

TEMA DEL MESE

DI PATRIZIA CARAVEO*

ROCCE DA ALTRI MONDI LE MISSIONI SAMPLE RETURN

DOPO AVER OSSERVATO I CORPI DEL SISTEMA SOLARE,
SIAMO ANDATI A VISITARLI, MA ANCHE QUESTO NON CI BASTA

L'astronomia è una scienza che si fa da lontano, con l'eccezione dello studio dei campioni di materiale extraterrestre che possiamo suddividere in due grandi classi: le meteoriti che ci piovono addosso e i campioni che andiamo a raccogliere in loco con missioni spaziali.

È un argomento sul quale abbiamo molto da imparare, dato che le analisi di questi campioni offrono uno straordinario mezzo per studiare l'origine del Sistema solare.

Mentre le meteoriti cadono sulla Terra dalla notte dei tempi, lo studio *in situ* dei corpi del Sistema solare ha poco più di mezzo secolo. L'era della raccolta dei campioni extraterrestri è iniziata con la missione Apollo 11 nel luglio 1969, dato che il primo obiettivo di Armstrong e Aldrin era di raccogliere campioni del suolo lunare. E dovevano farlo subito, per essere sicuri che, se qualcosa fosse andato storto e avessero dovuto lasciare in fretta la Base della Tranquillità, non sarebbero tornati a casa a mani vuote.

I PRIMI PRELIEVI SULLA LUNA

La Nasa aveva grandi aspettative sui campioni lunari. A Houston era stato costruito un forziere per conservarli al sicuro da ogni contaminazione, per poterli utilizzare nei decenni seguenti, distribuendoli agli scienziati di tutto il mondo per le loro ricerche. Che non sono ancora finite, come abbiamo visto nel n. 16 di *Cosmo*. L'analisi chimico-fisica dei campioni lunari ci ha permesso di capire che la Luna è un pezzo di Terra. I due corpi celesti hanno composizione isotopica straordinariamente simile, a riprova che hanno avuto un'origine comune.

Anche dopo tanti anni, il potere evocativo delle rocce lunari resta altissimo, come testimonia la richiesta del presidente Biden di avere alla Casa Bianca un campione lunare. La Nasa gli ha fornito una roccia da 332 grammi raccolta dalla missione Apollo 17, l'ultima ad avere portato sulla Terra dei pezzetti di Luna. Mentre gli americani raccoglievano campioni lunari, i sovietici, battuti nella corsa alla Luna, cercavano di salvare l'onore con una missione robotica che avrebbe dovuto prelevare qualche cucchiainata di regolite lunare. Con l'attenzione mediatica monopolizzata dal programma Apollo, pochi si accorsero del successo di *Luna 16*, che nel settembre 1970 raccolse e riportò a Terra 100 grammi di suolo lunare.

