

Veder tramontare il sole è sempre uno spettacolo magnifico, sulla Terra come nello spazio. Un osservatore al suolo vede l'astro tingersi prima di arancione e poi di rosso sempre più acceso, mentre si abbassa sull'orizzonte fino a scomparire. Quando la palla infuocata non è più visibile rimane, per un po', la luminosità del cielo ormai diventato rosso fuoco, a ricordarci che un'altra giornata sta per volgere al termine.

Per gli astronauti in orbita, che vivono una giornata in cui ci sono 16 albe e 16 tramonti, non c'è soluzione di continuità. Lassù, con il giorno e la notte che si susseguono ogni 45 minuti, si ha la sensazione di vivere in un film accelerato dove non c'è tempo per una pausa di riflessione o per trarre un bilancio della giornata appena trascorsa.

Nello spazio, il sole è una sfera di un bianco accecante immersa in un cielo nero. Quando comincia a transitare dietro la curvatura del pianeta, il buio cosmico avanza rapidamente fino ad inghiottire quasi completamente la Terra; solo il sottile guscio dell'atmosfera terrestre rimane visibile, illuminato di sfumature variopinte che vanno dall'azzurro al rosso. Quest'insolito spettacolo dura appena una manciata di secondi e cessa quando si passa, definitivamente, nel cono d'ombra della Terra. Il nostro pianeta sembra assorbire gli ultimi raggi di luce e scomparire alla vista, immergendosi nel nero dello spazio. La sua presenza è tradita solo da una debole aureola generata dall'eccitazione delle molecole di ossigeno dell'atmosfera. Quando il sole scompare, l'energia che è stata fornita dai raggi ultravioletti solari, viene rilasciata sotto forma di una pallida luce tendente al verde, una sottile pellicola



fosforescente che si estende per tutta la circonferenza terrestre. A questo punto ha il sopravvento una sensazione di freddo, solo in parte giustificata dall'abbassamento di temperatura che comincia a farsi sentire nella cabina, e legata, forse, al disagio psicologico di aver visto sparire gli splendidi colori

## Sedici albe sedici tramonti

Umberto Guidoni

della Terra, cancellati, di colpo, dall'ombra della notte. Ma appena gli occhi si abituano all'oscurità si cominciano a distinguere i dettagli di quella massa buia. Qua e là si vedono bagliori improvvisi generati dai temporali che si stanno abbattendo in qualche area del pianeta; è strano vedere la luce dei

fulmini che di colpo illumina, dal sotto, le nuvole rendendole visibili per un attimo. Finalmente, quando si passa sopra le zone prive di nubi, si possono vedere le luci delle città che rompono, di tanto in tanto, la monotonia del paesaggio notturno. Quando si vola su aree densamente popolate, come il Mediterraneo, è possibile distinguere i contorni di intere aree geografiche; ad esempio, la luminosità delle città sulla costa tirrenica è sufficiente a delinearne i contorni della costa dalla Liguria alla Calabria.

Rapidamente come era sparita, la luce ritorna! I primi raggi colpiscono le strutture della Stazione Spaziale, i grandi pannelli solari, dislocati perpendicolarmente rispetto al corpo principale, diventano le ali luminose di un gigantesco insetto. Come enormi girasoli, i pannelli sono sempre puntati verso il sole e da esso ricevono la luce che viene trasformata in chilowatt di potenza elettrica necessaria per il funzionamento di tutti i sistemi di bordo e, in definitiva, per la vita dell'equipaggio.

Qualche istante dopo, quattrocento chilometri più in basso comincia un'esplosione di colori, prima nell'atmosfera poi sulla superficie del pianeta, con il sole radente che mette in risalto ogni asperità del terreno. Si torna a percepire la rotazione della Terra, la gigantesca trottola multicolore è tornata a risplendere alla luce del sole.

È curiosa la similitudine che si coglie dallo spazio: la stazione orbitante come l'intero pianeta dipendono, per la loro sopravvivenza, dalla radiazione proveniente dal sole; quando quest'unica fonte di energia viene meno, per fortuna per un tempo limitato, è la vita stessa che sembra scomparire dalla faccia dell'universo.

