

LA LUNA TRA SCIENZA E RELIGIONE



1. Caratteristiche lunari

La Luna, satellite terrestre tra i più grandi del Sistema solare (ha una grandezza pari ai 3/2 di Plutone, pianeta nano), è l'unico astro, oltre al Sole, di cui possiamo vedere direttamente la superficie attraverso strumenti ottici quali il telescopio. Questo è dovuto alla completa mancanza di atmosfera che ha molte altre conseguenze tra cui:

- Il repentino passaggio dal giorno alla notte (manca il crepuscolo);
- Il cielo è uno sfondo nero su cui si vedono le stelle;
- Manca acqua allo stato liquido che, anche se ci arrivasse, evaporerebbe immediatamente per il fatto che il calore solare giunge direttamente sulla superficie;
- L'escursione termica giornaliera è notevole;
- La superficie non viene alterata da gas atmosferici e acqua (come invece accade per la Terra).
- Non vi è l'azione erosiva degli agenti atmosferici, ma i detriti si formano in seguito alla lentissima e continua azione di degradazione di origine spaziale (impatti di meteoriti, vento solare, raggi cosmici).

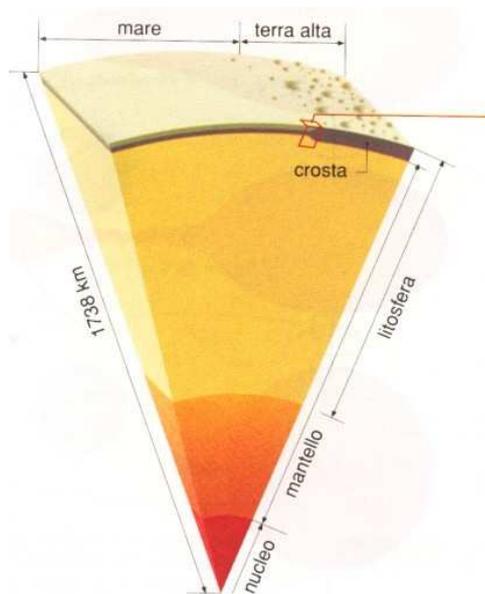
| | |
|--|--|
| Raggio | 1738 km (1/4 del raggio terrestre) |
| Superficie | $38 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ |
| Superficie sempre invisibile dalla Terra | 41% |
| Volume | $22 \cdot 10^9 \text{ km}^3$ (1/49 di quello della Terra) |
| Massa | $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ (1/81 della massa terrestre) |
| Densità | $3,34 \text{ g/cm}^3$ |
| Distanza massima dalla Terra (apogeo) | 405.506 km |
| Distanza minima dalla terra (perigeo) | 363.299 km |
| Distanza media dalla Terra | 384.403 km |
| Accelerazione di gravità (g) | $1,62 \text{ m/s}^2$ |
| Velocità orbitale media | 1,02 km/s |
| Eccentricità media dell'orbita | 0,0549 |

La Luna ha la forma di un ellissoide a tre assi dei quali due sono equatoriali e uno polare; l'asse equatoriale maggiore è rivolto verso la Terra ed è più lungo di circa 2 km rispetto a quello polare. Il giorno lunare dura circa 28 giorni terrestri, per questo il dì e la notte sulla Luna durano 14 giorni ciascuno.

Alla vista la superficie lunare si presenta come un'alternanza di zone chiare e zone scure: altopiani e mari. I mari lunari sono vaste aree pianeggianti di colore scuro che derivano probabilmente da colate fluide di lava, proveniente dall'interno della Luna, che hanno riempito alcune depressioni ivi presenti. Essi sono ricoperti da un grosso spessore di detriti e ceneri costituiti da una miscelanza di frammenti di basalto e sostanze vetrose in forma di piccole sfere (regolite). Esso potrebbe derivare dalla frantumazione di ceneri e lave basaltiche a causa degli impatti dei meteoriti. I mari sono presenti solo nella faccia visibile della Luna. Gli altopiani sono, invece, aree elevate di colore chiaro e hanno una superficie accidentata. Sono formati spesso da rocce molto antiche modificate dal contatto con i meteoriti e, quindi, difficilmente analizzabili e presentano talvolta dei profondi solchi sinuosi scavati dalla lava o nati durante il raffreddamento della crosta.

Sono poi presenti alcune colline a base larga chiamate cupole o domi e sono considerate piccoli vulcani a scudo. Inoltre si possono osservare delle vere e proprie montagne, isolate o a gruppi, situate sugli altipiani o intorno ai mari. I crateri invece sono le forme più caratteristiche del paesaggio lunare, hanno dimensioni variabili (da 1 m a oltre 200 km) e anche la forma muta, di solito in relazione alla dimensione. Essi hanno prevalentemente un'origine meteoritica e quando superano i 40 km di diametro sono detti circhi.

L'attività sismica sulla Luna non è paragonabile a quella della Terra; si registrano alcune scosse dovute all'attrazione terrestre che provoca piccole deformazioni o a causa dell'impatto con meteoriti. I dati sismici hanno permesso di stabilire che l'interno della Luna presenta una suddivisione in crosta, mantello e nucleo simile a quella della Terra.



- La crosta lunare non è frammentata in placche tettoniche, è rigida, presenta uno spessore variabile con un valor medio di 70 km (generalmente più spessa nella faccia non rivolta alla Terra). La crosta dei mari presenta, rispetto quella degli altopiani, uno spessore minore e una densità maggiore.
- Il mantello si divide in superiore e inferiore dopo una profondità di circa 100 km. Il mantello superiore è rigido e costituisce quella che viene chiamata litosfera lunare, per accostamento alla litosfera terrestre. Troviamo quindi il mantello inferiore molto simile all'astenosfera terrestre anche se meno attivo costituito da materiali debolmente viscosi e plastici.
- Alcuni scienziati hanno ipotizzato che la Luna abbia un nucleo caldo, forse parzialmente fuso, con un apprezzabile contenuto di ferro. Esso non è, probabilmente, molto esteso (circa 500 km).

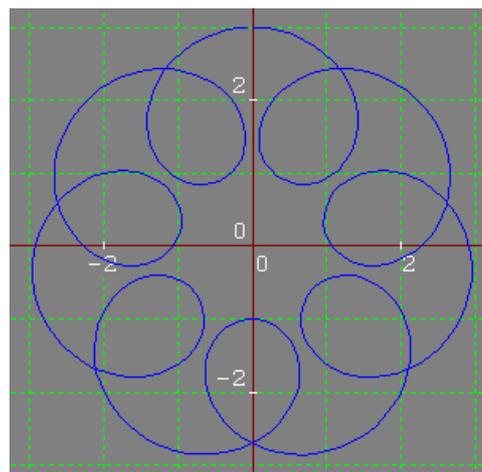
Una particolarità della Luna è la sua asimmetria: misurazioni laser dell'altezza della superficie lunare hanno dimostrato che la Luna è nettamente asimmetrica, con l'emisfero lontano più sporgente rispetto a quello rivolto verso la Terra. La crosta di tale emisfero è più spessa e, essendo costituita solo da terre alte, più antica di quella dell'emisfero visibile.

