

L'esplorazione del Sistema Solare

*Giovanni Fabrizio Bignami, Istituto Universitario Studi Superiori,
Università di Pavia*

Lo Sputnik fu il primo a raggiungere lo spazio. Ma toccò ad Explorer 1, lanciato pochi mesi dopo nel gennaio del 1958, con a bordo il contatore Geiger di James Van Allen, fare la prima scoperta scientifica nello spazio. L'analisi dei suoi dati portò infatti alla rivelazione delle cinture di particelle che circondano la nostra Terra, e che prendono il nome proprio da Van Allen.

Nel mezzo secolo trascorso da allora, le scoperte della scienza spaziale hanno radicalmente cambiato la nostra visione dell'Universo.

Pensiamo per esempio al "nostro" sistema solare, e a come orbita attorno alla "nostra" stella. Ora sappiamo che qualunque pianeta con un campo magnetico degno di questo nome, come la Terra, si trova all'interno di una magnetosfera, una sorta di bozzolo entro cui lo stesso campo magnetico è confinato. Una cavità riempita di particelle, che a volte scendono verso la Terra dando luogo a spettacolari aurore sopra i nostri poli, ma che ci proteggono anche dall'erosione causata dal vento di particelle ad alta velocità in arrivo dal Sole.

Senza questo scudo, la nostra fragile atmosfera correrebbe il rischio di essere spazzata via con il vento solare (come potrebbe essere avvenuto a quella di Marte). Sappiamo inoltre che è lo stesso vento solare a rendere le comete tanto belle: le loro code (o meglio le loro chiome, dal latino "coma") si formano proprio per l'impatto con esso, "soffiate" in direzione opposta al Sole come delle bandiere.

Il quadro appena descritto ci viene dalle molte missioni spaziali che hanno fatto astronomia *in situ*. Centocinquanta sonde interplanetarie che hanno attraversato il nostro sistema solare per un totale di 100 incontri ravvicinati (sorvolamenti o atterraggi) su decine di oggetti.

Quattro di queste sonde, lanciate ormai decenni fa, stanno facendo persino di più. Hanno raggiunto i confini esterni del sistema solare, portando con sé messaggi in grado di descrivere la nostra cultura a eventuali creature intelligenti che le intercettassero nello spazio interstellare. Un'impresa trascurabile in sé, dato che queste sonde saranno morte da tempo (come tutti i loro progettisti) e la loro stessa memoria sarà persa prima che arrivino 'da qualche parte', cioè cadano su una stella. Ma un'impresa che, oggi, ci fa guardare in modo nuovo il nostro posto nel cielo visto che stiamo, letteralmente, raggiungendo le stelle.

La scienza spaziale era, all'inizio, parte della "corsa allo spazio", come veniva chiamata, che in un primo momento si rivolgeva solo alla Luna. I sovietici furono i primi a raggiungerla con una sonda, e più tardi ad atterrarvi, e diedero ufficialmente il via all'esplorazione planetaria rimandando a terra un'immagine del lato oscuro del satellite nell'ottobre del 1959. Aprirono anche l'era dell'esplorazione dello spazio con Yuri Gagarin, il primo essere umano a compiere un'orbita attorno alla Terra nel 1961.

Poco dopo però la NASA, l'agenzia aerospaziale statunitense, passò in testa nella corsa allo spazio, quando il presidente John F. Kennedy fissò l'obiettivo di portare un uomo sulla Luna "prima della fine del decennio". Nel 1969, la NASA poteva dichiarare "missione compiuta", grazie al programma Apollo, un miracolo di abilità tecnica, organizzazione e coraggio. Dodici giovani americani misero piede sul suolo lunare tra il 1969 e il 1972, riuscendo anche a fare della buona scienza. Riportarono a casa 400 kg di rocce lunari – un'impresa più che altro simbolica, visto che la maggior parte di esse sono ancora intatte quarant'anni dopo.

La scienza planetaria crebbe presto fino a guardare oltre la Luna. Marte e Venere stavano chiamando: furono fotografati e raggiunti in rapida successione da sonde sovietiche e statunitensi. Gli americani si spinsero poi fino ai "pianeti esterni", i giganti gassosi con i loro misteriosi satelliti rocciosi.

