

SCIENZA & VITA

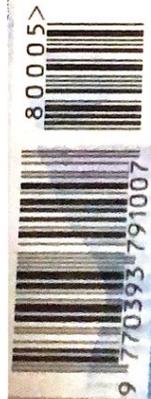
SCIENZA

IL PIACERE DI SAPERE

L. 4.000

& VITA

1998 MARZO



SCOPERTA

*Anche l'Italia
ha il suo dinosauro*

SPAZIO

*Acqua sulla Luna!
Presto l'uomo
ritornerà lassù*

TECNOLOGIA

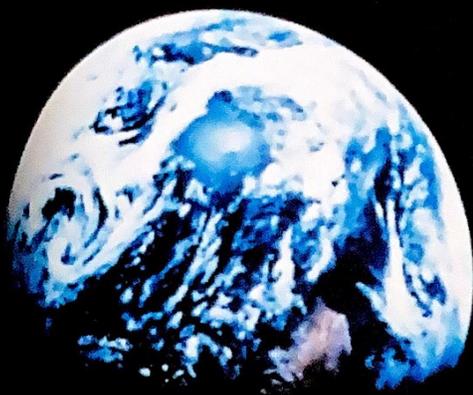
*Come funzionano
le «armi non letali»*

OCEANI

Miti, avventure, esplorazioni
e tecnologie del mare in mostra
all'Expo universale di Lisbona

La recente conferma della presenza di ghiaccio sul nostro satellite apre nuovi scenari alla colonizzazione dello spazio. Se dall'acqua lunare riusciremo a ricavare ossigeno e carburante, potremo costruire vere e proprie basi abitate, munite di telescopi non disturbati dall'inquinamento elettromagnetico terrestre. Potremo anche lanciare razzi interplanetari sfruttando la minore forza di gravità. Insomma...

Potremo andare tutti a colonizzare la **LUNA?**



C'è acqua sulla Luna. Lo hanno annunciato gli scienziati della NASA, dopo le analisi dei primi dati raccolti dalla sonda *Lunar Prospector*, in orbita attorno al nostro satellite dallo scorso gennaio. La scoperta non ha colto di sorpresa l'ambiente scientifico, perché conferma le osservazioni effettuate quattro anni fa dalla sonda americana *Clementine*.

Il piccolo apparecchio, costruito nell'ambito del programma Guerre Stellari, girò attorno al nostro satellite per 70 giorni, con a bordo un radar che scandagliò a fondo i crateri e le valli del territorio lunare, rivelando la possibile presenza di ghiaccio al polo Sud, nella faccia nascosta della Luna. Precisamente, nel cratere Aitkin, che con un diametro di 2.500 chilometri e una profondità di 13.000 chilometri, è il più grande e profondo finora scoperto nel Sistema Solare.

Questi risultati convinsero gli scienziati della NASA, a progettare una nuova impresa, quella del *Lunar Prospector*, per ricostruire la mappa dettagliata della superficie e per verificare che *Clementine* non avesse preso un abbaglio. Non era un errore: almeno per ora, le misure dello spettrometro a neutroni (un apparecchio che può rilevare la presenza di ghiaccio d'acqua fino a una profondità di due metri) di cui è dotata la sonda confermano il dato, anche se per la risposta definitiva occorrerà attendere che *Prospector* si avvicini ancora di più al suolo lunare.

Per ora i ricercatori della NASA, analizzando le prime misure, hanno trovato traccia di depositi di ghiaccio nei crateri delle regioni polari: la riserva di acqua è stata stimata tra



Arrivano gli esploratori!

La scoperta che esiste acqua sulla Luna fa pensare concretamente alla possibilità di colonizzare il nostro satellite per utilizzarne le risorse. Così un artista della NASDA, l'agenzia spaziale nipponica, immagina una base spaziale per lo sfruttamento minerario.

i dieci e i 300 milioni di tonnellate, distribuite su una superficie totale di 70.000 chilometri quadrati ai due poli.