2. I movimenti della Luna

Il movimento della Luna è strettamente legato a quello della Terra tanto da formare un sistema unico binario in moto attorno al Sole e in movimento relativo tra loro. Molti scienziati affermano che essa non è un satellite ma un pianeta che forma, quindi, con la Terra un sistema bi-planetario.

I moti lunari principali sono 3:

- ◆ Moto di rotazione: la Luna, come la Terra, ruota intorno al proprio asse con un periodo di rotazione di 27 d 7 h 43 min 11 s che coincide esattamente con il periodo di tempo impiegato a compiere una rivoluzione completa intorno alla Terra. Ciò porta come conseguenza che la faccia lunare vista dal nostro pianeta sia sempre la stessa.
- ◆ Moto di rivoluzione: il moto di rivoluzione lunare avviene su un'orbita ellittica di cui il centro della Terra occupa un fuoco ed è ben descritto dalle leggi di Keplero. La direzione è da Ovest verso Est, mentre per il moto apparente del cielo, a causa della contemporanea rotazione della Terra nello stesso verso, la Luna sembrerà come trascinata dalla volta celeste in senso contrario, e perciò da Est verso Ovest.
- ◆ Moto di traslazione: oltre a ruotare su se stessa e intorno alla Terra, la Luna si muove, con il nostro pianeta, intorno al Sole. La sua orbita non sarà un'ellissi perfetta ma è deformata (epicicloide), si snoda intorno al Sole tagliando l'orbita terrestre 24 volte l'anno (12 all'interno e 12 all'esterno). Se si



calcolano i mesi riferendosi all'orbita della luna intorno al Sole si vede che il mese lunare diviene di 29 d 12 h e 44 min a causa dell'apparente spostamento di 27 gradi dovuto al moto di rivoluzione della Terra.

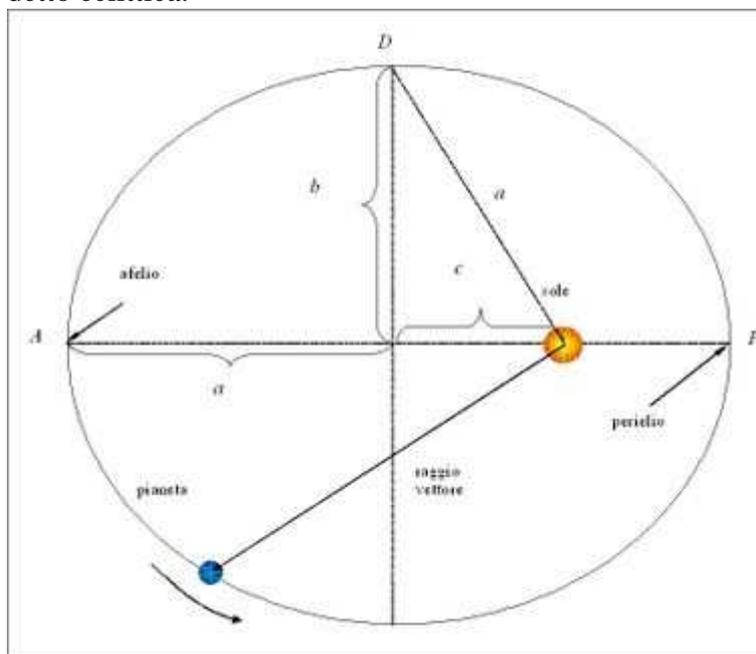
2.1 Le leggi di Keplero

Le tre leggi del movimento dei pianeti Keplero le derivò in parte studiando le osservazioni di Brahe e sarà Newton a verificare tali leggi grazie alla legge di gravitazione universale.

2.1.1 La prima legge

“L'orbita descritta da un pianeta è un'ellisse, di cui il Sole occupa uno dei due fuochi.”

Per la prima volta nella storia della scienza Keplero elimina dall'astronomia le sfere celesti e ipotizza per i pianeti un moto diverso da quello circolare. Osserviamo che, poiché l'ellisse è una figura piana, i moti dei pianeti avvengono in un piano, detto piano orbitale. Per la terra tale piano è detto eclittica.



Parametri caratteristici dell'orbita:
 semiasse maggiore (a), semiasse minore (b), distanza focale (c),
 eccentricità (e).
 Tra questi parametri esistono le relazioni seguenti:

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

$$e = \frac{c}{a}$$

L'ellisse in figura ha un'eccentricità di circa 0.5 e potrebbe rappresentare l'orbita di un asteroide.

La distanza della Luna dalla Terra non è costante (essendo quest'ultima su uno dei due fuochi) ma passa da un apogeo a un perigeo. In oltre la Luna si allontana dalla Terra di circa 2,5 cm l'anno

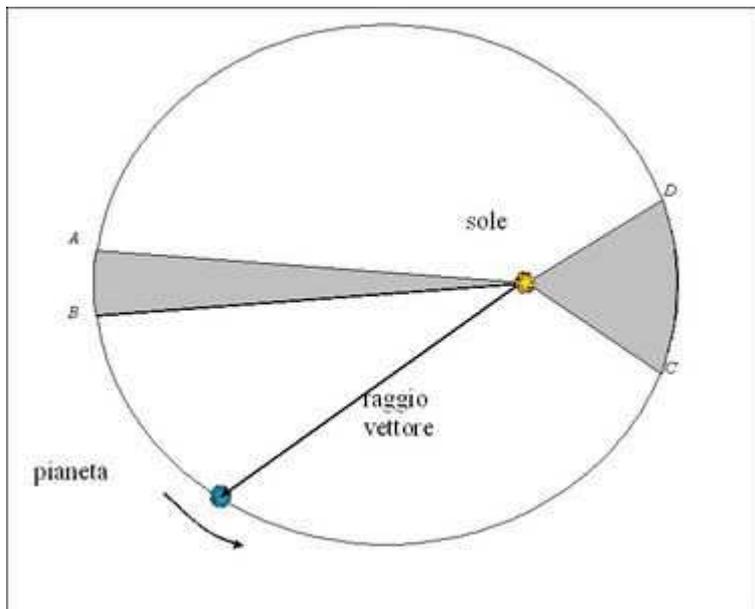
2.1.2 Seconda legge di Keplero

“Il raggio vettore che unisce il centro del Sole con il centro del pianeta descrive aree uguali in tempi uguali.”

Consideriamo ora alcune conseguenze di questa legge:

- La velocità orbitale non è costante, ma varia lungo l'orbita. Le due aree evidenziate nella figura qui sotto sono, infatti, uguali e vengono quindi percorse nello stesso tempo. In prossimità del perielio, dove il raggio vettore è più corto che all'afelio, l'arco di ellisse è, in corrispondenza, più lungo. Ne segue quindi che la velocità orbitale è massima al perielio e minima all'afelio. Per l'orbita qui raffigurata, la velocità al perielio è circa 3 volte la velocità all'afelio.

