

LA COMETA DI ROSETTA

Alessandro Ovi

Editore e direttore di MIT Technology Review Italia.

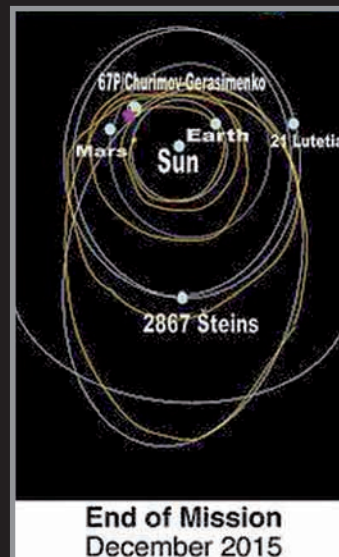
Rosetta è il satellite europeo destinato entro l'anno a depositare il suo lander Philae sul nucleo della cometa CG (il nome completo è 67P/ Churyumov-Gerasimenko). Ne seguiremo le vicende durante i prossimi mesi, sino al conseguimento dell'obiettivo, previsto per novembre, quando Philae comincerà a perforare la superficie del corpo celeste.

Perché Rosetta e perché Philae? Anche nei nomi si può esprimere il senso delle grandi imprese e le aspettative che le accompagnano.

Ne parleremo, ripercorrendo con l'aiuto dei suoi protagonisti le tappe di questa straordinaria rincorsa alla cometa, e ci interrogheremo sulle sue motivazioni scientifiche:

in altre parole, su cosa possano dirci le comete. Ma anche, cosa dicevano, sia pure in un diverso contesto e con diverse motivazioni, ai nostri antenati, che hanno spesso cadenzato la loro storia sull'andare e venire di questi allora misteriosi messaggeri del cosmo.

Di settimana in settimana, cercheremo, quindi, di mettere insieme un dossier esauriente su questa importante impresa spaziale che rilancia le capacità tecnologiche e industriali dell'Europa in un settore, come quello dello spazio, sempre soggetto a imprevedibili oscillazioni d'interesse.





1. Il risveglio di Rosetta

Dopo 31 mesi, Rosetta dà nuovi segni di vita

C'era aria di attesa il 20 gennaio di quest'anno, a Darmstadt, nella sala Controllo di ESOC (European Space Operations Control). Quel giorno Rosetta doveva svegliarsi da un letargo di 31 mesi. Era stata programmata a quel sonno quando, superato Giove, si era addentrata in un'orbita troppo lontana dal Sole per trarne sufficiente energia a mantenere cariche le sue batterie e accesi i suoi strumenti.

Il suo vagare nello spazio era tutto pilotato, a parte poche e piccole spinte autonome di correzione, dai campi gravitazionali del Sole e dei pianeti. Negli ultimi anni solo la gravità l'aveva portata dove era, e dove doveva essere. Raggiunto il punto più lontano dal Sole, stava tornando indietro, ma non per venire a casa.

Doveva essere pronta a mettersi nella scia della cometa che sarebbe passata da quelle parti, avvicinarsi, girarle attorno e trovare l'assetto giusto perché Philae, il lander a quattro zampe che portava con sé, potesse sganciarsi e andare a depositarsi sulla sua superficie. Mano a mano che il segno del risveglio su uno schermo verde, un picco su un piatto segnale di rumore, tardava a comparire dopo il momento atteso, il nervosismo cresceva.

L'amico Berndt Feuerbach, grande scienziato tedesco, presidente dell'Advisory Board ESAC di cui anche io facevo parte, racconta che c'era silenzio in sala e che, dopo 20 minuti dal momento previsto per il risveglio di Rosetta, gli era arrivato un sms di Thomas Reiter, il più famoso astronauta europeo, che con un'aria apparentemente distaccata (solo un astronauta può averla così) gli chiedeva: «Siamo un po' in ritardo Berndt?». «Aspettiamo, Thomas, aspettiamo. È così lontana e ha tante cose da fare prima di dirci che è sveglia. Aprire i pannelli, scaldarsi un po', puntare verso la Terra la sua antenna, provare a trasmettere, e magari