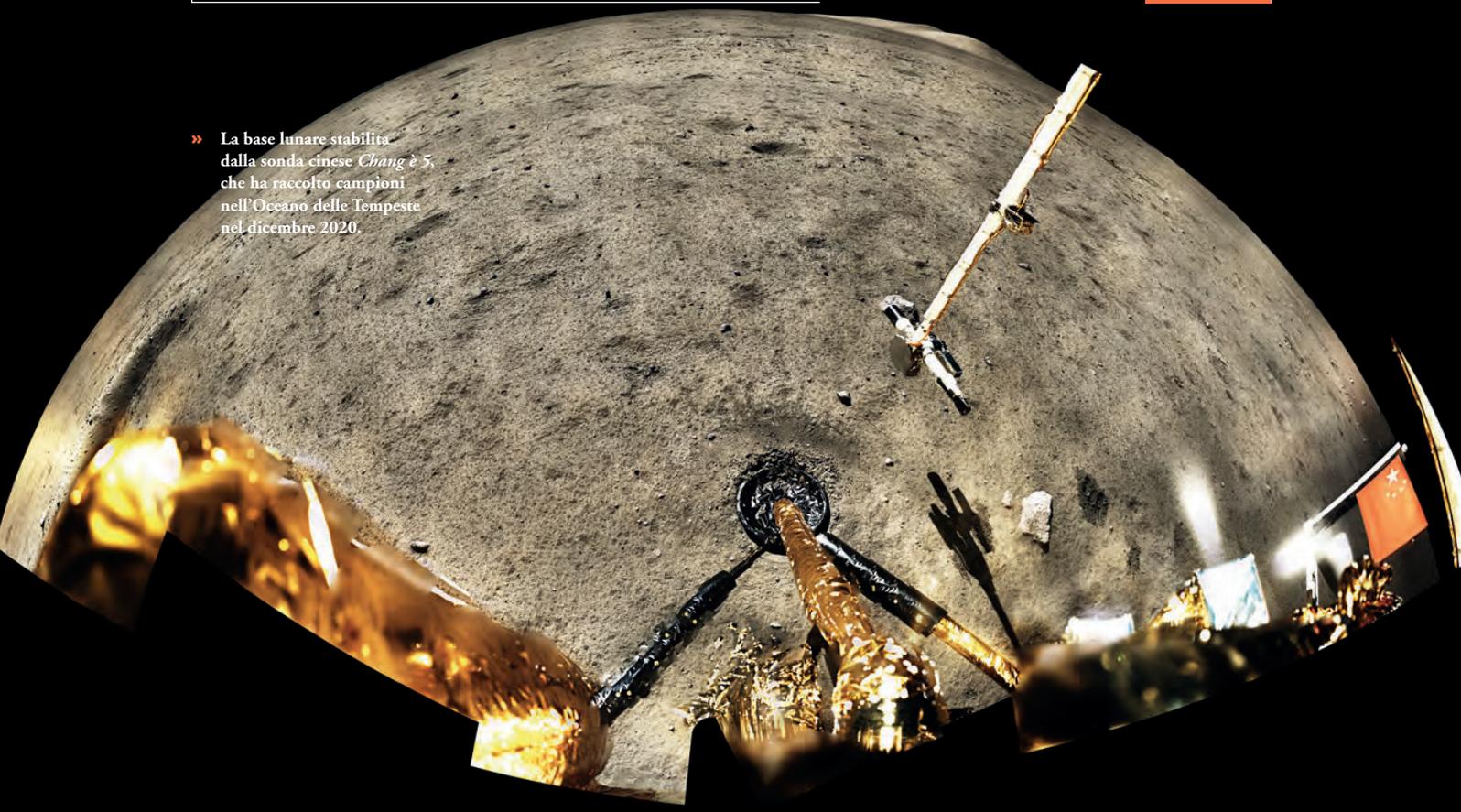
Fu il primo esempio di *sample return*, un obiettivo che il programma spaziale sovietico aveva condotto con incredibile perseveranza, dopo ben sei fallimenti consecutivi. La raccolta automatica di campioni lunari proseguì con i 50 grammi riportati da *Luna 20* nel febbraio 1972 e con i 170 grammi raccolti da *Luna 24*, la missione che concluse il programma lunare sovietico nell'agosto 1976.

Il nostro satellite ha dovuto aspettare 37 anni, prima di ricevere, nel 2013, la visita dell'agenzia spaziale cinese con le missioni dedicate a Chang'e, la dea cinese della Luna.

Da allora, il programma lunare cinese è passato da un successo all'altro.

Nel dicembre 2020, *Chang'e 5* ha portato a termine la sua missione di raccolta automatica di campioni lunari: circa due chilogrammi di materiale prelevati da un trapano sotto la superficie nella regione vulcanica del Monte Rümker nell'Oceano delle Tempeste, un sito scelto per la sua relativa giovinezza, a

» La base lunare stabilita dalla sonda cinese *Chang è 5*, che ha raccolto campioni nell'Oceano delle Tempeste nel dicembre 2020.



differenza delle regioni molto più antiche scelte dalle missioni Apollo e da quelle sovietiche.

La Cina è così la terza potenza spaziale ad avere raccolto un pezzetto di Luna, che è atterrato in Mongolia il 16 dicembre 2020. Senza gli astronauti a rubare la scena, oggi il successo cinese viene giustamente riconosciuto, anche perché si tratta dei primi campioni lunari che arrivano a Terra dopo 44 anni.

AMMINOACIDI NELLE COMETE

Nel 1986 la Nasa aveva mancato la visita alla cometa di Halley, che era stata raggiunta da due sonde sovietiche, due giapponesi

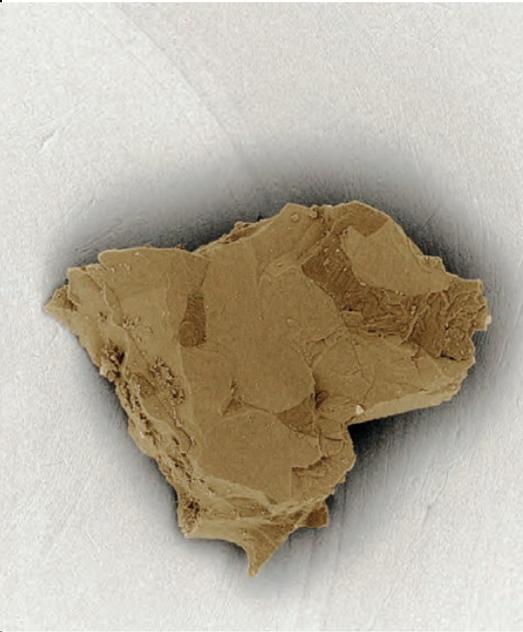
e dall'europea *Giotto*, ma successivamente lo studio delle comete è diventato un argomento di grande interesse per l'agenzia statunitense, che - dopo avere visitato diverse comete - nel 1999 ha lanciato la sonda *Stardust* destinata a raccogliere campioni dalla chioma della cometa Wild 2.