- b) Il momento angolare orbitale del pianeta si conserva
- c) La velocità lungo una determinata orbita è *inversamente proporzionale* al modulo del raggio vettore. Questa è una conseguenza della conservazione del momento angolare. Se L , dato dal prodotto di m , r e v_t è costante ne discende che v_t è inversamente proporzionale a r .
- d) Sul pianeta viene esercitata una forza centrale, cioè diretta secondo la congiungente tra il pianeta e il sole.



La seconda legge della dinamica per i sistemi in rotazione è

$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \mathbf{M}$$

dove \mathbf{M} è il momento della forza applicata. Poiché \mathbf{L} si conserva, la sua variazione è nulla e quindi anche \mathbf{M} è nullo. Questo può accadere solo se \mathbf{F} è parallelo ad \mathbf{r} , cioè è diretto come la congiungente con il sole.

2.1.3 La terza legge di Keplero

“I quadrati dei periodi di rivoluzione dei pianeti sono direttamente proporzionali ai cubi dei semiassi maggiori delle loro orbite.”

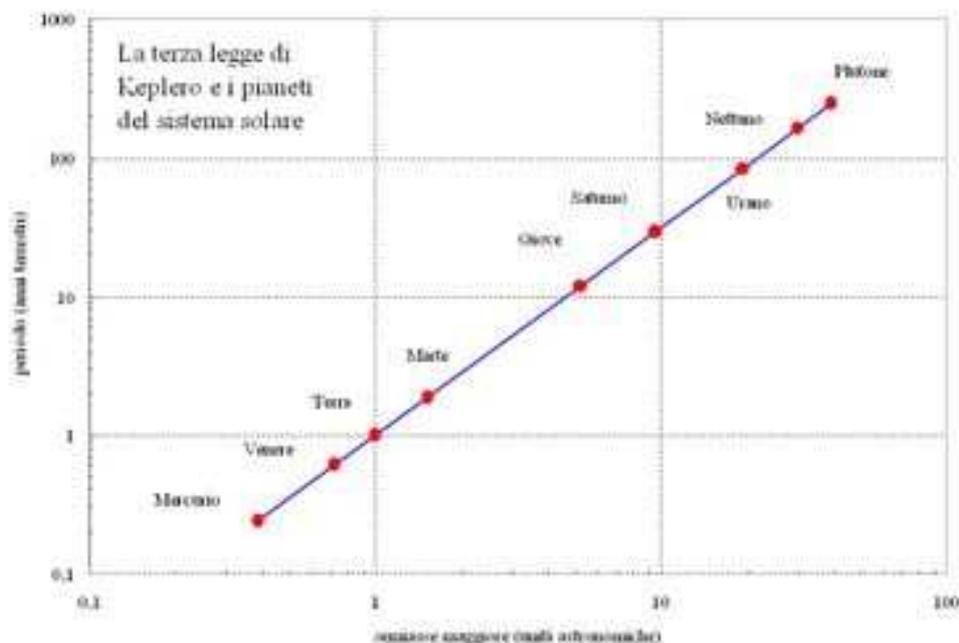
Questa legge è valida anche per i satelliti che orbitano intorno ai pianeti e può essere espressa in forma matematica nel modo seguente:

$$K = T^2 - d^3$$

dove K è una costante (a volte detta di Keplero), che dipende dal corpo celeste preso in considerazione (il Sole o qualcuno degli altri pianeti). Per un'orbita circolare la si riduce a:

$$T^2 = K \cdot r^3$$

dove r è il raggio dell'orbita.



2.1.4 Limiti di validità delle leggi di Keplero

Va specificato che le leggi di Keplero sono precise nella misura in cui sono soddisfatte le seguenti ipotesi:

- ◆ La massa del pianeta è trascurabile rispetto a quella del sole;
- ◆ Si possono trascurare le interazioni tra diversi pianeti (tali interazioni portano a leggere perturbazioni sulla forma delle orbite).

2.2 La legge gravitazionale di Newton

Come già detto sarà Newton a sistemare le leggi di Keplero. Egli, innanzitutto, affermerà che nell'universo sono presenti orbite ellittiche (pianeti, satelliti) insieme a orbite paraboliche e iperboliche. Questo lo scopre dal calcolo delle orbite attraverso la legge di gravitazione universale secondo cui:

"Qualsiasi oggetto dell'Universo attrae ogni altro oggetto con una forza diretta lungo la linea che congiunge i baricentri dei due oggetti, di intensità direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza"

Ciò equivale alla seguente formulazione algebrica:

$$F = G \frac{m \cdot M}{d^2}$$

dove d è la distanza, m e M sono le masse dei due corpi e G è la costante di gravitazione universale che fu determinata sperimentalmente solo da Henry Cavendish nel 1798. Sulle cause di questa attrazione Newton (almeno ufficialmente) non si pronuncia (il famoso «*Hypotheses non fingo*») dicendo che, perché un'ipotesi sia considerata vera, è necessario solo che essa spieghi i fenomeni naturali.

2.3 Le fasi lunari

Un bellissimo principe di nome Soma è innamorato di una stella calda e avvolgente, una stella che gli dona la propria luce e lo fa sentire vivo e creativo: Rohini, "la Rossa", che rappresenta il sole. Il principe vorrebbe vivere per sempre stretto alla sua Rohini, ma è invece forzato dal padre a sposare, oltre lei, altre ventisette stelle sorelle (che insieme a Rohini rappresentano i ventotto asterismi lunari), quindi ogni notte giace con una compagna diversa. Per questo il principe è affetto da una

malattia incurabile: ogni mese la sua luce decresce fino quasi a sparire man mano che è costretto ad allontanarsi dalla sua Rohini (e sulla terra, infatti, noi parliamo di “luna nuova” quando lui sente di più il suo dolore per l’assenza di lei e si chiude in se stesso, e il cielo diventa buio); mentre ciò che chiamiamo “luna crescente” è il sorriso del principe che si riaccende pian piano, giorno dopo giorno, insieme alla consapevolezza che sta per arrivare il momento in cui abbraccerà la sua cara sposa. E quando la luna è piena è perché il principe Soma è finalmente felice e appagato.

Con questo mito gli antichi indù spiegavano il continuo variare della luminosità apparente della luna secondo dei periodi ben precisi, detti fasi lunari. Questo cambiamento segue la posizione relativa di Terra, Luna e Sole e durante il mese Sinodico (l’intervallo tra due uguali allineamenti - congiunzioni e opposizioni- Luna-Sole) anche la porzione di superficie che riflette sulla Terra i raggi solari rendendosi visibile varia.

Con congiunzione si intende il fenomeno per il quale la Luna e il Sole hanno la stessa longitudine celeste o la stessa ascensione retta quando sono osservati dalla Terra (T-L-S). Con opposizione, invece, si indica la configurazione del Sole, della Terra e della Luna nella quale la longitudine celeste apparente geocentrica del pianeta differisce di 180° da quella del Sole. (L-T-S). Quando la Luna è in opposizione la vediamo luminosissima (piena) mentre quando è in congiunzione essa è completamente oscurata in quanto non riflette i raggi del sole verso il nostro pianeta (luna nuova).

