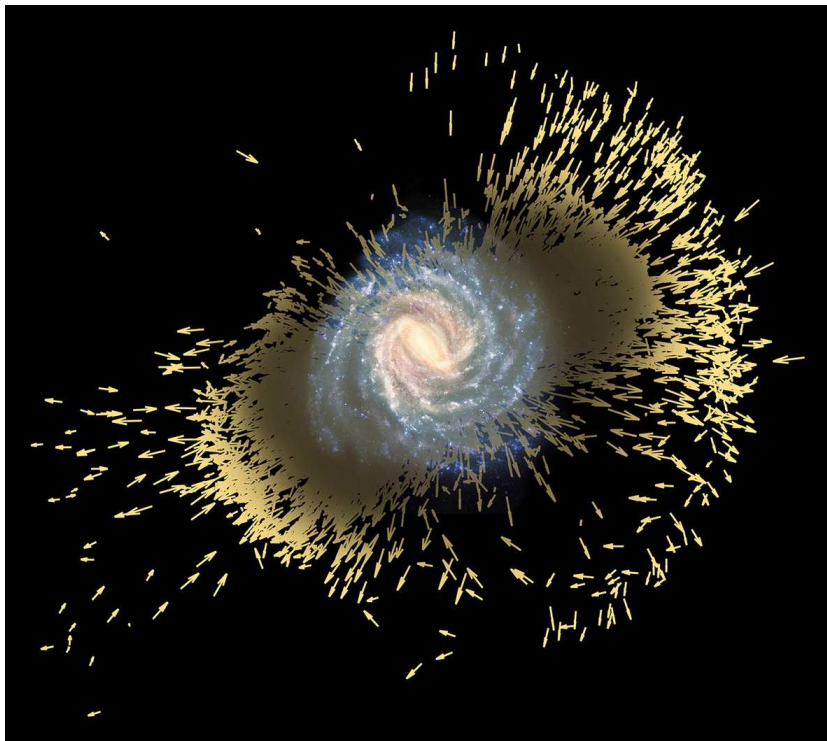
La missione Gaia dell'ESA ha fatto un grande passo avanti nel dipanare la storia della formazione della Via Lattea. Invece di formarsi da sola, la nostra galassia si è fusa con un'altra grande galassia all'inizio della sua vita, circa 10 miliardi di anni fa. Le prove sono disseminate nel cielo tutto intorno a noi, ma c'è voluta Gaia e la sua straordinaria precisione per mostrarci che cosa si è sempre nascosto in bella vista. Gaia misura la posizione, il movimento e la luminosità delle stelle a livelli di accuratezza senza precedenti.

Utilizzando i primi 22 mesi di osservazioni, un team di astronomi guidati da Amina Helmi, dell'Università di Groningen, Paesi Bassi, ha esaminato sette milioni di stelle (quelle per cui sono disponibili le posizioni e le velocità 3D complete) e ha trovato che circa 30000 di esse sono parte di uno "strano gruppo" che si muove attraverso la Via Lattea. In particolare, le stelle osservate stanno attualmente passando nei dintorni del Sole.

Siamo così profondamente affondati in questo gruppo che le sue stelle ci circondano quasi completamente, e quindi possono essere viste attraverso la maggior parte del cielo.

Anche se sono intervallate da altre stelle, quelle del gruppo in esame si





Due rappresentazioni grafiche della fusione tra la galassia Gaia-Enceladus e la nostra Via Lattea, avvenuta durante le prime fasi di formazione della Via Lattea, 10 miliardi di anni fa. [ESA (artist's impression and composition); Koppelman, Villa-lobos and Helmi (simulation); NASA/ESA/Hubble (galaxy image)]

sono distinte nei dati di Gaia perché si muovono tutte lungo traiettorie allungate nella direzione opposta alla maggior parte degli altri cento miliardi di stelle della Galassia, incluso il Sole. Si sono anche distinte nel cosiddetto diagramma di Hertzsprung-Russell, che è usato per confrontare il colore e la luminosità delle stelle, indi-

cando che appartengono a una popolazione stellare chiaramente distinta. L'enorme numero di stelle che si muovevano in modo strano ha affascinato Amina e i suoi colleghi, che hanno sospettato potessero avere qualcosa da fare con la storia della formazione della Via Lattea e si sono messi al lavoro per capire le loro origini.

