

# Spigolature astronomiche★

A cura di Annibale D'Ercole

INAF · Osservatorio di astrofisica e scienza dello spazio di Bologna (OAS)

## Luna ballerina

Claudio Elidoro

**O**GGI sappiamo che la Luna è il corpo celeste più vicino a noi e ci facciamo mille domande sulla sua composizione e la sua origine, ma per secoli e secoli è stata una abituale e gradita presenza nel cielo, un valido aiuto per misurare il passare dei giorni, ma nulla di più. Qualcuno vi vedeva l'immagine riflessa della Terra, altri favoleggiavano un mondo abitato da esseri fantastici, ma ci fu anche chi affrontò il problema del suo ciclico mutare d'aspetto. Pare che fin dal V secolo a.C. circolasse un'ottima spiegazione delle fasi lunari: si dice infatti che il primo ad azzardare la causa del fenomeno sia stato Parmenide di Elea (515-450 a.C.), suggerendo che la Luna fosse sferica e l'apparenza del suo crescere e decrescere dipendesse dalla sua posizione rispetto al Sole e alla Terra.

A nessuno, però, venne mai in mente di chiedersi perché, a dispetto dell'idea della sua sfericità proposta da Parmenide, l'aspetto dell'astro d'argento fosse sempre lo stesso; continuamente scomposto e ricomposto dal regolare susseguirsi delle lunazioni, ma sempre noiosamente identico. Probabilmente, visto che già c'erano un bel po' di interpretazioni riguardo all'alternarsi di regioni brillanti e macchie scure sulla superficie lunare, non era neppure concepibile che qualcuno si chiedesse se potesse esistere "un'altra faccia" e cosa potesse nascondere.

Nel suo *De facie quae in orbe Lunae apparet* – siamo intorno all'anno 100 d.C. – Plutarco riassume le fantasie degli uomini del suo tempo, che scorgevano in quei chiaroscuri la presenza di lineamenti umani. Giusto per citare un altro classico un po' più vicino

a noi, tra le domande che Dante pone a Beatrice vi è proprio la richiesta di saperne di più di quei segni scuri che, secondo alcuni, disegnavano l'immagine di Caino sotto un fascio di spine, simbolo del suo eterno rimorso per l'uccisione del fratello Abele:

Ma ditemi: che son li segni bui  
di questo corpo, che laggiuso in Terra  
fan di Cain favoleggiar altrui?

(Paradiso II, 49-51)

Le idee non mancavano neppure nel mondo Orientale (Cina, Corea e Giappone), dove teneva banco il racconto di un mitologico coniglio lunare intento a preparare, a seconda delle culture, l'elisir di lunga vita per la divinità lunare Chang'e o un dolce di riso.

Si può convenire che davvero occorra un po' di fantasia per scorgere queste figure sulla Luna ma, almeno fino a quando, trecento anni dopo Dante, Galileo Galilei (1564-1642) non puntò il suo cannocchiale verso il nostro satellite, la fantasia – in parte appoggiandosi alla filosofia e ai dettami scientifici e religiosi – la faceva da padrona.

Tra le prime scoperte che Galileo fece riguardo alla Luna vi fu che non era proprio del tutto vero che il suo aspetto fosse sempre perfettamente identico. Nei suoi scritti – nel *Dialogo dei massimi sistemi* e nella *Lettera ad Alfonso Antonini*, per esempio – Galileo parla espressamente di un fatto curioso riguardo all'aspetto lunare sottolineando come, grazie a particolari situazioni osservative, fosse possibile vedere anche al di là di quelli che apparentemente erano i bordi invalicabili del disco lunare. Ricorrendo a una parola abbastanza curiosa, Galileo le chiama "titubazioni" lunari, un termine che successivamente verrà sostituito con quello di "librazioni". La sostanza del fenomeno è che questi ondeggiamenti della Luna ci permettono di sbirciare oltre i bordi riuscendo a coprire con le nostre osservazioni il 59% della sua superficie (FIG. 1).