Oggi, dopo tre decenni di intensa esplorazione planetaria, questo è il punto a cui siamo, dall'interno verso l'esterno del sistema solare.

Mercurio è stato visitato solo una volta, e osservato solo da lontano, ma tanto la NASA quanto l'Agenzia spaziale europea (ESA) hanno in cantiere missioni destinate a raggiungerlo nel giro di pochi anni.



Fig. 1. È la prima immagine di Mercurio acquisita dal Mariner 10 il 24 marzo 1974, ad una distanza di 5 milioni di km dal pianeta. Crediti NASA <http://grin.hq.nasa.gov/ABSTRACTS/GPN-2000-000465.html>.

che questi tre pianeti (Venere, Terra e Marte), nati assieme vicino alla stessa stella, abbiano oggi atmosfere così diverse? E a proposito di atmosfera, andrebbe anche menzionata la recente misurazione effettuata su Titano, la luna gigante di Saturno. Una sonda ESA vi è da poco atterrata, e ha rivelato uno strato gassoso di spessore pari circa a metà dell'atmosfera terrestre, forse ricco di componenti organici, possibili precursori della vita.

Quanto a Marte, dopo tre decenni di sonde NASA atterrate sulla sua superficie, sappiamo su questo pianeta quasi quanto sappiamo sulla Terra. Sappiamo che un tempo vi scorreva acqua, quando c'era un'atmosfera protettiva, e sappiamo che ne rimane una buona quantità sepolta sotto la terra

Su Venere sappiamo molto di più. In aggiunta alle poche e vecchie (ma ottime) immagini della sua superficie scattate dai sovietici, abbiamo ora prove della presenza di migliaia di vulcani, ottenute con i radar della NASA che hanno guardato attraverso le nubi impenetrabili della sua atmosfera, di cui ora siamo in grado di seguire l'evoluzione grazie agli strumenti a infrarossi di una sonda ESA.

Comprendere l'atmosfera di Venere significa fare i conti con un gigantesco effetto serra che, su questo pianeta parente stretto del nostro, ha assunto proporzioni straordinarie, con temperature superficiali di 450 °C e pressione di 90 atmosfere. In netto contrasto con Venere, le sonde ci hanno mostrato invece che l'atmosfera di Marte è un centesimo di quella terrestre, e le sue temperature superficiali sono vicine ai 40 gradi sotto zero. Siamo quindi almeno in grado di farci una domanda fondamentale: che cosa ha fatto sì

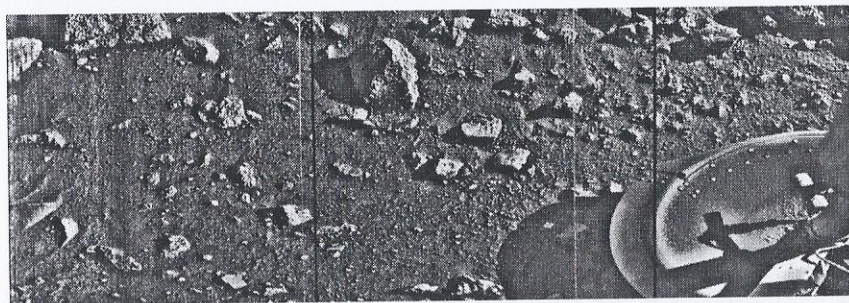


Fig. 2. È la prima immagine della superficie di Marte ottenuta dal Viking 1 il 20 luglio 1976 immediatamente dopo l'atterraggio sulla superficie del pianeta. In basso a destra si vede il "piede" del Viking 1. Crediti NASA <http://grin.hq.nasa.gov/ABSTRACTS/GPN-2003-00061.html>.

rossa del pianeta. Nessuno si sorprenderebbe troppo se i rover della NASA scoprissero tracce fossili di forme di vita.

Tutti i giganti esterni (Giove, Saturno, Urano e Nettuno) sono stati visitati, fornendo immagini di gran lunga migliori di quelle ottenute con l'astronomia da terra. Le immagini del sistema di Saturno hanno una bellezza che non si può descrivere a parole. Nel caso di Giove e Saturno, l'esplorazione dettagliata ci ha dato una nuova comprensione delle loro tumultuose atmosfere e dei loro anelli.