Il tempo impiegato per un ciclo di fasi completo è di 29,5 giorni, mentre bastano 27,3 giorni per una rivoluzione completa attorno alla Terra.

La differenza si giustifica col fatto che la Luna orbita intorno alla Terra e contemporaneamente la Terra intorno al Sole, pertanto aumenta il suo percorso orbitale e ne consegue un ritardo di 2,2 giorni per trovarsi nella posizione iniziale e riprendere un nuovo ciclo di fasi.

2.3.1 Luna Crescente

Nella mitologia è identificata con una giovane donna (solitamente incinta); in particolare nella religione greca prende il nome di Selene. Questa Dea era raffigurata come una bellissima donna dalla pelle d'argento, capelli lunghi, neri e intrecciati e una mezzaluna sulla fronte, lo stesso simbolo che si disegnavano le sacerdotesse di Avalon quando impersonavano la Dea nei loro rituali.

Il nome Selene viene dal greco *Sèlas* che significa splendore.

Figlia di Iperione e della titanessa della luce Theia (chiamata anche Tia o Tea), era sorella di Elios (il sole) ed Eos (la luce dell'aurora). La troviamo raffigurata spesso alla guida del carro lunare trainato da buoi bianchi nel firmamento, dono fattale da Pan per farsi perdonare di averla presa con l'inganno.

Narra una leggenda greca l'amore tra Selene e Endimone, risalente al tempo in cui gli Dei e gli esseri umani vivevano ancora uno accanto all'altro e il mondo era privo di male:

Un giorno la Dea scorse il bellissimo giovane e immediatamente se ne innamorò, essendone ricambiata. Il grande ostacolo tra loro consisteva nel fatto che lei era una Dea mentre lui un semplice mortale. Selene allora si recò da Zeus e gli chiese che le fosse concesso un desiderio. Chiese che a Endimone fosse concessa l'immortalità, non ricordando però che non avendo chiesto prima l'eterna giovinezza, il giovane sarebbe diventato un vecchio condannato a vivere in eterno. Rendendosi conto dell'errore, la Dea lo addormentò in un sonno eterno e lo adagiò in una caverna sul monte Latmo, dove ancor oggi il principe, eternamente giovane e bello, sogna Selene.



Artemide, invece, è associata alla luna in quanto le sue frecce sono paragonate ai raggi lunari (l'arco è il più lunare e il più sacro tra le armi). La dea, che i romani chiamavano Diana, era la dea della caccia e della luna. Slanciata e incantevole figlia di Zeus e di Leto, vagabondava nel folto della foresta per montagne, prati e radure, con il suo stuolo di ninfe e i suoi cani da caccia. Vestita di una corta tunica, armata di un arco d'argento, una faretra colma di frecce sulla spalla, tirava con l'arco con mira infallibile. Come dea della luna è rappresentata anche nell'atto di portare luce, con una torcia in mano o con il capo circondato dalla Luna e dalle stelle.

Artemide era la sorella gemella di Apollo, dio del sole, nata prima di lui. La madre Leto (Latona per i romani) era una divinità della natura, figlia di due Titani, il padre era Zeus, re dell'Olimpo.

Quando venne il tempo per Leto di dare alla luce i suoi figli, sorsero grandi ostacoli. Ovunque si rivolgesse era, infatti, sgradita, perché tutti temevano la collera vendicativa di Era, moglie legittima di Zeus. Trovò finalmente rifugio sulla desolata isola di Delo, e diede alla luce Artemide che, appena nata, l'aiutò nel lungo travaglio e difficile parto di Apollo. Per nove giorni e nove notti Leto soffrì dolori atroci a causa degli sforzi vendicativi di Era. Artemide, che fu la levatrice di sua madre, venne quindi considerata anche la dea del parto. Le donne si rivolgevano a lei come "soccorritrice nel dolore, lei che dal dolore non viene sfiorata". La pregavano di porre fine al loro travaglio o facendo nascere il bambino o dando loro "una morte dolce" con le sue frecce.

2.3.2 Luna Piena

Nella mitologia medievale, la Luna Piena occupa una posizione importante: i lupi mannari si trasformano alla luce della Luna e le streghe si riuniscono per i loro Esbat (feste minori che celebrano le fasi lunari). Solitamente si festeggia la fase di Luna Piena, poiché l'energia è maggiore). La Luna Piena si associa solitamente alla dea madre che, nel mito romano, prende il nome di Demetra, Grande Madre che rappresenta la pienezza, il raccolto e la donna matura, feconda, che ha partorito. Ha tutti gli aspetti della madre: l'amore disinteressato, la generosità, l'abbondanza, il nutrimento e la fonte della vita. La sua vita è inizialmente basata tutta sulla vita di sua figlia Persefone e, nel momento in cui ella viene portata via da Ade, la dea scatena tutta la propria ira facendo cadere sul mondo un terribile inverno. Sarà richiesto l'intervento di Giove che affiderà Persefone per sei mesi al marito Ade e per sei mesi alla madre Demetra. In questi sei mesi che passa con la figlia Demetra sarà felice e trasporterà tale felicità nella natura rendendola bella e feconda (primavera e estate).

Demetra è solitamente raffigurata mentre si trova su un carro, e spesso associata ai prodotti della terra, come fiori, frutta e spighe di grano. A volte è ritratta insieme a Persefone. Raramente è stata ritratta con un consorte o un compagno: l'eccezione è rappresentata da *Giasone*, il giovane cretese che giacque con Demetra in un campo arato tre volte e fu in seguito, secondo la mitologia classica, ucciso con un fulmine da un geloso Zeus. La versione cretese del mito dice però che questo gesto fu invece compiuto da Demetra stessa, intesa nell'incarnazione più antica della dea.

2.3.3 Luna Nuova

La fase di Luna nera viene interpretata nella mitologia attraverso l'immagine della vecchia saggia: la donna ormai matura che acquisisce saggezza e distacco. Essa è raffigurata con la dea Ecate, protettrice dell'ade, in quanto gli antichi ritenevano che la Luna, quando non si vedeva in cielo, passasse nel mondo infero per poi poter rinascere bella e splendente. Nonostante ciò inizialmente la dea era raffigurata come una bella e giovane fanciulla avendo in sé la caratteristica di essere una e trina e di comprendere, quindi, in sé anche le due dee delle fasi precedenti (demetra e artemide).



Ecate era in grado di viaggiare liberamente tra il mondo degli uomini, quello degli Dei ed il regno dei Morti e spesso è raffigurata con delle torce in mano, proprio per questa sua capacità di accompagnare anche i vivi nel regno dei morti (la Sibilla Cumana, a lei consacrata, da lei traeva la capacità di dare responsi provenienti appunto dagli spiriti o dagli Dei).