Andrea Accomazzo, Operation Director Rosetta, nella Sala di Controllo a Darmstadt, esulta all'arrivo del segnale del risveglio di Rosetta.

non ci riesce al primo tentativo...». Dopo pochi minuti, per fortuna, lo spike tanto atteso, un picco sullo schermo verde, diceva a tutti che Rosetta si era svegliata. Un grande applauso in sala ha coperto le parole di Andrea Accomazzo, capo delle operazioni, che diceva con i pugni al cielo: «È fatta, si è svegliata». Abbracci, sollievo in sala, un senso di trionfo, anche se nulla di paragonabile alla prima volta che un Apollo riemerse con i suoi tre astronauti dal silenzio dell'altra faccia della Luna, o alla voce di Jim Lovell, comandante di Apollo 13, dopo i minuti di black out nel rientro in atmosfera, alla fine della Odissea dalla Luna, dopo l'esplosione nel modulo di servizio.

Ma una certa commozione c'era. Rosetta era una grande, ambiziosa speranza dell'attività spaziale europea, che ce la aveva fatta a svegliarsi, dopo essere

stata messa in letargo da un impulso lanciato da Accomazzo da una potente stazione in Australia.

Una cosa bella e importante. Successivi segnali informavano che i pannelli solari si erano aperti, che le batterie avevano cominciato a ricaricarsi, che era ripresa la rotazione su un asse per rendere equilibrata l'esposizione al Sole.

Insomma, Rosetta era pronta a mettersi attivamente in caccia della cometa per mandare Philae a esplorarla. Il problema di Philae non sarà stato quello di arrivare sulla superficie, ma di restarci. Una cometa, infatti, ha una gravità così bassa che la cosa più probabile per Philae sarebbe quella di rimbalzare dalla sua superficie e non poterci tornare mai più. Ma Philae ha un'ancora. Accomazzo ha pensato a tutto. Ne riparleremo nelle prossime settimane. ■ (a.o.)

2. Rosetta si avvicina alla cometa

Attese, preoccupazioni, speranze, ma soprattutto tante cose da fare.

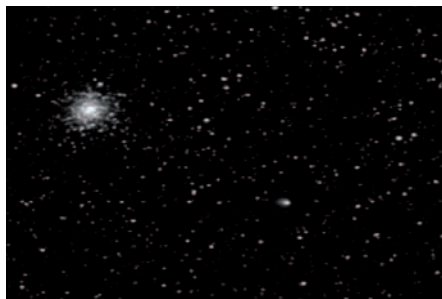
Darmstadt, 20 Giugno 2014. «Andrea, ma che ha fatto Rosetta dopo il risveglio? Si è lasciata trasportare verso la cometa?», ho chiesto ad Accomazzo incontrandolo a Darmstadt davanti a un ottimo spätzle al formaggio.

«No, no, le abbiamo dato tante cose da fare. La cometa le corre davanti, lei deve mettersi in coda e lentamente scendere a una velocità pochissimo superiore alla sua, per essere pronta, il 6 agosto, a entrare nella sua orbita. Mettersi in coda è meno difficile che regolare la velocità», dice Andrea.

«Abbiamo perciò previsto una serie di burns (spinte) usando poco alla volta i 700 kg di propellente rimasti a bordo nel 2011, dall'inizio del viaggio. L'unico rilevamento a nostra disposizione erano le immagini della cometa, un pixel dal momento del risveglio, sullo sfondo delle stelle fisse. In questo quadro la posizione era chiara. La velocità relativa, molto meno. Comunque tutto è proceduto senza sorprese fino al 16 aprile, quando la cometa è parsa quasi esplodere e il singolo pixel della sua immagine si è circondato di una nube» (fotografia 1).

