

# IL VOLTO ORIGINALE DELLA LUNA

*Com'era il nostro satellite naturale alla sua nascita? Che aspetto aveva, prima che il bombardamento meteoritico ne stravolgesse l'aspetto? Un'indagine avvincente che ci riporta a più di quattro miliardi di anni fa*

**S**i pensa che la Luna abbia 4,46 miliardi di anni; secondo la teoria più accreditata, sarebbe nata dall'impatto tra un corpo grande come Marte, chiamato Theia, e la proto-Terra. I frammenti strappati da questo impatto si sarebbero compattati in breve tempo in un corpo inizialmente stabilizzato su un'orbita a 100mila chilometri dal nostro pianeta, molto più bassa di quella occupata attualmente dalla Luna, che continua ancora oggi un lento processo di allontanamento, al ritmo di 3,8 centimetri all'anno. Questo modello spiega perché sulla Luna siano presenti pochi elementi volatili rispetto alla Terra, perché abbia un nucleo ferroso così piccolo (meno di un quarto del raggio) rispetto ai pianeti di tipo terrestre (dove occupa circa la metà del raggio), perché abbia uno spettro degli isotopi quasi identico a quello terrestre e una composizione che deriva quasi esclusivamente da materiali del nostro "mantello".

Come era questa Luna in fasce? Per un ipotetico osservatore terrestre, sicuramente di dimensioni apparenti maggiori della Luna attuale, grazie alla minore distanza, ma per il resto simile alla Terra, una palla rossa di lava fusa, ricoperta da un oceano di magma.

## UNA LUNA PIÙ GRANDE E LUMINOSA

Già dieci milioni di anni dopo la nascita, iniziò sulla Luna la differenziazione dei proto-minerali.

Molto calore era stato dissipato nello spazio e anche la gravità aveva fatto il suo lavoro, dopo la cristallizzazione dell'olivina, seguita a ruota dal pirosseno, dando luogo ai primi accumuli minerali del mantello. Al 70 per cento di tale cristallizzazione, i magmi si differenziarono ancora in plagioclasio (una miscela di minerali ricca di calcio, alluminio e silicio), che guadagnò la superficie generando la crosta, mentre sprofondavano nel mantello pesanti accumuli di ilmenite, ricca di ferro e titanio. La proto-Luna ormai raffreddata in superficie era ricoperta dallo strato solido che chiamiamo crosta, quando la residua parte del mantello si andava ancora differenziando. Le immagini che si trovano online suggeriscono un colore bianco grigio dei minerali che compongono il plagioclasio. Allora la Luna, sempre grande alla vista, era diventata più luminosa, di un colore bianco-grigio. Tutto qui?

## IL VOLTO AZZURRO DI SELENE

Le immagini "selenocromatiche" (vedi *Cosmo* n. 41) possono dirci qualcosa in più. Nonostante lo *space weathering* (il bombardamento di radiazioni) ne abbia sfumato e scurito i colori lunari, i crateri più giovani potrebbero suggerirci come poteva essere la proto-crosta, perché riportano in superficie materiali freschi, non esposti all'ambiente spaziale, che ricordano il plagioclasio della crosta primordiale. La risposta è netta: tutti crateri recenti localizzati nelle *highlands* lunari (l'area che dovrebbe essere il



» Una rappresentazione artistica dell'impatto primordiale avvenuto 4,46 miliardi di anni fa tra la proto-Terra e un planetoido che è stato battezzato Theia (dal nome della madre della Luna nella mitologia greca).

residuo rimaneggiato della proto-crosta) sono molto luminosi e azzurri.

La superficie della Luna di oggi è costituita da alcuni metri di breccia grigiastra, la mega-regolite, creata dall'intensa antica attività vulcanica effusiva e soprattutto dalla frammentazione delle rocce dovuta agli impatti meteorici. In questo strato superficiale abbiamo anche micro-schegge e massi provenienti dal profondo della crosta ma tale miscela di breccia è più un elemento confondente che la soluzione del problema: bisogna andare in profondità, cosa che gli impatti hanno fatto per noi.

Solo intorno ai 2 km di profondità, oltre i quali

ci lasciamo alle spalle i più grossi blocchi di *ejecta*, incontriamo il plagioclasio, seppure fratturato dalle scosse da impatto. Quindi, tolto lo strato superficiale, a giudicare da aloni e raggiere crateriche, quella esposta circa 4,5 miliardi di anni fa era una crosta altamente luminosa e azzurra, interrotta qua e là da macchie scure di colorati magmi mantellari in raffreddamento e di vulcani in eruzione. Si può, infatti, immaginare che la differenziazione dell'interfaccia crosta-mantello producesse al tempo delle risalite di lava, spinta in alto dalle forze interne.