«Se anche le osservazioni successive dessero gli stessi risultati, e io sono abbastanza sicuro della precisione dei dati ottenuti finora, si apriranno nuove prospettive per l'esplorazione umana della Luna» commenta l'astronauta italiano Umberto Guidoni, dal Johnson Space Center della NASA. Guidoni si sofferma sull'argomento sottolineando che «poiché portare acqua dalla Terra in giro per il Sistema Solare è estremamente complesso e costoso, una riserva naturale sul nostro satellite potrebbe semplificare di molto la realizzazione e il mantenimento di una base lunare». Basti pensare che il

trasporto di 30 milioni di tonnellate di acqua dalla Terra alla Luna costerebbe oltre 60.000 miliardi di dollari e potrebbe mantenere per

prosegue Guidoni. «Basterebbe infatti scindere l'acqua nei suoi componenti base, vale a dire idrogeno e ossigeno, entrambi fondamentali per alimentare le celle a combustibile del tipo di quelle usate nello *Space Shuttle*».

Colonizzare la Luna sembra quindi un sogno destinato a diventare una prospettiva realistica

"Expanding the Human Economy through Off-Planet Resources"

MOON MINERS' MANIFESTO

un secolo un insediamento umano di 1.000 nuclei familiari composti da due persone.

«La presenza di acqua sul luogo risolverebbe non solo il problema della sopravvivenza degli astronauti, ma anche quello di reperire combustibile ed energia elettrica»

e la NASA non esclude affatto questa possibilità. «Si parla con insistenza di missioni umane dirette verso il nostro satellite, con lo scopo di stabilire una base permanente sulla superficie lunare» osserva l'astronauta italiano. «All'inizio si tratterà necessariamente di

una base provvisoria con soli quattro o cinque uomini, ma l'idea sarebbe di aggiungere componenti e infrastrutture in modo da farla crescere in base alle esigenze future. Questi primi astronauti dovranno soprattutto esplorare le risorse disponibili sulla Luna».

Certamente comunque, almeno da parte americana, si tratterà di un'impresa del tutto diversa dal programma Apollo, che disponeva di un budget illimitato. Nella nuova filosofia della NASA, infatti, le parole chiave sono *faster, better and cheaper* (in tempi rapidi, meglio e spendendo poco).

Ma sono soprattutto i giapponesi a mostrarsi interessati alla colonizzazione del satellite. Già da tempo infatti la NASA, l'Agenzia spaziale nipponica, ha delineato le possibili fasi per arrivare ad abitare il nostro satellite. Con la missione *Lunar-A* i giapponesi intendono esplorare il suolo e la struttura interna della Luna. Oltre a delineare un possibile sfruttamento minerario del nostro satellite, la missione do-

A bordo delle comete

In questa immagine, ripresa nel 1996 dal satellite *Polar*, la scia luminosa è stata provocata dalla disintegrazione ad alta quota di una piccola cometa di ghiaccio. Secondo alcuni scienziati questi corpi ghiacciati hanno trasportato l'acqua sulla Luna.

rebbe fare luce su qualcuna delle teorie riguardanti l'origine del nostro satellite: si potrebbe comprendere se la Luna è figlia della Terra, se si tratta di un corpo catturato, o se deriva dalla collisione della Terra con un altro corpo celeste. Ma è con *Selene* che il Giappone prevede di arrivare a costruire una base lunare. Il luogo adatto a ospi-