2.3.4 Eclissi

L'eclissi avviene quando un corpo celeste si colloca tra una sorgente di luce (il Sole ad esempio) e un altro corpo opaco: in sostanza quest'ultimo risulta trovarsi in ombra rispetto al primo corpo. Diversi sono i tipi di eclissi riscontrati:

- Totale, il corpo è completamente oscurato grazie al perfetto allineamento tra i tre corpi.
- Parziale, il corpo risulta essere solo parzialmente oscurato in quanto l'allineamento tra i tre corpi non risulta essere perfetto.
- Anulare, quando il corpo è più grande dall'occultatore e, quindi, non viene oscurato totalmente ma presenta un anello intorno alla parte annerita.
- Ibrida, il corpo è apparente all'occultatore quindi è totale e anulare (come l'eclissi di sole).

Se il piano su cui giace l'orbita del moto di rivoluzione della Luna intorno alla Terra coincidesse perfettamente con quello dell'eclittica su cui giace l'orbita di rivoluzione della Terra intorno al Sole in ogni mese lunare si avrebbe un'eclissi di Sole in corrispondenza del novilunio ed un'eclissi di Luna ad ogni plenilunio. Ma i due piani sono inclinati l'uno rispetto all'altro di $5^{\circ} 8'$ quindi la condizione di novilunio e plenilunio non è sufficiente a determinare un'eclissi, ma questa avviene solo quando i tre corpi sono vicini alla linea di intersezione dei due piani di rivoluzione (linea dei nodi).

La frequenza di eclissi risulta quindi essere di 4 o 5 eventi l'anno. Le eclissi solari sono più comuni di quelle lunari, infatti ne avvengono almeno due ogni anno e in casi eccezionali possono arrivare anche a cinque, mentre in un anno si possono verificare da zero a tre eclissi lunari (la maggior parte degli anni ne ha due). Tuttavia se si calcola la frequenza di eclissi in un dato luogo, quelle lunari sono più frequenti perché ognuna è visibile dall'intero emisfero terrestre rivolto alla Luna, mentre le solari sono visibili solo da un'area limitata.

2.3.4.1 Eclissi di Luna



Se la Luna si trova in opposizione (cioè nella fase di plenilunio) mentre attraversa un nodo, si ha un'eclissi di Luna perché la Luna si trova a passare nel cono d'ombra creato dalla Terra (rispetto al Sole). Poiché i due corpi si continuano a muovere rispetto al Sole, la durata dell'oscuramento dipende dal tempo impiegato dalla Luna a percorrere tutta la parte di spazio in ombra. Durante questo intervallo di tempo si avrà un'eclissi totale che può durare fino a 100 minuti. Quando la Luna non si trova esattamente nella posizione nodale, entra solo parzialmente nella zona d'ombra; in questo caso si avrà un'eclissi parziale. Quando la Luna attraversa il cono di penombra, si avrà un'eclissi di penombra.

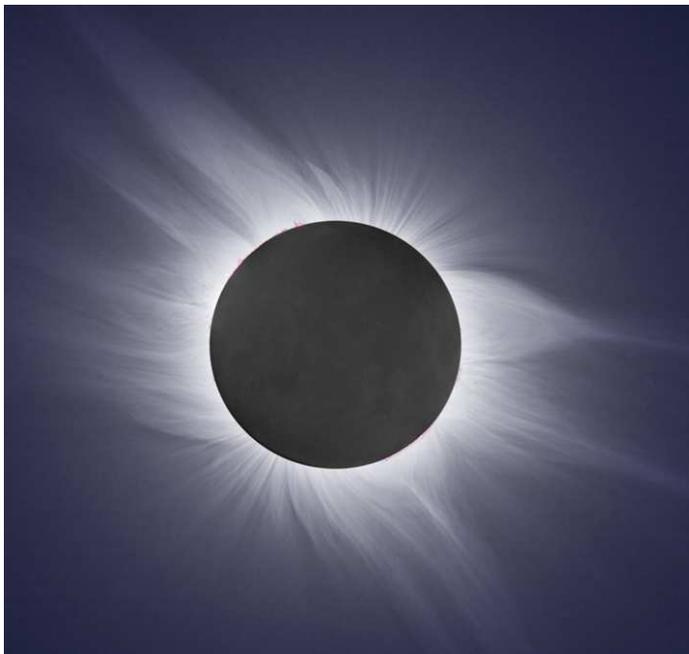
Le eclissi di Luna si possono vedere da qualunque punto della superficie terrestre.

2.3.4.2 Eclissi di Sole

Se la Luna si trova a passare attraverso un nodo quando è in congiunzione (novilunio), essa proietterà un cono d'ombra sulla superficie terrestre, dando così luogo ad un'eclissi di Sole. Durante un'eclissi solare la Luna copre completamente il Sole (eclissi totale) o parzialmente (eclissi

parziale). Ciò però avviene solo in particolari condizioni perché il Sole è 400 volte più lontano dalla Terra di quanto non lo sia la Luna, ed è 400 volte più grande della Luna.

Perciò, nonostante il Sole abbia dimensioni molto maggiori di quelle della Luna, la sua lontananza dalla Terra fa sì che il cono d'ombra prodotto dalla Luna possa raggiungere ed oscurare il disco solare, anche se ciò accade per tempi brevi e solo in zone limitate della superficie terrestre.



Inoltre l'entità del fenomeno dipende anche dalla maggiore o minore distanza fra Terra e Luna ed anche rispetto al Sole. Se la Luna si trova nella posizione di massima vicinanza alla Terra (perigeo) e contemporaneamente la Terra si trova alla massima distanza dal Sole (afelio), il cono d'ombra della Luna sarà della massima grandezza, mentre il disco solare è nella sua dimensione apparente minore; in queste condizioni si avrà un'eclissi totale, che interessa aree ristrette della superficie terrestre. Nelle zone circostanti, dove si proietta il disco di penombra, si avrà un'eclissi parziale. Nella situazione contraria (Luna in apogeo e Terra in perielio), il cono d'ombra prodotto dalla Luna sarà minore e la misura apparente del Sole maggiore; in questo caso sulla superficie terrestre si proietterà il cono di

penombra, mentre il cono d'ombra non tocca la superficie terrestre; l'eclissi solare sarà anulare. La durata delle eclissi totali è al massimo di 7 minuti e mezzo l'una, mentre quella delle eclissi anulari circa 12.

Mediante l'intervallo di tempo che intercorre fra due eclissi totali di Sole visibili dallo stesso punto della superficie terrestre è di 360 anni.

Queste eclissi possono essere previste con molto anticipo, conoscendo il moto orbitale dei corpi interessati; entrambe sono in qualche modo periodiche. Il loro andamento era noto anche nell'antichità: per prevedere le eclissi si utilizza il cosiddetto ciclo di Saros, in base al quale eclissi dello stesso tipo ricorrono ad un intervallo di 18 anni, 10 giorni e 8 ore (223 mesi sinodici). Si ha questa periodicità perché Sole, Terra, e Luna tornano ad occupare la stessa posizione dopo ogni periodo di Saros; i cambiamenti lievi di queste posizioni fanno sì che ogni sequenza dello stesso tipo termini dopo 1300 anni e ne inizi una nuova; ogni volta ci sono comunque circa 40 sequenze che si sovrappongono.