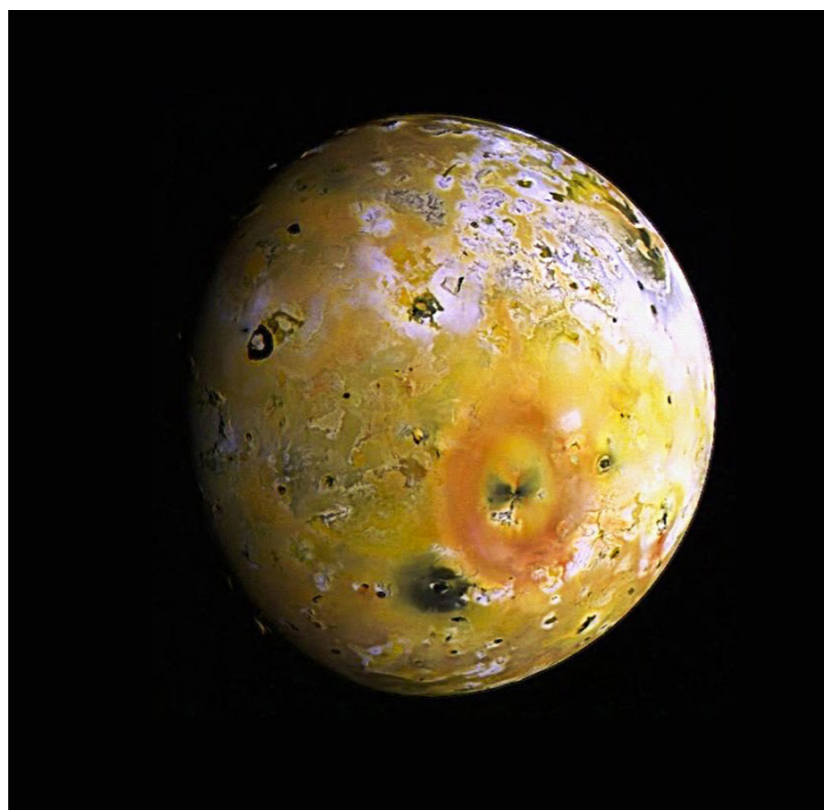
Quindi, la Luna primordiale era più grande, più luminosa e azzurra? Facciamo un po' di

ricerca mineralogica. Plagioclasio e anortosite sono quasi sinonimi e l'anortosite è composta per lo più di albite e anortite, che sono minerali bianchi, e solo per meno del 10% da pirossene ferroso (giallastro) e olivina (verdastra), minerali scuri in grado al massimo di restituire una sfumatura olivastra. Ma l'anortosite assume una leggera sfumatura celeste con un rapporto particolare tra cristalli ricchi di calcio dell'anortite e quelli sodici dell'albite. Il fenomeno dell'attenuazione dell'azzurro dovuto alla perdita di tale rapporto per l'esposizione all'ambiente spaziale e i microimpatti è riscontrabile anche nelle raggiere dei crateri recenti (i cosiddetti

“copernicani”). Prima degli impatti, siamo quindi autorizzati a immaginare ampie distese chiare con sfumature azzurre e sullo sfondo vulcani scuri e colorati da magmi e degassazioni, cosa che ricorda Io, il satellite di Giove, ma in “salsa azzurra”. Viene però il dubbio che il colore azzurro dei giovani crateri lunari rifletta quello della proto-crosta, in quanto questo colore potrebbe derivare dalla formazione di cristalli prodotti proprio dalle alte temperature degli impatti. In effetti, esistono, seppure incolori, minerali silicici come la coesite e la stishovite che sono generati proprio da alte temperature e pressioni.

**A CACCIA DI INDIZI**

A sostegno dell'ipotesi di una Luna primordiale azzurra, dovremmo portare qualche indizio in più, ma dove trovare sulla faccia visibile della Luna un tratto di crosta vergine, non toccato dalla radiazione solare e dalla microcraterizzazione? C'è solo qualche piccolo lembo di crosta con caratteristiche vicine a quelle cercate e, se ci accontentiamo, possiamo aggiungere un modesto indizio a favore della nostra ipotesi. Nei pressi del cratere Descartes (11°44'S 15°40'E), c'è una zona montuosa (le *Descartes Mountains*) molto antica geologicamente ma dello stesso colore e albedo (riflettività) dei giovani crateri copernicani. Non essendoci crateri