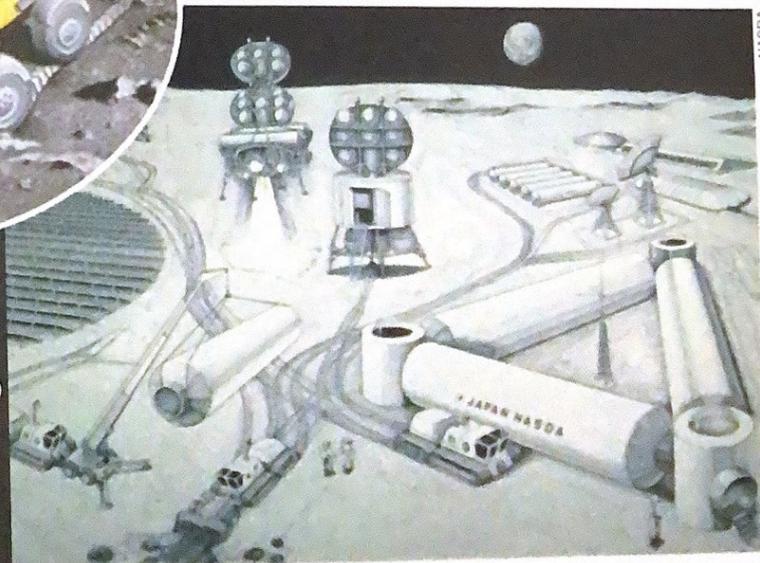
tare i primi pionieri sarebbe scelto in una prima fase di esplorazione non umana del territorio lunare. Sarà poi la volta di due astronauti che potrebbero trascorrere una giornata lunare per capire come progettare una base, che potrebbe anche essere costruita grazie a robot.

A frenare un poco gli entusiasmi prematuri degli aspiranti colonizzatori intervengono però alcune osservazioni di carattere pra-



Una tappa per lo spazio

Piccoli rover automatici (sopra) esploreranno il terreno per raccogliere campioni di roccia. A lato: la Luna rappresenta un luogo ideale da cui lanciare missioni verso altri pianeti.



SPAZIO

tico. «Occorre considerare la possibilità che il ghiaccio lunare si trovi in un equilibrio instabile dal quale potrebbe facilmente sublimare (cioè passare direttamente dallo stato solido allo stato gassoso) a causa di perturbazioni locali, senza che ci sia la possibilità di utilizzarlo» spiega Marcello Corradini, che dal 1987 coordina le missioni dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nel Sistema Solare. «Comunque i problemi tecnici legati alla costruzione di una base lunare non sono enormi, il vero problema è convincere i politici della necessità di un tale progetto».

MA PERCHÉ ANDARCI?

Una volta superate queste difficoltà, la Luna diventerebbe un luogo privilegiato per ricerche di ogni tipo. Le sue condizioni ambientali, il ciclo giorno-notte della durata di 14 giorni, la bassa forza gravitazionale (un sesto di quella terrestre), l'assenza di atmosfera e quindi di perturbazioni come i tifoni, costituiscono

bolide di 12 m di diametro



frammentazione tra i 1000 e i 24.000 km di altitudine

nuvola di vapore acqueo di 50 km di diametro

la nuvola si disperde nell'atmosfera

Un viaggio finito in fumo

Con un diametro di circa 12 chilometri, le comete ghiacciate si disintegrano ad altitudini comprese fra i 1.000 e i 24.000 chilometri. Questo fenomeno provoca la formazione di nuvole di vapore molto grandi, che si disperdono a quote più basse.

nell'insieme un'opportunità di compiere esperimenti che sulla Terra non sarebbero possibili.