In passato, Amina e il suo gruppo di ricerca avevano usato simulazioni al computer per studiare che cosa succede alle stelle quando due grandi galassie si fondono. Quando hanno confrontato le simulazioni con i dati di Gaia, i risultati simulati combaciavano con le osservazioni.

"Il gruppo di stelle che abbiamo trovato con Gaia ha tutte le proprietà attese per i detriti di una fusione galattica", ha affermato Amina.

In altre parole, il gruppo è ciò che si aspettavano da stelle che facevano parte di un'altra galassia, che è stata divorata dalla Via Lattea. Le stelle ora formano la maggior parte dell'alone interno della nostra galassia, una componente diffusa di vecchie stelle che sono nate in tempi remoti e ora circondano la maggior parte della Via Lattea, conosciuta come rigonfiamento centrale e disco.

Il disco galattico stesso è composto di due parti. C'è il disco sottile, che è profondo alcune centinaia di anni luce e contiene la struttura dei bracci a spirale, fatti di stelle luminose. E c'è il disco spesso, che è profondo qualche migliaio di anni luce e con-

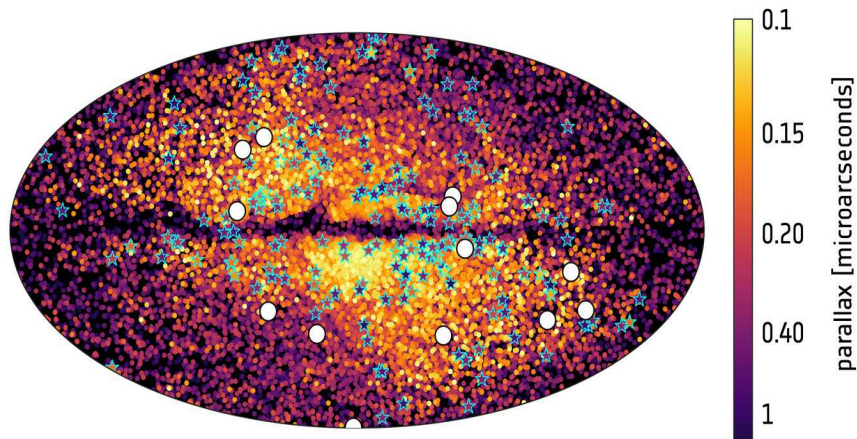
tiene circa il 10-20% delle stelle della Galassia, ma le cui origini sono difficili da determinare.

Secondo le simulazioni del team, oltre a fornire le stelle dell'alone, la galassia divorata potrebbe anche aver disturbato le stelle preesistenti della Via Lattea, contribuendo a formare il disco spesso. "Ci siamo convinti della nostra interpretazione solo dopo aver integrato i dati di Gaia con ulteriori informazioni sulla composizione chimica delle stelle, fornite dalla survey dal suolo APOGEE", afferma Carine Babusiaux, Université Grenoble Alpes, Francia, e secondo autore dell'articolo.

Le stelle che si formano in diverse galassie hanno composizioni chimiche uniche che corrispondono alle condizioni della galassia natia. Se questo gruppo di stelle fosse davvero il residuo di una galassia fusasi con la nostra, le stelle dovrebbero mostrare un'impronta di ciò nella loro composizione. E la mostrano.

Distribuzione a tutto cielo di uno "strano gruppo" di stelle rilevata nella seconda pubblicazione di dati della missione Gaia dell'ESA. Queste stelle si muovono lungo traiettorie allungate nella direzione opposta alla maggior parte delle altre cento miliardi di stelle della nostra Via Lattea e hanno una composizione chimica marcatamente diversa, indicando che appartengono a una popolazione stellare chiaramente distinta. [ESA/Gaia/DPAC; A. Helmi et al 2018]