Non si trattava solo dell'atteso materiale di sublimazione della superficie ghiacciata della cometa per l'avvicinarsi al Sole, ma di una vera e propria polvere, quasi una eruzione di 800 metri al secondo. Nel giro di meno di un mese l'immagine è tornata quella iniziale. Quattro manovre sono già state effettuate. Le più importanti, quelle del 2 maggio, durata sette ore con l'utilizzo di 20 kg di propellente, e quella del 4 giugno, durata 6h 40 minuti (fotografia 2).

«Da notare che sono tutte spinte molto leggere per apportare correzioni di velocità dell'ordine di pochi centimetri al secondo. Ne sono previste ancora sei fino ad arrivare, il 6 agosto, a 100 km dalla cometa. Allora inizierà un serie di interventi per inserire



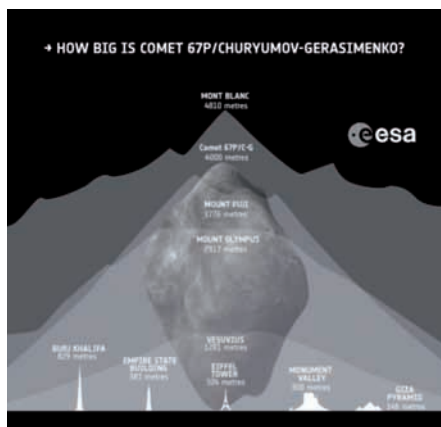
Fotografia 1. La cometa vista da Rosetta il 30 aprile, circondata da una nube di polveri.



Fotografia 2. La cometa il 4 giugno, distante 450.000 km.

Rosetta in un'orbita attorno alla cometa, a 30 km di altezza, per permettere agli strumenti di bordo di caratterizzarla dal punto di vista della gravità, della forma e dell'assetto. Si prevede che ciò possa iniziare il 10 settembre e permettere a Philae di scendere in novembre». (a.o.) ■

L'immagine ritrae la cometa paragonata a famosi monti e monumenti della Terra.



3. A vista d'occhio

Procede l'avvicinamento di Rosetta alla sua meta, ora visibile a maggiore risoluzione.

Nella settimana passata sono avvenuti tre eventi importanti per Rosetta. Il primo è stato la rilevazione di vapore acqueo proveniente dalla cometa 67PC da parte dello strumento a microonde MIRO, uno spettrometro ad alta risoluzione, che ha effettuato le sue osservazioni quando la navicella distava dalla cometa 360mila km. L'acqua è un importante componente della cometa, insieme a monossido di carbonio, metanolo e ammoniaca. MIRO ci aiuterà ad avere informazioni circa l'abbondanza di ciascuno di questi volatili, al fine di comprendere la natura del nucleo della cometa e il processo di formazione della chioma, che si sviluppa mano a mano che la cometa si avvicina progressivamente al Sole. Seguirà l'evoluzione termica della cometa, fornendo importanti informazioni sulle aree di perdita di gas sulla superficie.

Il secondo è che l'immagine della cometa ha iniziato ad allargarsi. Grazie al sistema di Imaging Osiris, l'immagine, che fino a ora non aveva mai superato la misura minima di un pixel, ha cominciato ad aumentare la definizione, fornendo le prime affascinanti informazioni sulla forma della cometa. Ora, a una distanza di circa 86mila km, una serie di 36 immagini ha permesso di valutare un moto di rotazione della cometa con un periodo di 12,4 ore.

Non ci sarà molto da aspettare prima di vedere cosa questi quattro pixel nascondono: entro le prossime due settimane la cometa si estenderà su una superficie di 20x20 pixel.

Rosetta, che il 5 luglio si trovava ad una distanza di 43mila chilometri dalla cometa 67P/CG, dovrebbe essere arrivata nel weekend a una distanza inferiore ai 36mila km.

Il terzo è che Rosetta ha anche completato la quinta di una serie di dieci manovre di rendez vous, necessarie a garantire l'arrivo della sonda alla cometa il 6 agosto. ■



4. Perché Rosetta

Berndt Feuerbacher,
Presidente della International
Astronautical Federation.

Perché la cometa è scientificamente importante?