3. La Luna nel Mito

La Luna ha ampio rilievo nelle credenze popolari: per i pescatori, ad esempio, bisogna pescare sempre nelle notti di luna piena perché la luna attira i pesci in superficie, mentre i contadini sostengono che il mosto vada messo nelle botti in novilunio, per farlo diventare vino. Negli orti, poi, la luna occupa un ruolo importantissimo: bisogna sempre seminare in luna crescente perché le piante crescano più velocemente. L'ampia categoria degli influssi sulle pratiche agricole è forse quello che gode di maggior credito dalle nostre parti. Tutti i consigli forniti in questo campo possono essere sintetizzati in una regola generale: "Tutto ciò che deve crescere e svilupparsi deve essere fatto in Luna crescente. Quello che deve arrestarsi e morire deve essere fatto in Luna calante". Molte di queste credenze sono state sottoposte a verifiche rigorose. In nessun caso sono emerse conferme attendibili. La luce lunare, ad esempio, è troppo debole per influenzare in modo

apprezzabile la crescita di una pianta. Inoltre, se tale influenza fosse reale, oltre alle fasi lunari, dovrebbero essere altrettanto importanti le condizioni dell'atmosfera: esse determinerebbero un maggiore o minore assorbimento della radiazione lunare. Non sembra neppure ragionevole pensare che abbiano un'influenza gli effetti gravitazionali della Luna. Se fosse vero, infatti, si dovrebbero riscontrare differenze di accrescimento anche in orti che si trovano a distanze diverse da colline o caseggiati: infatti, l'effetto gravitazionale di queste strutture è paragonabile a quello lunare. Sicuramente molti fattori, che probabilmente non sono minimamente considerati, hanno un effetto determinante nella riuscita di certe pratiche. Le persone che credono agli influssi lunari sulle attività agricole, devono per la maggior parte le loro convinzioni al fatto che le tradizioni sono sempre state rispettate e, in genere, hanno prodotto buoni risultati. Si tratta tuttavia di una "prova" tautologica priva di ogni valore.

Alla base delle credenze relative ai possibili influssi meteorologici della Luna ci può senz'altro essere il fatto che alcuni particolari aspetti del nostro satellite si manifestano in corrispondenza di fenomeni atmosferici forieri di cambiamenti meteorologici: la maggiore o minore trasparenza dell'aria per esempio, dovuta a diverse condizioni di umidità, possono far apparire diversamente la Luna (citiamo il classico alone). Ovviamente però l'aspetto della Luna non è causa del cambiamento meteorologico in atto, ma una sua conseguenza. Nel passato anche molte patologie erano associate agli influssi lunari. L'esempio più noto è quello dell'epilessia, che veniva chiamata mal della Luna. Retaggi di queste antiche credenze si ritrovano ancora nel linguaggio attuale: un tipo volubile è detto lunatico e il cattivo umore viene indicato come Luna storta. Inutile dire che la medicina moderna ha destituito di ogni fondamento queste antiche credenze. Molti studi statistici hanno anche dimostrato che non esiste correlazione alcuna tra la frequenza delle nascite e le fasi lunari. Tale credenza è tuttavia ancora diffusa e supportata da dati "sperimentali".

Guardando quello che appariva come un curioso astro gli antichi pensavano alle divinità. In particolare ciò accadeva con i processi di eclissi di cui non ci si sapeva dare una spiegazione.

I fenomeni astronomici su cui si basò la misura del tempo vi fu, con ogni probabilità, *il ciclo lunare*, dal quale derivò il raggruppamento dei giorni in *mesi* e in *settimane* (quarto di mese). La luna appare frequentemente nei graffiti e nelle pitture murarie di molte antiche popolazioni, rappresentata da un cerchio pieno o vuoto o, più spesso, da una falce e da una figura a forma di serpente o di onda a simboleggiare la ripetitività del ciclo lunare.



Le fasi lunari con la figura del serpente o dell'onda che simboleggia il trascorrere del tempo, in un petroglifo peruviano del IX secolo d.C.

4. La raffigurazione della luna

In molte culture primitive si ritrova l'immagine della Luna legata a quella della pioggia e a quella della donna. Il rapporto è evidentemente dovuto ad un legame immaginario tra la fredda immagine della Luna e la fredda pioggia, tra la fertilità dei campi (che, come abbiamo detto, si ritiene, nelle credenze popolari, legata al ciclo lunare) e la fertilità femminile.

Identificando gli dei con i corpi celesti, gli antichi davano alla loro concezione religiosa un fondamento di eternità, legato alla natura celeste dell'astro. Per la mutabilità del suo aspetto durante le fasi - ora pallida, ora luminosa, ora invisibile - la Luna fu identificata con divinità femminili con

attributi antitetici e ambigui: dea dell'amore e della morte, creatrice e distruttrice, tenera e crudele, protettrice e ingannevole. Nel mediterraneo i Cartaginesi la chiamavano *Tanit* e la raffiguravano con un'immagine femminile stilizzata tra gruppi di stelle.



Tanit, la dea lunare cartaginese

Dal nome con cui la chiamavano i Sumeri e poi i Fenici, *Ishtar*, si è passati al termine siriano *Ashtart* e poi a quello dei nomadi Arabi, *Sin*, che la adoravano sul monte che da lei prende nome, *Sinai*.

L'antica tradizione orale ebraica, invece, racconta di una donna amata da Adamo prima di Eva, il cui nome, *Lilith*, deriva sia da antiche divinità mesopotamiche che dalla radice del termine "notte". Gli Assiri, infatti, la rappresentavano circondata da animali notturni con l'appellativo di *Luna nera*.



Lilith, la Luna nera dei Semiti, che sarà identificata dai cristiani con un demone infernale, protettore delle streghe, a testimonianza della persistenza dei culti lunari fino al medioevo.

Nell'antichissimo Egitto aveva un doppio nome, *Hator - Tefnut* (nel primo caso -Luna piena- era una seducente fanciulla, nel secondo -Luna nuova- un leone). La sua nascita è spiegata da una leggenda:

La divinità celeste *Nut* sposò segretamente il dio della Terra (*Geb*), ma *Ra*, dio del Sole, formulò un incantesimo per il quale la dea *Nut* non avrebbe potuto procreare in nessuno dei dodici mesi dell'anno. Un'altra potente divinità, *Thot*, con una partita a dadi, sottrasse alla Luna cinque giorni, i quali non appartennero ad alcun mese. L'incantesimo di *Ra* era dunque rotto e *Nut* generò cinque figli. Uno di questi, *Osiride*, divinità talora impersonata nella Luna, sposò poi la sorella *Iside* insediandosi sul trono terrestre del padre *Geb*. Uno dei fratelli, *Seth*, lo uccise e ne smembrò il corpo in quattordici pezzi. *Iside* riuscì a recuperare tredici dei quattordici pezzi e ad impietosire *Ra* affinché ridesse vita ad *Osiride*. Il quattordicesimo pezzo rimase però nel Nilo e dette al fiume la sua forza fecondatrice.