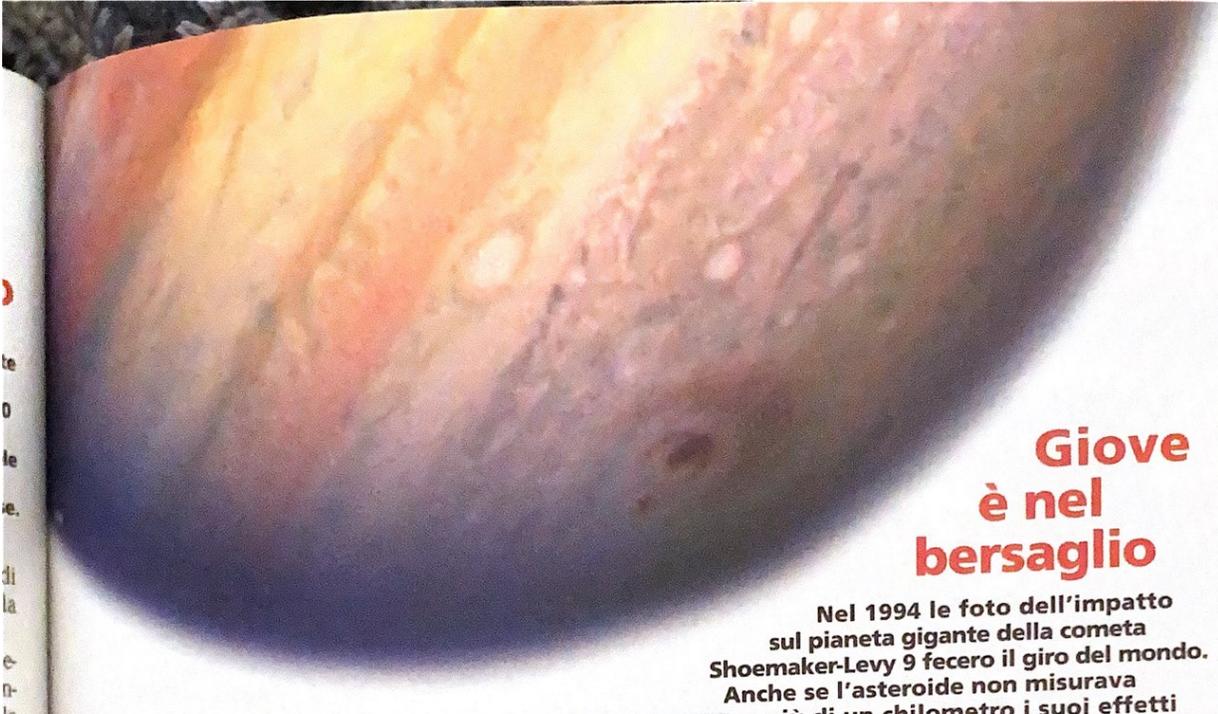
Una base sulla Luna permetterebbe anche di costituire un punto di partenza da cui lanciare le missioni alla scoperta di forme di vita nel nostro Sistema Solare. E sarebbe un luogo di osservazione ideale dal quale scrutare il cielo, al riparo dall'inquinamento luminoso.

Ma la prospettiva più allettante, per i fautori della colonizzazione lunare, è lo sfruttamento delle sue risorse energetiche e minerarie. Lo scienziato David R. Criswell, dell'Università di Huston, ha valutato la possibilità di realizzare impianti solari sulla Luna con i materiali reperibili sul posto come il silicio. Gli apparecchi sarebbero in grado di convertire la luce in elettricità e questa verrebbe inviata sotto forma di microonde sulla Terra dove una gigantesca antenna le catturerebbe.

Oltre all'energia, molti materiali potrebbero essere estratti da una base



A. MEYER/FONTE NASA



Giove è nel bersaglio

Nel 1994 le foto dell'impatto sul pianeta gigante della cometa Shoemaker-Levy 9 fecero il giro del mondo. Anche se l'asteroide non misurava più di un chilometro i suoi effetti furono molto spettacolari.

La pioggia di asteroidi

Allarme rientrato per l'asteroide Xf11: dopo averci tenuto col fiato sospeso con la minaccia di colpire la Terra come un gigantesco proiettile cosmico, gli scienziati della NASA hanno rifatto i calcoli. Xf11 non sfiorerà il nostro pianeta, ma passerà a circa un milione di chilometri. Forse, a occhio nudo non riusciremo neppure ad avvistarlo.