Le comete sono relitti dell'origine del nostro sistema solare, tenuti in una sorta di congelatore cosmico ben al di là dei pianeti esterni e rimasti invariati per oltre 4,5 miliardi di anni. Quando un simile reperto viene deviato in prossimità del Sole, ci è possibile raggiungerlo. Si tratta di un'opportunità unica per imparare cose nuove del nostro Sole, della Terra, dei pianeti e persino dell'inizio della vita.

Che aspetto dovrebbe avere abbia la superficie della cometa?

Potrebbe essere formato da duro ghiaccio o da soffice neve, con spuntoni che fuoriescono o profondi canali intagliati. Nessuno ha mai visto finora la superficie di una cometa con una risoluzione migliore di un metro, e il nostro lander è di quelle stesse dimensioni.

Con che strumenti verrà studiata la superficie della cometa?

Potete consultare liberamente una descrizione di tutti gli strumenti montati su Philae sul blog dedicato, oppure sulla pagina di Rosetta, dove vengono descritte anche le strumentazioni del modulo orbitale. ■



5. Intorno alla cometa

Andrea Accomazzo,
responsabile delle operazioni
di Rosetta.

Come si può "guidare" Rosetta?

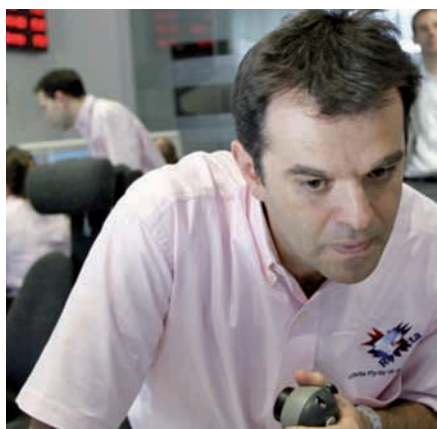
Rosetta attualmente si trova su una traiettoria di avvicinamento alla cometa la cui posizione però non è conosciuta con sufficiente precisione.

Pertanto, dobbiamo fare una navigazione ottica, prendendo delle immagini della cometa per risolvere questa incertezza sulla sua posizione. Le correzioni di traiettoria di Rosetta sono assolutamente necessarie. Rosetta si sta avvicinando alla cometa, ma se non dovessimo fare queste correzioni, queste manovre di rallentamento, passerebbe in vicinanza della cometa e volerebbe via.

Quale è invece l'obiettivo della missione?

Noi ci vogliamo fermare alla cometa. La serie di manovre che faremo adesso ci permetterà di avvicinarci e rallentare e fermarci in prossimità della cometa.

Siamo sicuri di riuscire a fare queste manovre se non si presenteranno particolari problemi, al momento non prevedibili, in modo di essere in grado di volare intorno alla cometa. Questa, è la grossa novità della missione Rosetta. ■



6. Una forma irregolare

Avvicinandosi alla sua meta, Rosetta svela dettagli significativi del corpo celeste.

Le prime immagini della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko hanno rivelato agli scienziati una forma straordinariamente irregolare. Dagli scatti, presi il 14 luglio con la fotocamera ad angolo stretto Osiris da una distanza di 12mila km, si direbbe che, proprio come per il suo nome, la cometa 67P/C-G è composta da due parti.

Un montaggio delle immagini ci permette di vedere una elaborazione della cometa. La tecnica adoperata, di nome "sub-campionamento per interpolazione", permette di rimuovere i pixel e creare un'immagine più nitida, anche se va precisato che le caratteristiche della superficie non saranno lineari come raffigurato nell'elaborazione.

Le condizioni della superficie verranno scoperte una volta più vicino. Al momento, qualunque differenza di luminosità potrebbe portare a interpretazioni errate.

Ciononostante il video, che utilizza una sequenza di 36 immagini interpolate e separata fra loro da un intervallo di 20 minuti, fornisce una stupefacente anteprima a 360 gradi della forma complessa della cometa. A prescindere dalla superficie, possiamo ugualmente distinguere con chiarezza un mondo dalla forma irregolare, tanto da essere già stata paragonata a quella di una papeira, con un corpo e una testa distinti. Un segmento sembra alquanto allungato, mentre l'altro appare più bulboso. Oggetti doppi del genere – conosciuti come sistema binario nella terminologia di comete e asteroidi – non sono rari.