Il Sole questo sconosciuto? Può sembrare strano che la nostra stella, quell'oggetto luminoso che compone il 98% della materia del nostro sistema solare e che ha la bell'età di cinque miliardi di anni, sia ancora un oggetto in parte sconosciuto. Sia chiaro, se ne conosce la composizione, la struttura, la temperatura, anzi le temperature giacché zone differenti della stella hanno differenti valori in termini di calore, e se ne osservano i fenomeni, sia attraverso sofisticate strumentazioni a Terra che con satelliti dedicati allo studio di questa stella. Quello che appunto rimane misterioso, oltre ad alcuni fenomeni fisici che accadono sulla sua superficie, è l'interazione che tali attività hanno sul nostro pianeta e sugli altri pianeti del nostro sistema solare. Peraltro, uno degli interrogativi che solo recentemente ha trovato conferma, riguardava l'ipotesi di altri sistemi solari, altri soli, vale a dire stelle, con altri pianeti che ruotano attorno ad essi.

Altri soli

Fino a qualche tempo fa era una ragionevole ipotesi: difficile pensare che tra i miliardi di stelle presenti nella galassia, l'unica che si ornasse di pianeti potesse essere il Sole. Recentemente attraverso lo studio di altre stelle, e di modificazione dello status intorno a loro, si è concretata questa ipotesi, in altre parole esistono altri pianeti che ruotano intorno a propri soli. Siamo all'inizio di una ricerca che ci aiuterà anche a comprendere meglio la nostra stella, e i meccanismi che regolano il nostro e gli altri pianeti nella loro interazione con il Sole. L'importanza di comprendere i meccanismi di interazione a fatto si che negli ultimi anni allo studio del Sole come stella, si è affiancato quello della sua atmosfera e dell'eliosfera, la regione creata dall'espansione della corona, le cui dinamiche hanno profonde ripercussioni sul pianeta Terra e conseguentemente sull'uomo.

È così nata una nuova disciplina, detta meteorologia solare o Space Weather, che, attraverso l'osservazione dei processi energetici che si manifestano nell'atmosfera del Sole, si propone di studiare e prevedere gli effetti che essi provocano nello spazio interplanetario e, più in generale, nel Sistema Solare.

L'effetto serra

È questo un campo di ricerca tutt'altro che meramente speculativo, ma anzi ha una forte attinenza anche per capire alcuni fenomeni climatici, come il riscaldamento della Terra, di cui in queste giornate d'estate molto si parla.

Il Sole è il principale responsabile, in-

### Idrogeno al 90%

Con una età di circa cinque miliardi di anni il sole ha un volume di 1,3 miliardi di volte più grande della Terra, una forza di gravità alla superficie 28 volte superiore e un raggio centonove volte quello del pianeta che abitiamo. Sono alcune delle cifre che contraddistinguono la nostra stella, il Sole appunto, definita in astronomia anche Stella nana (non è infatti particolarmente grande in relazione a molte altre stelle della nostra galassia). Il Sole dal punto di vista fisico, è composto per oltre il 90% di idrogeno, una sorta di enorme centrale atomica, che produce un'elevatissima temperatura producendo un gas definito plasma solare. Il Sole segue un ciclo di attività di circa undici anni in cui alterna un periodo di massima attività e uno di minima. La superficie della nostra stella è denominata fotosfera e si compone di uno spesso di poche centinaia di chilometri (per dare un'idea dell'ampiezza rispetto alla stella, basti pensare che l'equatore del Sole dista dai poli 150 milioni di chilometri) ed ha una temperatura di circa 6000 gradi. Il Sole, infine, influenza anche il campo magnetico terrestre procurando vari effetti tra i quali le splendide aurore boreali.



# Il sole non è il solo?

## La nostra stella ha 5 miliardi di anni, ma resta un "Ufo" Alla ricerca di altri sistemi solari e dell'effetto serra

sieme alla nostra atmosfera di un fenomeno che ha permesso e permette la vita sul nostro pianeta: l'effetto serra. Il Sole riscalda il nostro pianeta, la cui atmosfera fa da filtro, e quindi impedisce che il calore irradiato dal Sole giunga direttamente sulla superficie terrestre rendendo impossibile la sopravvivenza, e da "scatola termica" ovvero impedisce altresì che il calore si disperda rapidamente nello spazio. In sostanza il Sole e l'atmosfera danno

vita a un fenomeno, l'effetto serra, che ha permesso alla vita di svilupparsi.