Per questa volta, insomma, è andata bene, ma il rischio che un asteroide entri in rotta di collisione con la Terra è meno irrealistico di quanto si pensi. I corpi celesti che vagano nell'Universo e che potrebbero colpirci da un momento all'altro infatti non sono pochi. Il sito internet della Spaceguard Foundation (<http://www.brera.mi.astro.it/SGF>), associazione nata nel 1996 con lo scopo di studiare i NEO (Near Earth Object, oggetti vicini alla Terra), ne elenca 108. Ma si calcola che in totale gli asteroidi da tenere sotto controllo siano circa 2.000 e una loro caduta sul nostro pianeta potrebbe provocare migliaia di morti e conseguenze disastrose sul clima. «In tempi remoti, gli impatti di grandi asteroidi sulla superficie della Terra hanno determinato distruzioni ed estinzioni di massa che hanno messo in pericolo la vita», commenta Andrea Carusi, direttore della Spaceguard Foundation. Si tratta però, è bene precisarlo, di fenomeni molto rari che si verificano in media una volta ogni 100 milioni di anni. Inoltre, con i mezzi tecnici di cui disponiamo oggi sarebbe possibile deviare o distruggere un asteroide in rotta di collisione con la Terra prima dell'impatto.

Oltre agli scienziati, la Spaceguard Foundation riunisce molti astrofili che, soprattutto in Giappone e in Italia, sono numerosi ed efficienti. «Le nostre osservazioni sono abbastanza semplici», conclude Carusi, «si tratta di puntare il telescopio, rilevare immagini con opportuni sensori e vedere se si trovano oggetti che si muovono. Quando un asteroide viene scoperto si continua a osservarlo per calcolarne l'orbita».

presente sul suolo lunare. Proprio con il fine di sfruttarne le eventuali risorse minerarie lunari ed espandere l'economia umana al di fuori del nostro pianeta, è nato il *Moon Miners' Manifesto*, una rivista statunitense che si prefigge la colonizzazione del nostro satellite: il progetto è quello di stabilire una comunità permanente sulla Lu-

na in grado auto-sostentarsi con l'estrazione di minerali preziosi.

PALLE DI NEVE SPAZIALI

L'entusiasmo per la nuova frontiera degli esploratori non ha tuttavia distolto gli scienziati da una questione fondamentale, che desta la curiosità di molti. Come è arrivata l'acqua sulla Luna?

La sua origine non è chiara ma

l'ipotesi più accreditata è che sia stata portata dalle comete che hanno bombardato la superficie del nostro satellite dalla sua formazione, avvenuta quattro milioni di anni fa, come del resto è avvenuto anche per il nostro pianeta. «L'idea che gli elementi volatili come l'acqua e il carbonio abbiano raggiunto la Terra trasportati dalle comete fu formulata per la prima volta nel 1961 dallo scien-

ziato di Huston Juan Oro e oggi, grazie a molti studi scientifici, è diventata più di un'ipotesi». A parlare è Julian Chela-Flores, fisico all'ICTP di Trieste, che da anni si occupa di esobiologia. «Secondo le ultime pubblicazioni dello scienziato

non ce ne accorgiamo, molti corpi provenienti dallo spazio arrivano continuamente sulla Terra.

C'è persino chi ipotizza che migliaia di blocchi di ghiaccio, di circa 12 metri l'uno, cadano ogni giorno nell'atmosfera terrestre. Louis

Frank, uno scienziato dell'Università dell'Iowa, annunciò questa teoria il 28 maggio del 1997 durante un congresso dell'American Geophysical Union a Baltimora.

Ogni giorno comete ghiacciate cadono nell'alta atmosfera?

Tobias Owen, l'origine di molti elementi volatili presenti sulla Terra è esterna: acqua e carbonio sono caduti sul nostro pianeta portati dalle comete, dopo la formazione della crosta terrestre. Non mi sorprende quindi che sulla Luna sia stato trovato del ghiaccio».