Arrivata in prossimità della cometa, la sonda ha estratto una specie di racchettone per raccogliere i minuscoli granelli. Per evitare di vaporizzare i granelli nel corso dell'impatto, che avveniva a una velocità relativa di almeno 6 km al secondo, la superficie di raccolta era costituita da aerogel, il materiale solido più leggero che si conosca

(chiamato per questo "fumo solidificato").

Durante l'incontro tra la sonda e la cometa, il racchettone ha catturato i granelli di polvere e li ha riposti in un contenitore sigillato che è stato riportato a terra da una capsula, atterrata nel deserto dello Utah il 14 gennaio 2006. Aperto il contenitore in ambiente sterile, l'aerogel è stato tagliato in striscette sottilissime per consentire la ricerca dei granelli, individuati grazie alle tracce del loro passaggio.

Questa ricerca, condotta anche con il contributo del progetto di *citizen science* chiamato *Stardust@home*, ha fruttato dieci minuscoli granelli cometari che sono risultati



» Sopra: un granello poco più grande di 0,1 mm portato a terra dalla sonda giapponese *Hayabusa*. A destra: il campione lunare prestato dalla Nasa al presidente Biden.



dei composti del silicio, come olivina, anortite e diopside. Analisi più accurate, pubblicate nel 2009, hanno evidenziato la presenza di glicina, il più semplice degli aminoacidi, che certamente non risulta da contaminazione terrestre, perché il carbonio che lo forma ha un'abbondanza isotopica diversa da quella nostrana.

IL GIAPPONE ALLA CONQUISTA DEGLI ASTEROIDI

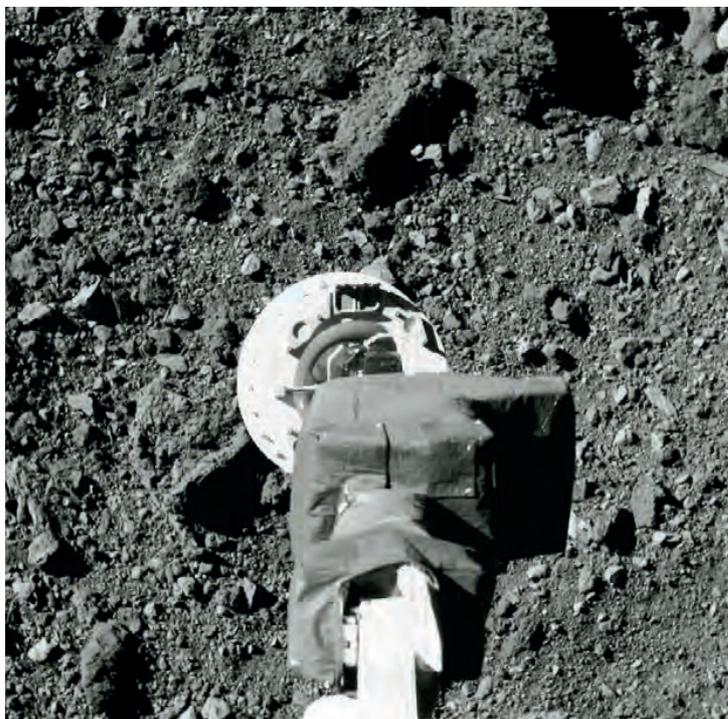
Per la loro prima missione dedicata allo studio di un asteroide, gli astrofisici dell'agenzia spaziale giapponese Jaxa avevano dei piani molto ambiziosi. Partita nel maggio 2003 all'inseguimento dell'asteroide Itokawa, la sonda *Hayabusa* ha avuto un serie di incidenti di percorso che avevano allungato i tempi del viaggio.

Arrivata a Itokawa, la missione ha fatto due tentativi di atterraggio (il 19 e 25 novembre 2005) per raccogliere campioni con il metodo del proiettile che fa sollevare una nuvoletta di polvere. Il primo non è riuscito, mentre il secondo lasciava qualche speranza. All'inizio del viaggio di ritorno, la sfortuna ha colpito ancora e *Hayabusa* ha perso contatto con la stazione di terra. La missione era stata data per perduta, ma un mese dopo, la missione si è fatta viva e i controllori increduli l'hanno rimessa in traiettoria. È rientrata fiammeggiando nell'atmosfera il 13 giugno 2010, atterrando nel deserto di Woomera nel centro dell'Australia. L'eroica sonda non ha deluso i suoi fan: la raccolta aveva fruttato oltre un migliaio di granelli extraterrestri. La loro analisi chimica

ha dimostrato che sono simili alle condriti, le meteoriti più comuni, che provengono quindi da corpi simili a Itokawa.