Se tutti e quattro questi giganti gassosi sono in qualche modo simili, la maggiore sorpresa riservataci dal sistema solare esterno è l'enorme ricchezza e diversità dei satelliti planetari. Prima di tutto, il numero di quelli scoperti dalle sonde spaziali, quasi cento finora (Giove da solo ne ha almeno 40). Perché questa abbondanza, quando i quattro pianeti rocciosi interni (da Mercurio a Marte) totalizzano in tutto tre miseri satelliti?

Ancora più interessanti sono però la natura e la composizione di queste lune esterne, fatte tanto di roccia quanto di ghiaccio. Una sonda della NASA, per esempio, ha studiato da vicino le quattro lune scoperte da Galileo nel 1610. Una è un mondo selvaggio su cui la potente forza di gravità del pianeta mette in moto vulcani che eruttano lava e zolfo. Un'altra al contrario è coperta da uno spesso strato di ghiaccio d'acqua, sotto al quale si trova un oceano di acqua liquida, potenzialmente in grado di ospitare vita extraterrestre.

Il lontanissimo Plutone, ormai ufficialmente un non-pianeta del nostro Sistema Solare, deve ancora essere visitato, ma una sonda della NASA è in cammino per raggiungerlo.

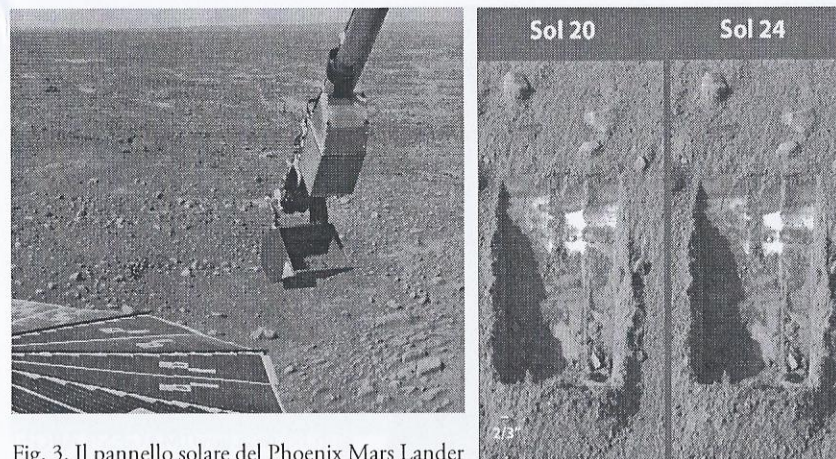


Fig. 3. Il pannello solare del Phoenix Mars Lander e il braccio robotico del Lander con un campione di suolo che sarà successivamente analizzato da un microscopio. Phoenix Sol 16, 16 giorno dall'atterraggio (10 giugno 2008). Crediti NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/Texas A&M University.

Fig. 4. Phoenix Mars Lander 15 giugno 2008 (a sinistra) e 19 giugno 2008 (a destra). Il ghiaccio ha sublimato. Crediti NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/Texas A&M University.

A parte i pianeti, abbiamo sempre saputo che il nostro sistema solare comprende milioni e milioni di "piccoli corpi" che gli astronomi chiamano comete e asteroidi, e che sono i resti di quel disco protoplanetario da cui tutti noi discendiamo.

Nel 1986 una sonda ESA ha incrociato la cometa di Halley, attraversando la sua coda e volando vicino al suo nucleo a 600 km all'ora, inviandoci immagini mozzafiato. Due decenni dopo, anche la NASA ha inviato una sonda vicino a una cometa, riuscendo a fare molto di più: riportare sulla Terra un po' della sua polvere, che ora viene studiata in cerca di indizi sull'origine del nostro Sistema Solare e, forse, di noi stessi.

Una coraggiosa missione giapponese è riuscita a planare su un asteroide e dargli un'occhiata da vicino, e ora sta provando a riportare a casa un campione della sua polvere. Una scoperta intrigante e sorprendente è che gli asteroidi e le comete appartengono alla stessa famiglia di oggetti, e si distinguono solo nel rapporto roccia/acqua della loro composizione. Questa teoria potrebbe essere confermata da una sonda ESA, che ora sta volando verso una cometa e cercherà di atterrarvi sopra.