In effetti, la cometa 8P/Tuttle, nelle immagini radio riprese dal telescopio di terra Arecibo a Portorico, sembrava costituita da due oggetti simili a sfere. Anche la cometa a forma di osso 103P/Hartley 2, ripresa durante il passaggio ravvicinato del satellite NASA EPOXI nel 2011, era formata

da due parti distinte, separate fra loro da una regione liscia. Inoltre, le riprese dell'asteroide 25143 Itokawa da parte dell'Hayabusa della JAXA, abbinata ai dati di terra, lasciano supporre che si tratti di un asteroide formato da due sezioni di diversa densità.

Le ricompense scientifiche per lo studio di una cometa di questo tipo sarebbero enormi, dato che esistono varie possibilità sul processo di formazione di questi corpi celesti.

Una delle teorie più affermate è che oggetti simili possano essere nati miliardi di anni fa dalla fusione fra due comete, composte da materiali differenti, durante la formazione del sistema solare, quando piccoli blocchi di detriti di roccia e ghiaccio si sono uniti per formare i pianeti. Forse la cometa 67P/C-G fornirà una prova unica dei processi fisici coinvolti nell'accrescimento.

Ma potrebbe anche essere avvenuto il contrario: una singola cometa potrebbe essere stata deformata dalla forza gravitazionale di un oggetto come Giove o il Sole; del resto, le comete sono cumuli di macerie con una debole forza interna, come osservato con la frammentazione della cometa Shoemaker-Levy 9 e il successivo impatto con Giove 20 anni fa. Forse un giorno le due parti della cometa 67P/C-G si separeranno completamente.

La cometa, d'altro canto, potrebbe essere stata molto più tondeggiante in passato ed essere divenuta asimmetrica in seguito all'e-

vaporazione del ghiaccio, provocata dall'ingresso della cometa nel sistema solare e dalle successive orbite attorno al Sole.

Si potrebbe persino pensare che la particolare dicotomia morfologica della cometa sia dovuta a un catastrofico impatto che avrebbe strappato una parte della cometa. Non si può neanche escludere che una forte esplosione possa avere indebolito un fianco della cometa al punto da provocare il distacco di una sua parte.

Una volta avvicinatasi maggiormente, Rosetta potrà eseguire un'analisi spettroscopica per determinare la composizione della cometa e trarre conclusioni più certe su questa genesi ancora enigmatica.

Secondo il responsabile della missione, Fred Jansen, «attualmente, vediamo immagini che suggeriscono una forma alquanto complessa, ma resta ancora molto da apprendere prima di poter trarre delle conclusioni, non solo per quanto riguarda la scienza delle comete, ma anche per quello che sarà necessario al fine di definire l'orbita di Rosetta e l'atterraggio di Philae. Dovremo condurre analisi e modelli dettagliati della forma della cometa al fine di determinare la migliore traiettoria di avvicinamento, tenendo in considerazione i controlli di volo e l'astrodinamica, i requisiti della missione e gli elementi associati all'atterraggio. Il 6 agosto, le nostre domande troveranno una risposta». ■

7. A un passo dalla meta

Paolo Ferri è il responsabile delle Operazioni ESA da cui dipende la struttura operativa diretta da Andrea Accomazzo, che guida anche la gestione di Rosetta.

Paolo Ferri ha passato quasi 20 anni della sua vita a progettare prima, realizzare poi e a seguire dall'alto, ora, la missione di Rosetta. Lo abbiamo interpellato ed è stato affascinante seguire il racconto delle difficoltà incontrate fino dall'inizio, non solo dal punto di vista tecnico, ma anche da quello manageriale.

Con l'aiuto di Andrea Accomazzo, Ferri ha superato momenti molto delicati, come quando un rinvio del lancio del Vettore Ariane di Rosetta ha obbligato il gruppo guidato dai due italiani a cambiare la cometa su cui dirigersi, perché quella scelta inizialmente non sarebbe più stata raggiungibile.