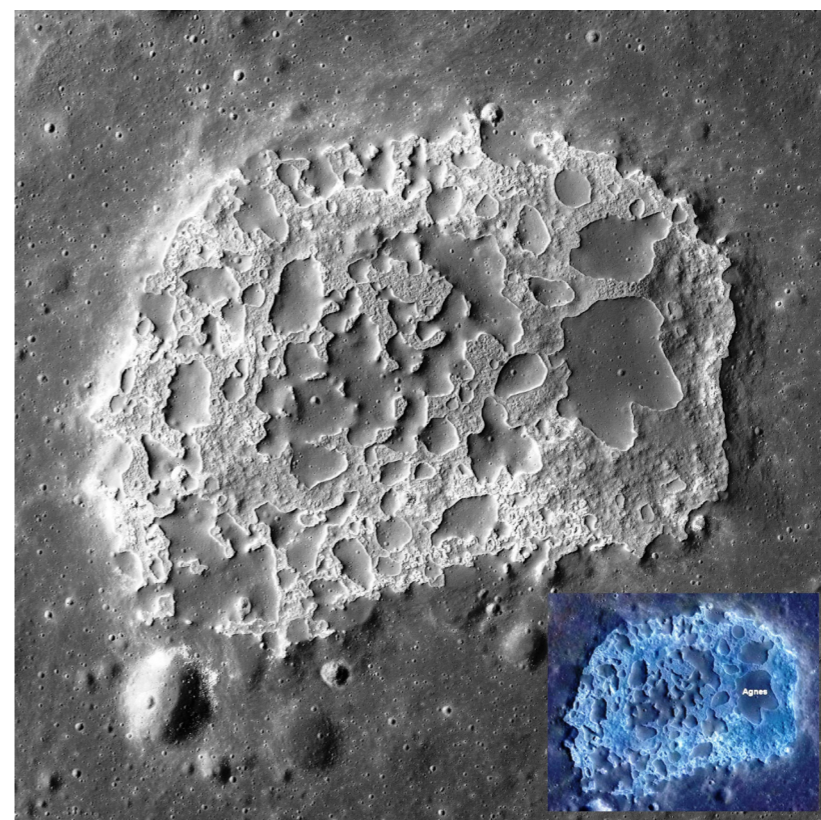
» Il volto attuale del satellite Io di Giove (qui ripreso dalla sonda *Galileo*), il corpo geologicamente più attivo del Sistema solare.



» Grande, luminosa e azzurrastra, questo poteva essere l'aspetto (ma ancora priva di tutti quei mari e crateri) della nostra Luna primordiale.



» La regione della “Lingua azzurra di Cartesio” (indicata dalla freccia) ripresa con un telescopio C8 da A. Ferruggia e S. Vinco con la tecnica selenocromatica; le lettere definiscono la datazione delle formazioni.



» La piccola formazione vulcanica *Ina* ripresa dalla sonda *Lunar Reconnaissance Orbiter*. Nel riquadro, una resa dell'immagine a colori, ottenuta mixando la foto con un'immagine ripresa dalla missione *Apollo 17*.

in grado di spiegarne l'origine da impatto, la spiegazione proposta è che, siccome l'area coincide con un'anomalia magnetica della Luna, una sorta di scudo magnetico l'abbia protetta dalla radiazione solare, evitando che il colore e l'albedo della “Lingua azzurra di Descartes” si siano persi nel corso di miliardi di anni (vedi *Cosmo2050* n. 48). Il problema è che il magnetismo può avere protetto la regione dalla radiazione ma non dalla micro-craterizzazione. Esiste una formazione così giovane da avere anche una craterizzazione ininfluenza?

Nel contesto del *Lacus Felicitatis* (19°N 5°E) si trova *Ina*, una piccola formazione vulcanica, estesa meno di 3 chilometri, poco craterizzata e quindi giovanissima. La sua età viene fissata a soli 100 milioni di anni, è quindi una formazione poco sottoposta allo *space weathering*. Il (discusso) meccanismo con cui si è formata prevede l'inflazione lenta di lava e gas che lasciano pensare a una stretta commistione tra minerali della crosta e lenti flussi di lava mantellari. La correlazione tra giovane età, materiali cristallini “freschi” e colore azzurro risulterebbe quindi corroborata. Basterà per immaginare una Luna appena nata grande, luminosissima ed azzurra? ∞

**\*ALDO FERRUGGIA**  
È MEDICO DI MEDICINA GENERALE, SI INTERESSA DI ARCHEOLOGIA, STORIA ANTICA E ASTRONOMIA