Il nostro sistema planetario gira attorno alla stella che lo ha generato, il Sole. Le osservazioni spaziali ci hanno permesso il più grande avanzamento



Fig. 5. Il satellite di Giove IO, ripreso ad alta risoluzione (un pixel corrisponde a 1,3 km) dalla sonda Galileo il 3 luglio 1999 da una distanza di 130.000 km. Crediti NASA <http://grin.hq.nasa.gov/IMAGES/LARGE/GPN-2000-000419.jpg>.

nella comprensione del suo funzionamento da quando la fisica nucleare, negli anni Trenta, spiegò cosa fa sì che bruci e continui a bruciare.

Le immagini spaziali della sua superficie hanno svelato giganteschi buchi nello strato esterno in espansione del Sole, la corona. L'energia interna della stella, una volta che raggiunge la superficie esterna, viene dissipata attraverso questi buchi in forma di potenti campi magnetici, il che spiega sia la stabilità della nostra stella sia l'enorme energia che alimenta l'espansione della corona. È questa l'origine del vento solare che spazza la nostra delicata magnetosfera.

Un'altra proprietà spettacolare del Sole, scoperta da una sonda lanciata congiuntamente da ESA e NASA, è che vibra e risuona come una gigantesca campana. Queste vibrazioni ci permettono, per la prima volta, di studiare l'interno della nostra stella. Nasce una nuova scienza, l'eliosismologia spaziale, che ci spinge ad avventurarci ancora più in là fino all'astrosismologia: studiare cioè anche l'interno delle stelle più vicine al Sole, per collocarlo in un contesto più ampio.

Forse, però, il più importante risultato del mezzo secolo trascorso dal lancio dello Sputnik è un nuovo modo di guardare al nostro pianeta, la Terra. Ora la possiamo confrontare ai suoi fratelli, e la osserviamo con le tecnologie sviluppate per studiare gli altri pianeti. Dalla circolazione delle correnti oceaniche al monitoraggio del buco nell'ozono sopra i poli; dalle onde di tsunami alla composizione degli strati più alti dell'atmosfera; dalle falde acquifere sotterranee nelle zone desertiche al monitoraggio e (forse) predizione dei terremoti; dalla precisa descrizione delle montagne alla map-

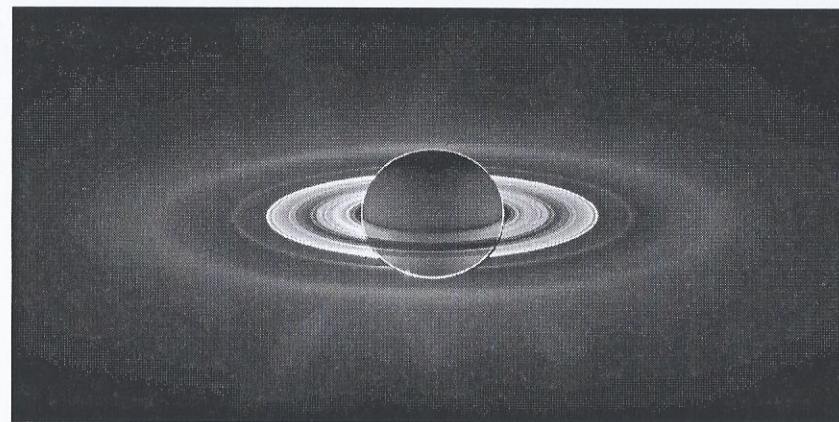


Fig. 6. Sembra una ricostruzione artistica, ma è un'immagine reale ottenuta dalla composizione di 165 immagini (dall'infrarosso all'ultravioletto) riprese dalla sonda Cassini il 15 settembre 2006. Crediti NASA http://earthobservatory.nasa.gov/images/imagerecords/7000/7314/saturn_cas_lrg.jpg.

patura dei fondali oceanici. Gli strumenti che un tempo abbiamo sognato per Marte oggi lavorano a casa nostra.

Dai recessi più lontani del nostro sistema solare al nostro stesso pianeta, l'umanità non conosceva decenni di scoperte così eccitanti da quando Colombo e Magellano, mezzo millennio fa, scoprirono un nuovo mondo.