La caduta di comete sui pianeti è infatti un evento piuttosto frequente. Un esempio è stato, nel luglio del 1994, la disintegrazione nell'atmosfera di Giove dei frammenti della cometa Shoemaker-Levy 9. Sebbene il suo diametro non superasse il chilometro, gli effetti furono spettacolari. Anche se

Gli effetti di questa pioggia non sono devastanti soltanto perché, secondo quanto sostenuto da Frank, nessuna di queste «gocce» raggiunge il suolo; esse piuttosto si disintegrano tra i 1.000 e i 24.000 chilometri di quota, a un'altezza quindi molto elevata. Frank è giunto a questa conclusione analizzando i dati raccolti da due satelliti: nel 1986 il *Dynamic Explorer 1* della NASA rilevò strane macchie scure nell'atmosfera, la cui presenza fu confermata-

nomi, che si chiedono come mai questi oggetti non siano stati ancora osservati da nessun telescopio. Infatti, quando le comete si avvicinano al Sole, il ghiaccio sporco della loro superficie dovrebbe evaporare rendendo questi oggetti ben visibili anche da molto lontano.

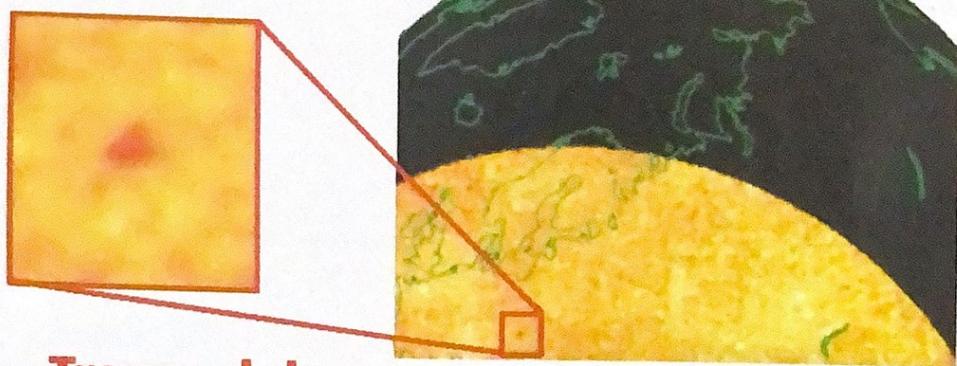
Inoltre, un corpo delle dimensioni di quelle ipotizzate da Frank, che si trasforma in gas al ritmo di una cometa, potrebbe vagare nel Sistema Solare per un anno appena prima di sciogliersi completamente. Ma occorre circa il triplo del tempo perché una cometa possa raggiungere la Terra partendo dalla cintura di Kuiper, la zona dove probabilmente hanno origine questi oggetti. Da queste obiezioni Frank si difende teorizzando che il ghiaccio sia ricoperto da una crosta di carbonio che gli impedisce di evaporare, rendendo invisibili ai telescopi le comete, che si disintegrerebbero improvvisamente avvicinandosi alla Terra. Ma anche la dinamica con cui avverrebbe questo processo resta oscura,

perché, secondo Frank, la disintegrazione avviene quando i frammenti non sono ancora entrati negli strati più densi dell'atmosfera.

Gli astronomi obietano anche che se il Sistema Solare fosse davvero percorso da un traffico di comete così intenso, gli impatti di questi corpi sulla Luna, non protetta da

un'atmosfera, provocherebbero la formazione di nuovi crateri, un fenomeno che però non viene osservato. Se Frank riuscirà a portare altri dati a sostegno della sua teoria, la pioggia di comete di ghiaccio potrebbe spiegare anche la presenza di acqua negli altri corpi del Sistema Solare.

MARTA CERÙ E PHILIPPE HENAREJOS



Tracce del passaggio

La camera a ultravioletti di *Polar* ha ripreso la formazione di una nube grande circa 30 km, dovuta all'impatto di una cometa ghiacciata. L'analisi delle foto ha permesso di escludere che queste immagini siano degli artefatti.

ta dalla missione *Polar*, lanciata nel febbraio dello stesso anno. Le macchie, secondo Frank sarebbero nuvole di vapore acqueo che misurano fino a 50 chilometri di diametro e potrebbero derivare dalla disintegrazione dei blocchi ghiacciati che si avvicinano alla superficie terrestre. La teoria non incontra però il favore di molti astro-