La spiegazione che Galileo dà del fenomeno, però, è solo parziale: all'origine delle "titubazioni" lunari, infatti, vi sarebbe la posizione dell'osservatore sulla superficie terrestre e il fatto che, per effetto della rotazione del nostro pianeta, nel corso di una

\* Questa rubrica si propone di presentare in modo sintetico e, per quanto possibile, autoconsistente argomenti che stanno alla base della conoscenza astronomica, spesso trascurati nella letteratura divulgativa, in quanto ritenuti di conoscenza generale oppure troppo difficili o troppo noiosi da presentare ad un pubblico non specialistico. Questi "fondamenti di astronomia", volutamente trattati in uno spazio limitato, possono essere letti a due livelli; eventuali approfondimenti per i lettori che desiderino ampliare la conoscenza dell'argomento vengono esposti in carattere corsivo e incorniciati. Si suggerisce questa rubrica, quindi, a studenti dei vari tipi e livelli di scuole. Le *Spigolature astronomiche* si possono trovare anche in rete, nel sito Web del «Giornale di Astronomia», <http://giornaleastronomia.difa.unibo.it/giornale.html>.

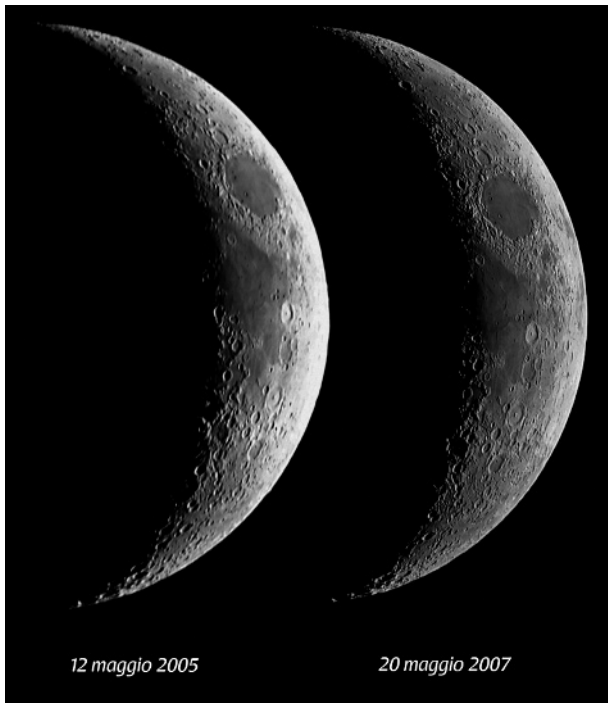


FIG. 1. L'effetto della librazione è visibile in queste due foto della Luna, riprese a due anni di distanza e quasi esattamente nella stessa fase «per pura coincidenza», come ha dichiarato l'autore David Liddicott. ([www.flickr.com/photos/davelidd/5336558038/](http://www.flickr.com/photos/davelidd/5336558038/))

dozzina d'ore tale posizione risulterebbe spostata di una quantità che, all'equatore, sarebbe uguale al diametro della Terra. Un semplice disegno (vedi FIG. 2) può aiutare a comprendere il ragionamento di Galileo.

Nelle sue osservazioni, Galileo non manca di annotare anche un'altra "titubazione" lunare, in grado di mostrarci regioni poste al di là dei poli del nostro satellite. Oggi la chiamiamo librazione in latitudine e la si può spiegare chiamando in causa l'inclinazione dell'asse di rotazione lunare rispetto al suo piano orbitale (FIG. 3). Tale inclinazione comporta che i due poli – e le regioni circostanti – si presentino ciclicamente all'osservatore terrestre. La situazione è identica a quella che si verifica per il nostro pianeta nel corso della sua orbita e che determina l'alternarsi delle stagioni, con i poli che si danno il cambio nel ricevere la luce del Sole.

Nella lettera ad Alfonso Antonini, del 20 febbraio 1637, Galileo descrive le "titubazioni" lunari paragonandole ai movimenti del volto:

Siccome dunque questo scoprire ed ascondere nel nascere e tramontare, per modo di dire, parte de' capelli sopra la fronte e parte del mento diametralmente oppostogli si può chiamare alzare e abbassare la faccia, così potremmo chiamare girarla ora a destra e ora a sinistra, scoprendo e ascondendo alternatamente gli orecchi, che tali possiamo chiamare le parti opposte, quando ella si trova nel meridiano.