Raffigurazione egiziana con la divinità del cielo Nut che avvolge la Terra e la barca del Sole, Ra. (Museo del Louvre, Parigi)

Il mito egiziano appena descritto appare molto simile ad altri miti lunari, per esempio a quello di Maya. Queste similitudini tra leggende provenienti da luoghi lontani e da epoche diverse illustrano l'importanza data dalle antiche civiltà alla progressiva scomparsa della Luna durante la fase calante. Secondo il mito di Maya la *Luna* e il *Sole* erano creature terrestri, una giovinetta ed un cacciatore, e tra loro nacque l'amore. Il nonno della ragazza, irato, la fece uccidere e dividere in pezzi, le libellule ne raccolsero il corpo ed il sangue nascondendoli in tredici ceppi cavi. Dopo tredici giorni di ricerche il giovane cacciatore, *Sole*, trovò i ceppi: da dodici di loro nacquero insetti e serpenti, dal tredicesimo uscì la giovinetta *Luna* resuscitata.



La divinità lunare smembrata, in una raffigurazione a Tenochitlàn.

I Greci, raccogliendo l'eredità dell'orientale *Astarte* e della frigia *Cibele*, trasformarono la divinità lunare in *Selene*, dea dell'amore, o in *Artemide*, dea della caccia e della castità indicando con queste due la giovinezza e, con Selene, la maternità (Afrodite era sterile) e in *Ecate*, con cui si indicava la dea dell'oltretomba, simile alla Luna nera mesopotamica (Luna Nuova).

I Romani mutarono i nomi della divinità lunare greca in *Diana*, *Lucina* (da cui poi deriverà *Luna*) e *Trivia* e sostituirono agli antichi sacrifici umani, celebrati alla dea della notte, l'usanza di ululare lungamente nei trivi: "*Nocturnisque Ecate triviis ululata per Urbem*". Questo aspetto triforme della Luna racchiudeva i tre momenti essenziali: nascita - vita - morte. La trittica divisione viene mantenuta in moltissime altre religioni dove viene rappresentata come una giovane, una donna incinta e una signora anziana.



Diana con il crescente lunare, in un affresco pompeiano. A destra, i cani ululano alla Luna nell'iconografia dei tarocchi romani.

Alla dea venivano celebrati sacrifici di animali: addirittura cento buoi in occasioni solenni, da cui la parola ecatombe, che significa, appunto, cento buoi.

Nella regione della Frigia, in Asia Minore, la Luna era venerata anche sotto la figura del dio Men. Da questa radice sono derivati i termini greco mén, mese, e méne, luna, ed il latino mensis, oltre che le forme Moon e Mond per Luna, rispettivamente in inglese e tedesco.

5. The Moon as a symbol of God in Coleridge

Even in literature we can find a religious function of the Moon. In particular the romantics who had a spiritual vision of nature: for example Wordsworth had a pantheistic view of nature, which is his starting point.

In "The rime of Ancient Mariner" (1798) by Samuel Taylor Coleridge appears the Moon as divine help to find forgiveness and with his positive function is in opposition to the still, punishing Sun, symbol of divine justice and revenge.

*"The moving Moon went up the sky
And nowhere did abide;
Softly she was going up,
And a star or two beside*

*Her beams bemoaned the sultry main
Like April's hoar-frost spread;
But where the ship's huge shadows lay,
The charmed water burnt away
A still and awful red."*

We find here the personified satellite illumining everything but the ship. All became more beautiful:

*"Beyond the shadow of the ship,
I watched the water-snakes:
They moved in tracks of shining white,
And when they reared, the elfish light
Fell off in hoary flakes."*

Illuminating natural elements, the Moon makes them visible to the mariner who can, finally, recognize the beauty of nature and pray God to have forgiveness by him.

The poem is in the form of a traditional romantic ballad; we find most of the characteristic of tradition such as repetition, which gives musicality, archaic words, rhymes, stop fraises, supernatural elements, alternation of direct speech and narration, violent dead. In addition to this, traditional elements we find some innovation for the ballad form such as the description of the setting, the morality and the length.

It is divided into seven parts and narrates the story of a journey told by the Ancient Mariner, begun immortal, to a wedding guest, who has only a functional role. The journey of the ship is related, by some critics, to the journey of the soul that, after a sin has to arrive to the forgiveness of God: the Mariner killed the Albatross, the good omen, arousing the divine anger. Starting from now the man had to pass through a period of purification, obtained by sufferance: all his companion die and he remain alone on the ship without anything to drink and to eat. After have prayed he obtained the divine forgiveness and had to go around the world telling his story in order to teach how to pray to others.

6. La Luna in Leopardi

La luna, come Thomas Mann illustra nel saggio "Nobiltà dello spirito", è emblema dell'arte: arte e luna sono accomunate dalla non appartenenza ad una precisa sfera, ed è in ragione di tale

indefinitezza che mettono in relazione mondo materiale e mondo spirituale. Rivolgere lo sguardo alla luna è un modo per elevarsi ad altezze cosmiche senza perdere di vista la terra.

Queste caratteristiche devono aver indotto Leopardi ad eleggere l'astro a figurazione visibile di due concetti cardine della sua poetica: il vago e l'indefinito. Nel microcosmo leopardiano la luna brilla come figura simbolica, sulla cui superficie si riflettono le opposizioni e contraddizioni della realtà fenomenica. La leggerezza della luna evoca la gravità della vita. Nell'ossimoro, che la luna racchiude ed emblemizza, è possibile individuare una chiave interpretativa della poesia di Leopardi, che dei contrasti fa uno dei suoi strumenti espressivi.

È materia della speculazione scientifico-astronomica e fonte della più alta ispirazione lirica. Leopardi riesce a trasporre polisemia e ambivalenza della luna nel tessuto della scrittura: al volto assorto e meditativo consacra la poesia, al volto ilare e giocoso la prosa, senza mai dimenticare il labile confine fra i due linguaggi.

Nei Canti, più che altrove, il volto canonico della luna è visto e filtrato dalle "luci" dello scrittore: la luna è confidente muta, compagna di viaggio, amante, alter ego del poeta, fredda e distaccata divinità della mitologia classica e entità metafisica portatrice di una conoscenza superiore a quella dell'uomo.

Lo spazio selenico dei Canti si dilata e restringe al variare del soggetto lirico principale; in altri termini, il passaggio dalla prima alla terza persona - dall'io poetante a quello di Bruto, Saffo, del pastore, ecc - determina un mutamento di spazio, che si fa più ampio e meno familiare: lo spazio domestico e abituale, che comprende le stanze, i balconi, il cortile di Palazzo Leopardi, il colle, la selva, i tetti, gli orti dell'area urbana ed extraurbana di Recanati, s'ingrandisce fino a raggiungere le dimensioni estreme del "deserto piano" del Canto Notturmo.

Sebbene Leopardi situi la possibilità di un rapporto autentico con la natura in luoghi lontani nello spazio e nel tempo (l'antichità), il suo contatto e incontro con la luna avviene sempre all'interno dello spazio reale e concreto del suo microcosmo. Quasi che la luna fosse l'unico elemento esterno ed estraneo ammesso a penetrare fin nell'intimità del poeta.