Lo presentiamo qui brevemente, perché avremo certo occasione di risentirlo, come testimone di una storia lunga e affascinante che in agosto e novembre avrà passaggi difficili ed essenziali per definirne il successo. Benvenuto tra noi di MIT TR, dott. Ferri. Benvenuto! (a.o.) ■

La cometa 67P/C-G visualizzata il 14 luglio 2014 da una distanza approssimativa di 12mila km.
Fonte: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS





8. Misteri e saperi

Nell'ambivalenza delle concezioni antiche e moderne della cometa si coglie l'importanza anche culturale di una impresa come quella di Rosetta.

L'icona che contraddistingue tutti gli interventi dedicati alla spedizione spaziale di Rosetta che nel prossimo novembre raggiungerà la cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, vuole segnalare, accanto ai tanti motivi d'interesse scientifico e tecnologico, un ulteriore motivo d'interesse artistico e culturale, che conferma l'importanza di una impresa lunga e difficile, con cui l'Europa torna a assumere un ruolo di rilievo nella esplorazione dello spazio.

Questo ulteriore interesse appare evidente quando si riconosce nella icona stessa un particolare della bellissima *Natività* che Giotto affrescò nella Cappella degli Scrovegni a Padova, come scena centrale del ciclo cristologico che prende le mosse dalla vita di Gioacchino e Anna, i genitori di Maria, per proseguire con episodi mariani e concludersi con la vita e la morte di Gesù. Fino ad allora (l'affresco di Giotto risale ai primissimi anni del Trecento) la stella di Betlemme, nelle scene della *Natività*, era sempre stata rappresentata in una forma specificamente stellare, secondo il testo di riferimento, nel Vangelo di Matteo, l'unico dei quattro evangelisti che ricorda esplicitamente il segno astrale.

A quale fenomeno astronomico facesse riferimento questo testo evangelico è difficile dire. Alcuni studiosi hanno avanzato l'ipotesi di una supernova, cioè di una esplosione stellare particolarmente luminosa, anche se non si può escludere almeno dal punto di vista astronomico l'ipotesi di una cometa: anzi, per maggiore precisione, proprio di quella cometa che milletrecento anni dopo avrebbe indotto Giotto a trasformare in maniera così significativa la iconografia tradizionale. Si tratta della celebre cometa di

Halley, che sembra sia stata visibile nell'anno 12 a.C., come si evince dalle testimonianze del tempo, sia in Occidente, sia in Oriente.

Perché Giotto dipinse una cometa?

Anche nel caso di Giotto, la sua così innovativa rappresentazione, oltre a rispondere al realismo estetico definito appunto come giottesco, potrebbe derivare dalla diretta visione della cometa di Halley, che nel suo millenario migrare nel sistema solare, tornò visibile nel 1301. Per altro, non fu l'unica cometa a venire registrata in quell'anno, tra Natale ed Epifania: scrive lo storico Giovanni Villani, in *Nuova Cronica*, che «nel detto anno, nel mese di settembre, apparve in cielo una stella commata con grandi raggi di fumo dietro, apparendo la sera di verso il ponente, e durò infino al gennaio».

L'accenno di Villani ci consente di cogliere l'ambivalenza insita nelle concezioni antiche e moderne della cometa. Se, da un lato, Giotto, opera con la cometa una sorta di storicizzazione del racconto sacro (ma alcuni sottolineano piuttosto le implicazioni apocalittiche della scelta di rappresentare una cometa invece di una stella per annunciare la nascita di Cristo), dall'altro lato Villani ripropone quell'evento astronomico in una chiave astrologica, che sembra caratterizzare la cometa in quanto evento inconsueto e catastrofico: «De la quale i savi astrologi dissono grandi significazioni di futuri pericoli e danni a la provincia d'Italia, e a la città di Firenze».