Il globo si riscalda

È chiaro che non basta tale effetto, ma va combinato con il livello di temperatura, in positivo e in negativo, che contraddistinguono il nostro pianeta. Per essere chiari Venere, che viene studiato anche per l'imponente effetto serra presente su quel pianeta, ha temperature al suolo di 480 gradi centigra-

di, qualcosa di più di una normale sauna. Ora il nostro pianeta si sta riscaldando, sicuramente il comportamento umano favorisce questo processo, ma quanto incide l'attività solare è elemento di dibattito.

Per molti studiosi il riscaldamento del globo è più dovuto agli effetti dell'attività solare (connesso anche alla variazione dell'asse terrestre etc...), che ha una certa ciclicità, piuttosto che all'intervento umano.

E paradossalmente si ipotizza che il riscaldamento del pianeta non sia altro che il preludio ad una nuova era glaciale.

Tranquilli, se ciò dovesse avvenire sarebbe tra circa cinquemila anni.

E così torniamo al punto di partenza, perché rispetto alla vita del nostro sistema solare, il Sole è studiato da pochissimi anni e c'è ancora molto da scoprire.

Sirio



### Ma è proprio necessario andare su Marte?

Augusto Guidoni  
Rozzano (MI)

Vorrei capire quali risultati possano attendersi alla Nasa e all'ESA dalle ultime missioni su Marte. a) Ci si aspetta di trovare elementi che dimostrino la possibilità di risvegliare (se ce ne fosse stata) una qualche forma di vita sul pianeta rosso, o b) Si cerca di definire un percorso storico, dalla nascita all'estinzione, di una sua eventuale vita remota, magari verificando l'esistenza di "biotraccia" sul suolo marziano? Lei che ha avuto il privilegio di vedere la Terra più piccola del suo obolo, meravigliosa e viva, penso che sia la persona giusta per giudicare la "Teoria di Gaia",

di James Lovelock, secondo la quale il nostro è un pianeta che autoregola la propria vita in un ciclo di processi chimici che coinvolgono, batteri, oceani e atmosfera come parti di un unico corpo. Negli anni 60 lo scienziato fu invitato dalla Nasa al Jet Laboratory di Pasadena, per contribuire alla progettazione degli strumenti per la rilevazione di eventuali forme di vita su Marte e, dallo studio della composizione dell'atmosfera marziana, si rese conto che su quel pianeta non esistono possibilità di vita. Tutti gli organismi viventi conosciuti assorbono energia e liberano prodotti di scarto. L'atmosfera terrestre contiene tantissimo ossigeno, poco CO<sub>2</sub> e molto metano, in un rapporto correlato al ciclo della vita nel pianeta. Mentre in quella di Marte c'è poco ossigeno, molta anidride carbonica e niente metano. Ciò significa che nell'atmosfera marziana c'è un equilibrio chimico completo e non sono possibili altre reazioni chimiche fra i gas atmosferici. Lovelock sconsigliò la missione del Viking, con la motivazione, suffragata da esperimenti condotti insieme a Dan Hitchcock, per cui se si vuole rilevare l'esistenza di vita su Marte o su qualsiasi altro pianeta, lo si può fare analizzando l'atmosfera con osservazioni compiute anche da Terra. Nel 1976 il Viking fu spedito ugualmente su Marte e non trovò tracce di vita. Quali novità oggi danno motivazione a queste ultime missioni marziane? L'attuale proliferazione di mis-

sioni verso Marte è dettata soprattutto dalla particolare vicinanza del pianeta rosso rispetto alla Terra, che ha permesso di ridurre sostanzialmente i tempi di percorrenza. Per questo il Giappone e l'Europa - che ha lanciato la sonda Mars Express - si sono affiancate alla Nasa che, ogni due anni (sempre per considerazioni di vicinanza relativa), invia una coppia di sonde, in zone diverse di Marte, per raccogliere nuovi dati e per migliorare la conoscenza del pianeta, anche in previsione di un possibile sbarco umano sul suolo marziano. È importante analizzare a fondo l'ambiente in cui si troveranno ad operare i primi equipaggi che scenderanno su Marte perché, da questo, può dipendere la complessità della loro missione e, in definitiva, le possibilità di compierla con successo. Ad esempio, se si trovasse che c'è acqua ed è facilmente estraibile dal sottosuolo, gli astronauti non dovrebbero portarla con sé dalla Terra ma potrebbero far uso delle risorse locali.