Questa spiegazione, seppur corretta, non rende però ragione del vero motivo per cui è possibile buttare l'occhio anche su piccole porzioni della faccia nascosta della Luna.

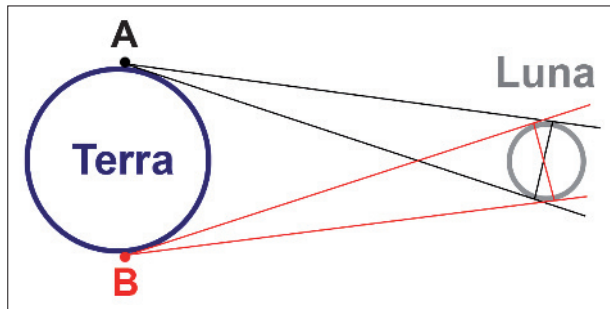


FIG. 2. Il "disco lunare" che vede l'osservatore nel punto A non è identico a quello osservato da B. Al di là dell'esagerazione indotta dal disegno non in scala, è evidente come la differente posizione dei due osservatori sulla superficie terrestre permetta di sbirciare una parte del lato nascosto. L'ampiezza di tale librazione (detta "diurna") è di circa un grado. A causa della linea di vista molto inclinata si potranno riconoscere scarsi dettagli, ma in epoche in cui l'altra faccia della Luna non era raggiungibile in altro modo tali dettagli erano comunque molto preziosi.



FIG. 3. Per un osservatore sulla Terra (T) l'inclinazione dell'asse lunare comporta che risultino ciclicamente visibili le regioni polari settentrionali e quelle meridionali del nostro satellite. Poiché tale inclinazione è di circa 6 gradi e mezzo, questo ci permette di incrementare ulteriormente la parte visibile della superficie lunare.

*Negli stessi anni in cui Galileo iniziava a osservare la Luna con il suo rudimentale telescopio e proponeva le sue spiegazioni delle librazioni, Giovanni Keplero (1571-1630) enunciava le leggi che governano il moto orbitale dei corpi celesti. Proprio in queste leggi, più che nelle considerazioni geometriche di Galileo, possiamo trovare la spiegazione corretta delle librazioni in longitudine, in grado di permetterci di osservare le regioni che si estendono per 7-8 gradi oltre i margini orientale e occidentale della Luna.*

*Dal punto di vista dinamico, il nostro satellite è caratterizzato da una "rotazione sincrona", termine che indica che il suo periodo di rotazione intorno al suo asse è uguale al periodo di rivoluzione intorno alla Terra, ed è proprio questo stretto legame tra i due moti a far sì che la Luna ci mostri sempre la stessa faccia. Non è affatto raro imbattersi in corpi celesti che presentano tale caratteristica. Gran parte dei satelliti del Sistema solare, infatti, particolarmente quelli che orbitano molto vicino al loro pianeta, sono in rotazione sincrona. Il meccanismo è dovuto all'azione delle forze di marea che, potendo agire su lunghi periodi di tempo, riescono a stabilizzare la rotazione del satellite rendendo il suo periodo di rotazione uguale a quello di rivoluzione. Per chi volesse approfondire la tematica delle*

maree, se ne è parlato proprio in questa rubrica qualche anno fa («Giornale di Astronomia», 2012 (1), p. 49).

Apparentemente, invocare una rotazione sincrona è in aperta contraddizione con la possibilità di dare un'occhiata anche a piccoli scorci del lato nascosto della Luna. Immaginando che il nostro satellite descriva un'orbita circolare, infatti, per sbirciare oltre i bordi dovremmo ipotizzare irregolarità nel suo moto di rotazione. Peccato, però, che la rotazione della Luna sia molto stabile.