A parte le troppo facili previsioni a posteriori, a riproporsi di tempo in tempo è l'idea che la cometa, oltre a parlarci di sé, di cosa sia fatta, di dove provenga, ci parli anche di qualcosa d'altro, che ieri si presupponeva stare in avanti, nel futuro, mentre oggi si cerca indietro, nel passato.

Le comete non fanno più paura

Perché questo cruciale passaggio avesse luogo ci sono voluti quattro secoli di tormentose riflessioni, filosofiche e scientifiche, una profonda rivoluzione culturale e un temperamento caustico come quello di Pierre Bayle, autorevole storico e filosofo francese che, alla fine del Seicento, per sottolineare quanto e come il pensiero del mondo e dell'uomo fosse cambiato, nel suo *Dictionnaire Historique et critique*, si mise a dare i voti ai



filosofi antichi e moderni (moderni per lui, ovviamente), stigmatizzando soprattutto quelli che pretendevano di avere trovato la montaliana "formula che il mondo possa aprirsi". Negli stessi anni (1682) Bayle scrisse anche i due volumi dei *Pensées Diverses sur la Comète*, che dall'apparizione dell'ennesima cometa traevano spunto per criticare ogni tipo di pregiudizio, in particolare quello che «le comete, che ci inviano luce, possono benissimo inviarmi qualche altra cosa». Elencando le frequenti apparizioni delle comete dal Duecento al suo tempo, ironizzava, con accenti da mediatore, che se le comete fossero segni, si tratterebbe di segni troppo frequenti, che «perdono la loro efficacia, perché ci si fa l'abitudine».

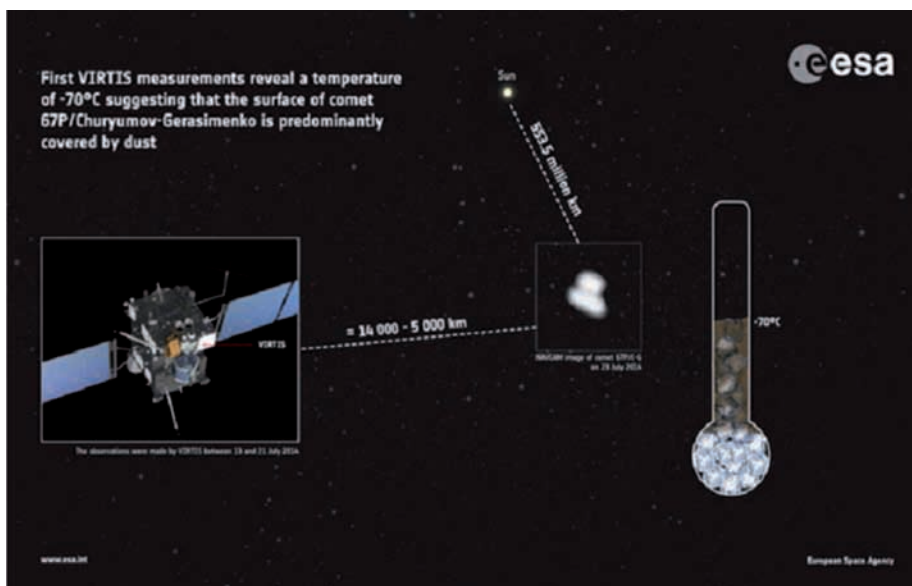
Forse anche alle immagini che ci perverranno da Rosetta finiremo per fare l'abitudine. Ma resta il fatto che Rosetta ha davvero tante cose da dirci: sul passato dell'universo, che potrebbe avere lasciato tracce ancora percepibili nel corpo della cometa; sul passato della vita, che alcuni pensano possa essere venuta da fuori, come molte altre cose che contano davvero.