La sua domanda fa riferimento alla teoria di "Gaia" che riveste un fascino particolare, al punto di essere diventata un vero bestseller. Si può discutere su alcune estrapolazioni del pensiero di Lovelock, che rischiano di far apparire la Terra come una sorta di "organismo pensante" ma è certo che il suo punto di vista "globale" ha ottenuto notevoli successi nell'in-

terpretazione dei disequilibri chimici presenti nell'atmosfera del nostro pianeta, che non potrebbero essere spiegate con un approccio tradizionale. Di converso, l'equilibrio raggiunto dall'atmosfera di Marte suggerirebbe la mancanza di un effetto "biologico" e quindi l'assenza di vita, almeno su scala planetaria ma lascerebbe aperta la possibilità che qualche forma di vita elementare possa essersi sviluppata in nicchie ecologiche particolari, come ad esempio le calotte polari. La ricerca di possibili forme di vita, passata o presente, rientra quindi negli studi, a più ampio spettro, rivolti a conoscere meglio il pianeta rosso e la sua evoluzione. Per tornare a "Gaia", quando ero in orbita 400 chilometri d'altezza, ho visto la Terra come un corpo celeste circondata dall'infinito mare cosmico. Nell'ammirare quell'oasi azzurra, culla della vita, non si può non riflettere sull'estrema fragilità di un mondo abitato da una umanità che spesso non si rende conto di essere parte di un delicato equilibrio planetario.

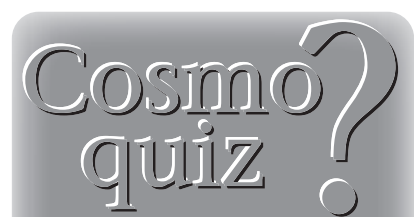
Appuntamento al 25 ottobre  
Per domande e quesiti da sottoporre ad Umberto Guidoni scrivere a  
spaziando@unita.it (fax 06-69646217-19)



- Da Atum a Aton passando per Ra e Amon  
Il Sole è un elemento dominante in ogni mitologia, da qualsiasi parte del pianeta, in quanto è sorgente di vita, oltre ad essere il simbolo maschile come la luna quello femminile. In Egitto troviamo quale Dio primordiale, Atum, il dio Sole, successivamente "sostituito" da Ra, Dio-Sole inizialmente di una parte dell'Egitto che poi si è diffuso in tutto il paese. Raffigurato di solito con la testa di falcone che sorregge il disco solare tra due ali o tra due serpenti, fu in seguito associato ad altre divinità importanti, in particolare Amon e Horus. Durante la rivoluzione monoteista del 1350 a.C. il solo Dio fu Aton, ancora una volta identificato con il Sole.

- Vicino al lago Titicaca la porta del Sole piangente  
È sicuramente il Sud-America la più importante delle aree culturali in cui il Sole era venerato. Si può citare per esempio il complesso di Tiahuacano, che si trova in un pianoro boliviano a 3750 metri sul livello del mare, a una quindicina di chilometri dal lago Titicaca. Qui esiste il Kalasasaya, il Tempio del sole, costruito tra il 200 a.C. ed il 200 d.C., dove la parte più importante è la Porta del sole, tagliata da un unico pezzo di ardesite (una roccia durissima), alta più di tre metri e spessa circa un metro e mezzo. La parte superiore della porta è decorata da un'immagine di un Sole piangente.

- In Cina credevano che ci fossero dieci Soli  
Diversi sono i miti nel mondo cinese che riguardano il Sole, come quello che lo fa nascere dalla interazione tra il principio yang (materia leggera, il cielo) e il principio yin (materia pesante, la Terra), frutto questi due principi dalla divisione di una massa informata di materia che componeva il tutto. Secondo un altro mito inizialmente esistevano dieci Soli, figli di Xi He e dell'imperatore Jun, i quali si alternavano nel cielo nei dieci giorni che componevano una "settimana", guidando un carro trainato da sei draghi. Un giorno i dieci Soli sorsero contemporaneamente, bruciando la Terra: quando il padre vide il disastro, fu costretto a chiedere all'arciere Yi di uccidere nove dei suoi figli.



★ Chi disse Fermat! O Sole?

★ Quale pianeta del nostro sistema solare è una stella mancata?

★ Qual è la temperatura del nucleo del sole?

RISPOSTE

1. Fermat non disse mai nulla sul Sole.  
2. Nessuno.  
3. Circa 15 milioni di gradi Celsius.