Per chiarire il mistero, bisogna chiedere l'intervento di Keplero e delle sue leggi sulle orbite planetarie. Perfettamente in linea con la prima legge, l'orbita che la Luna descrive intorno alla Terra è un'ellisse e il moto dei due corpi avviene intorno al baricentro comune, situato a circa 4600 km dal centro della Terra. Benché l'ellisse abbia un'eccentricità molto piccola (il valore medio è circa 0,0549), il moto lunare è comunque soggetto ai dettami della seconda legge. Nella sua formulazione classica (riferita ai pianeti) la legge afferma che «il raggio vettore che unisce il centro del Sole con il centro del pianeta descrive aree uguali in tempi uguali». Questo comporta che, nel suo moto intorno alla Terra, la Luna non abbia una velocità orbitale costante. In prossimità del perigeo (il punto di massima vicinanza alla Terra), dove il raggio vettore è più corto che nell'apogeo (punto di massima distanza), l'arco di ellisse dovrà essere più lungo, dunque la Luna avrà velocità massima al perigeo e minima all'apogeo.

Se, come abbiamo già sottolineato, la velocità di rotazione della Luna intorno al suo asse è molto stabile, la sua velocità orbitale è caratterizzata da variazioni cicliche ed è proprio alla combinazione di queste due circostanze che dobbiamo imputare la responsabilità delle librazioni in longitudine. Aiutiamoci anche in questo caso con una figura.

Dalla FIG. 4 possiamo anzitutto notare che, al termine dell'orbita, il punto P sulla superficie lunare ha compiuto una rotazione completa in senso antiorario, confermando la rotazione sincrona del

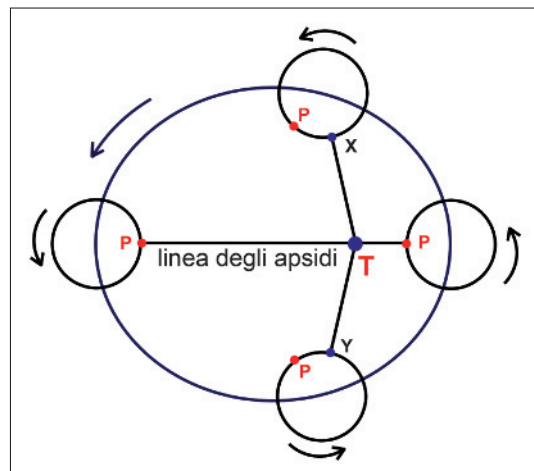


FIG. 4. Evidente come il disegno, con lo scopo di rendere più chiaro il concetto, non rispetti le corrette proporzioni per l'orbita e le dimensioni della Luna. A destra è raffigurato il perigeo lunare, punto in cui la velocità lungo l'orbita è massima, mentre a sinistra è l'apogeo, dove la velocità orbitale raggiunge il suo minimo. La figura è adattata da: G. CECCHINI, *Il Cielo*; vol. 1, p. 370.

nostro satellite. Visto dalla Terra (T), però, quel punto sarà esattamente al centro della faccia lunare solamente nel momento del perigeo e dell'apogeo (linea degli apsi). In altri momenti dell'orbita, a causa dell'aumento o della diminuzione della velocità orbitale della Luna, al centro della faccia lunare vi sarà un punto differente (X e Y nella figura), posto più a est o più a ovest del punto P. Questo significa che la faccia della Luna mostrerà particolari che al perigeo e all'apogeo erano invisibili perché situati al di là del bordo lunare.

Per dirla in modo più semplice: al perigeo la Luna tende a scappare più velocemente lungo l'orbita e la sua rotazione risulta in ritardo, mentre all'apogeo avviene esattamente il contrario. Se la spiegazione geometrica di Galileo poteva rendere ragione di una librazione di circa un grado, appellandoci alle leggi di Keplero possiamo giustificare perché la librazione in longitudine del nostro satellite ammonta a circa 7-8 gradi.

**Claudio Elidoro** si è laureato in Astronomia presso l'Università di Bologna con una tesi riguardante i Corpi minori del Sistema solare e si è diplomato al Master in Comunicazione Scientifica presso l'Università di Milano. È insegnante di matematica in una scuola professionale di Cremona e svolge attività di divulgazione astronomica scrivendo articoli per riviste del settore. Ha curato la prima parte della versione online delle "Spigolature Astronomiche". Nel dicembre 2006 il *Minor Planet Center* ha assegnato il suo nome all'asteroide "(43956) Elidoro".