Gli astronomi hanno chiamato questa galassia Gaia-Encelado secondo uno dei giganti dell'antica mitologia greca, che era la progenie di Gaia, la Terra, e Urano, il Cielo. "Secondo la leggenda, Encelado fu sepolto sotto l'Etna, in Sicilia, e era responsabile dei terremoti locali. Allo stesso modo, le stelle di Gaia-Encelado sono state profondamente sepolte nei dati di Gaia, e hanno scosso la Via Lattea, portando alla formazione del suo disco spesso", spiega Amina. Sebbene non fossero necessarie ulteriori prove, il team ha anche trovato centinaia di stelle variabili e 13 ammassi globulari nella Via Lattea che seguono traiettorie simili a quelle delle stelle di Gaia-Encelado, indicando che erano originariamente parte di quel sistema. Gli ammassi globulari sono gruppi fino a milioni di stelle, tenuti insieme dalla reciproca gravità e orbitanti attorno al centro di una galassia. Il fatto che così tanti gruppi possano essere collegati a Gaia-Encelado è un'altra indicazione che questa deve essere stata una volta una grande galassia a sé stante, con un proprio entourage di am-



massi globulari. Ulteriori analisi hanno rivelato che questa galassia aveva all'incirca le dimensioni di una delle nubi di Magellano, due galassie satelliti circa dieci volte più piccole delle attuali dimensioni della Via Lattea. Dieci miliardi di anni fa, tuttavia, quando avvenne la fusione con Gaia-Encelado, la stessa Via Lattea era molto più piccola, quindi il rapporto tra i due era più simile a quattro a uno. È stato quindi chiaramente un duro colpo per la nostra galassia. "Vedere che stiamo iniziando a svelare la storia della for-

mazione della Via Lattea è molto eccitante", afferma Anthony Brown, Università di Leida, Paesi Bassi, che è un co-autore dell'articolo e anche presidente del Gaia Data Processing and Analysis Consortium Executive. Fin dalle prime discussioni sulla costruzione di Gaia 25 anni fa, uno degli obiettivi chiave della missione era esaminare i vari flussi stellari nella Via Lattea e ricostruire la sua storia antica. Questa visione sta dando i suoi frutti. "Gaia è stata costruita per rispondere a queste domande", aggiunge Amina. "Ora possiamo dire che questo è il modo in cui la Galassia si è formata in quelle prime epoche. È fantastico. È così bello e ti fa sentire così grande e così piccolo allo stesso tempo." "Leggendo i movimenti delle stelle sparse per il cielo, siamo ora in grado di riavvolgere la storia della Via Lattea e scoprire una pietra miliare nella sua formazione, e questo è possibile grazie a Gaia", conclude Timo Prusti, scienziato del progetto Gaia all'ESA. ■

Simulazione al computer della fusione tra una galassia come la giovane Via Lattea, le cui stelle sono mostrate in ciano, e una galassia più piccola, indicata in rosso. [Koppelman, Villalobos & Helmi, Kapteyn Astronomical Institute, University of Groningen, The Netherlands]

Optical Accessories

- Binoviewers
- Diagonals
- Barlows
- Off Axis Guiders
- Guidesopes
- Flatteners
- Focal reducers and much more



Mechanical accessories

- Focusers
- AZ mounts
- Filter wheels
- Guide rings
- Losmandy & Vixen dovetails
- Various mechanical accessories



Cameras & Filters

- QHY ccd cameras
- QHY ccd for guide and planetary imaging
- Full Frame sensors for Deep Sky
 - Planetary filters
 - Interferential filters
 - LRGB filter kits



Eyepieces

- Planetary eyepieces
- Wide Field 70° eyepieces
- Ultra Wide Field 100° eyepieces

A complete line of eyepieces for amateur and also for professional users.



Telescopes

Wide range of telescopes from simple achromatic to professional apochromatic refractors.



TecnoSky
Torino

info.torino@tecnosky.it

TecnoSky
Felizzano

www.tecnosky.it
info.@tecnosky.it



Teleskop Service Italia

Signoressa di Trevignano
info@teleskop-express.it

NortheK

Instruments - Composites - Optics



RITCHEY-CHRÉTIEN 250 MM

F/8.5 OTTICA IN SUPRAX DI SCHOTT
STRUTTURA IN CARBONIO
CELLA NORTHEK STABILOBLOK 25
MESSA A FUOCO FEATHER TOUCH FTF 2000 2"
PESO 15 KG.