In quale lingua ci racconterà la nuova Rosetta i misteri della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko? Non dovrebbero esserci dubbi: in quella "lingua matematica" in cui, secondo Galilei, è scritto il libro della natura e che è servita a disegnare le intricate e interminabili orbite di Rosetta tra il Sole e i suoi pianeti. Perciò è lecito sperare che questa volta la cometa, invece di preoccupare chi non sapeva cosa fosse e quali sventure potesse comportare, venga a confortare il nostro desiderio di saperne di più, proprio perché anche noi non possiamo e non vogliamo sottrarci al fascino del cielo stellato. (g.p.j.) ■



9. Sempre più vicino

Sta per concludersi il primo conto alla rovescia dell'appuntamento della navicella spaziale europea Rosetta con la cometa 67P/C-G. Intanto si moltiplicano le immagini del corpo celeste.

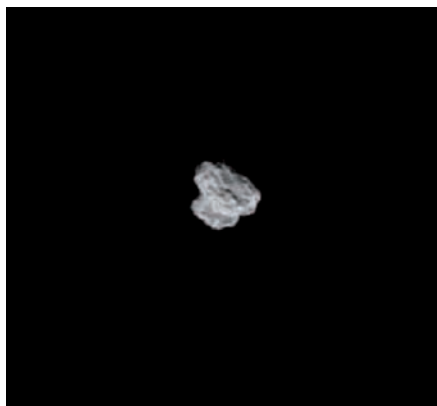
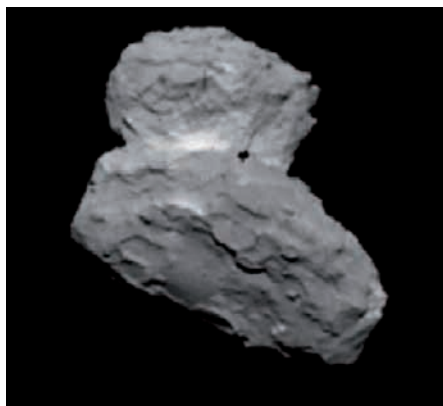


Nella seconda metà di luglio, in fase di avvicinamento, Rosetta ha misurato la temperatura della cometa mediante uno spettrometro termico a raggi infrarossi. La temperatura era di -70°C , e ciò implica che la superficie sia prevalentemente coperta di polvere piuttosto che di ghiaccio, che avrebbe dovuto risultare molto più freddo.

Questa è una immagine della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko ripresa l'1 agosto dalla telecamera OSIRIS a bordo di Rosetta, a una distanza di circa 1.000 km. Dal 24 luglio l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) pubblica una immagine al giorno, che rende particolarmente suggestiva la marcia di avvicinamento, accrescendone l'interesse.

Il giorno dopo, il 2 agosto, Rosetta fotografava nuovamente la cometa che, per quanto inquadrata in un campo più largo, offre alla osservazione nuovi dettagli.

Il 6 agosto, Rosetta e la cometa s'incontreranno, tra le orbite di Giove e Marte, a circa 544 milioni di chilometri dal Sole: ancora lontano per un appuntamento così intimo.



10. A portata di mano

Il 6 agosto Rosetta ha raggiunto la cometa e ha cominciato le manovre per avvicinarsi.

Delle 10 manovre di correzione di orbita, iniziate il 7 maggio, l'ultima, quella d'inserimento nell'orbita della cometa ha avuto luogo con successo il 6 agosto.

L'ingresso in orbita di Rosetta è stato attivato da una breve, ma cruciale spinta della durata di soli 6 minuti e 26 sec, a partire dalle 09.00 GMT (*Greenwich Mean Time*), equivalente alle 11.00 CEST (*Central European Summer Time*).

Il programma dei comandi era stato caricato durante la notte del 4 agosto.

L'inserimento in orbita significa che Rosetta comincerà a eseguire una serie di percorsi triangolari, ciascuno lungo circa 100 km, ed effettuerà una piccola propulsione a ogni vertice per spostarsi sulla tratta successiva e restare vicino alla cometa.

Ci vorranno da tre a quattro giorni per completare ogni tratta. L'altezza dei percorsi sopra la superficie sarà progressivamente diminuita fino a una quota compresa tra 5 e 10 km, da dove il *lander* Philae verrà fatto scendere sulla superficie della cometa.

La discesa sarà molto lenta a causa della bassissima gravità della cometa. ■

La cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, fotografata da 30 km.