Questa polvere extraterrestre ha regalato alla Jaxa una prima mondiale, insieme alla voglia di riprovare. In effetti, si era già iniziato a lavorare ad *Hayabusa 2*, partita il 3 dicembre 2014 alla volta dell'asteroide Ryugu. L'asteroide è stato raggiunto il 27 giugno 2018 ed è iniziata la sua mappatura, anche grazie a piccoli robot lasciati cadere sulla superficie per scegliere il sito adatto per la raccolta di materiale, con una manovra simile a quella della prima *Hayabusa*. Nel momento di massimo avvicinamento, quando la "proboscide" della sonda ha toccato la superficie, è stato sparato un piccolo proiettile per sollevare una nuvoletta di polvere, così da poterne aspirare una parte.

Il materiale presente in superficie è certamente alterato dalle interazioni con il vento solare e quindi, per trovare del materiale veramente originale, occorre andare più in profondità. Per questo, *Hayabusa 2* ha dovuto scavare un cratere nella superficie già molto butterata di Ryugu. Il 5 aprile 2019 ha lanciato contro l'asteroide un proiettile che è esploso in volo, rilasciando un impattatore di rame di 2 kg. Confrontando le immagini ottenute prima e dopo l'impatto, si è visto dove si era accumulato il terreno fresco ed è lì che si è posata la sonda l'11 luglio 2019. Quattro mesi dopo, *Hayabusa 2* ha iniziato il viaggio di ritorno, fino al rilascio della capsula, che è atterrata il 5 dicembre 2020 sempre nel deserto di Woomera. Il contenitore è stato raccolto in



- » A sinistra: il braccio robotico della sonda *Osiris Rex* della Nasa, subito prima che il getto di gas facesse muovere il materiale superficiale per agevolare la raccolta.
Sopra: traccia dell'impatto di un granello di polvere cometaria nell'aerogel del collettore della sonda *Stardust* della Nasa

fretta, per evitare ogni tipo di contaminazione terrestre. Al suo arrivo in Giappone, si è constatata la presenza di materiale sia nel contenitore destinato ai campioni raccolti in superficie sia in quello della raccolta nel cratere.

La Jaxa, soddisfattissima, annuncia che sono arrivati oltre 5 grammi di materiale e che non si tratta solo di microscopi granelli: i grani più grandi hanno dimensione di circa 1 cm. Adesso non rimane che analizzarli.

MA LA NASA NON È DA MENO

Mentre *Hayabusa 2* era sulla via del ritorno, la missione *Osiris Rex* della Nasa è riuscita a raccogliere materiale dalla superficie di Benu, un altro asteroide carbonioso talmente accidentato che era stato difficile trovare un'area abbastanza libera da

massi per fare avvicinare il braccio di raccolta della sonda che doveva soffiare un getto di azoto per fare smuovere la polvere da catturare. La manovra, fatta in piena autonomia il 20 ottobre 2020, è andata anche troppo bene, a giudicare dalla scia di polvere che i tecnici hanno visto uscire dal contenitore che non era riuscito a chiudersi ermeticamente (forse il meccanismo è stato bloccato da un sassolino). Questo inconveniente ha impedito di eseguire una manovra che avrebbe permesso di calcolare la quantità di materiale raccolto. Si sarebbe dovuto mettere la sonda in rotazione

***PATRIZIA CARAVEO**
È DIRIGENTE DI RICERCA ALL'ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA (INAF) E LAVORA ALL'ISTITUTO DI ASTROFISICA SPAZIALE E FISICA COSMICA DI MILANO.

per misurare quanto era variata la massa del contenitore, ma questo avrebbe fatto perdere altro materiale, quindi si è preferito accontentarsi dell'indagine fotografica, che ha stimato il materiale raccolto in almeno 400 grammi. Il bottino sarà riportato a terra da una capsula, il cui arrivo è atteso nel deserto dello Utah nel settembre 2023.

Così è iniziato l'*asteroid mining*, sul quale ritorneremo presto su queste pagine, perché si tratta di uno dei capitoli più importanti delle missioni spaziali del prossimo futuro. Poi ci sono i campioni di materiale marziano che *Perseverance* sta raccogliendo durante le sue esplorazioni, depositandoli in appositi punti di raccolta dove verranno prelevati negli anni venturi da altre missioni che li porteranno a terra. Ma anche questa è un'altra storia. 