Nei Canti è possibile distinguere due modalità essenziali nel modo di raffigurare la luna: da una parte i componimenti in cui essa è vicina, quasi umanizzata; dall'altra i componimenti in cui è entità cosmica, lontana, irraggiungibile. Nel Canto Notturmo esse coesistono. Le scelte formali e stilistiche - il tipo di attributi, i numerosi vocativi, il "tu" reiterato rivelano il processo di abbassamento dell'astro realizzato dal poeta.

6.1 Canto Notturmo di un pastore errante dell'Asia (1829-30)

Il poeta usa un codice poetico lineare e significativamente semplice: in rapporto inverso con la semplicità riscontriamo la drammaticità della condizione dell'uomo che nulla sa del proprio destino. L'uso del linguaggio semplice ci porta più facilmente a cogliere la speranza del poeta di poter alleviare in qualche modo l'angoscia originata dalla propria limitata conoscenza e dalla noia

Nel Canto Notturmo Leopardi adombra se stesso e per mezzo del pastore manifesta il suo pensiero, che si può condensare nell'affermazione *"tutto in questo mondo è solo vanità e miseria"*, dopo essere passati per i "Tre stati della gioventù":

- a. speranza, forse il più affannoso di tutti
- b. disperazione furibonda e renitente
- c. disperazione rassegnata

In esso troviamo tutta la forza dell'infelicità che da uno stato sentimentale di ansia furibonda passa ad uno stadio di rassegnazione, di coscienza del male che incombe sugli uomini. Non un attimo di piacere, ma un rendersi progressivamente conto che la vita nulla riserva di bene all'individuo, un ripiegarsi continuo e sempre più profondo su se stesso, su una realtà che ormai ben poco concede al mondo e alla natura.

I temi principali sono:

- I. allegoria della vita umana
- II. conoscenza e non conoscenza
- III. la noia
- IV. la natura

Il concetto della poesia - scrisse De Santis - è il motto di Saffo: "Arcano è tutto, Fuor che il nostro dolor". Infatti, il pastore rappresenta l'uomo d'ogni tempo di fronte al mistero dell'esistenza sua e dell'universo; l'idillio quindi è una meditazione sopra i principi della vita universale. Il pessimismo che prima investiva la situazione personale del poeta e poi quella dell'umanità, qui, alla fine, arriva a comprendere tutto l'universo. E' dunque il canto del dolore universale, della disperata angoscia dell'uomo sperduto nel cosmo ed incapace di spiegarsi la ragione dell'esistenza delle cose e del proprio dolore. Tema dell'idillio è quindi anche "l'eterno ed il caduco", il destino ed il fine degli esseri, il rapporto fra noi e l'universo.

Il pastore si rivolge, nei primi versi, alla Luna chiedendo ad essa il senso della vita e dell'esistenza umana, creando anche un accostamento tra sé e l'astro:

***"Somiglia alla tua vita
quella del pastore.
Sorge in sul primo albose; [...]
Dimmi, o Luna: a che vale
al pastor la sua vita,
la vostra vita a voi? dimmi: ove tende
questo vagar mio breve,
il tuo corso immortale?"***

La luna occupa però una posizione altra ed opposta a quella dell'uomo nell'universo, dato che è detentrica di un sapere metafisico che risponde e colma il vuoto conoscitivo dell'uomo. La portata conoscitiva di questo sapere e il baratro che intercorre fra cosmo ed esseri umani sono resi con cristallina limpidezza nelle parole del pastore, ai versi 69-78:

***"E tu certo comprendi
il perché delle cose, e vedi il frutto
del mattin, della sera,
del tacito, infinito andar del tempo.
Tu sai, tu certo, a qual suo dolce amore
rida la primavera,
a chi giovi l'ardore, e che procacci
il verno co'suoi ghiacci.
Mille cose sai tu, mille discopri,
che son celate al semplice pastore"***

Questa consapevolezza che il cosmo conosce le risposte della vita umana porta l'uomo, conscio della propria fragilità a un dolore maggiore. La Luna rimane parte di quel cosmo, di quella irrealtà alla quale l'uomo sempre tende.

7. L'uomo sulla luna

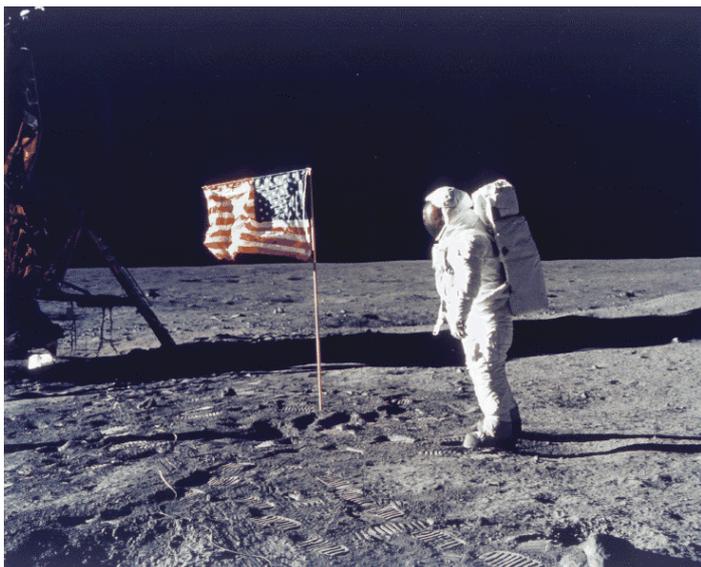
La faccia nascosta, sempre opposta alla Terra, della Luna fu osservata per la prima volta il 7 ottobre 1959, quando la sonda sovietica Luna 3 fu messa in orbita attorno alla Luna ed inviò alcune sue fotografie alla Terra. Dieci anni dopo gli uomini sono atterrati sulla Luna (il 20 luglio 1969), all'apice di una gara spaziale tra URSS e Stati Uniti d'America, ispirata dalla guerra fredda. Il primo astronauta a camminare sulla superficie lunare fu Neil Armstrong, comandante dell'Apollo 11.

L'ultimo fu Eugenie Cernan, che durante la missione Apollo 17 camminò sulla Luna il dicembre 1969.

L'equipaggio dell'Apollo 11 lasciò una targa di acciaio inossidabile, per commemorare lo sbarco e lasciare informazioni sulla visita ad ogni altro essere, umano o meno, che la trovasse. Sulla targa c'è scritto:

***“Here men from the Planet Earth first set foot upon the moon, July 1969, A.D.
We came in peace for all mankind.”***

*(Qui, uomini dal pianeta Terra posero piede sulla Luna per la prima volta, Luglio 1969 D.C.
Siamo venuti in pace, per tutta l'umanità.).*



La targa raffigura inoltre i due emisferi del pianeta Terra, ed è firmata dai tre astronauti e dall'allora Presidente statunitense Richard Nixon.

In totale gli sbarchi sulla Luna delle missioni Apollo furono 6 (Apollo 11, 12, 14, 15, 16 e 17), per un totale di 12 astronauti discesi sul nostro satellite; sarebbero state 7, ma la missione Apollo 13 non atterrò sulla Luna a causa di un incidente durante il volo mentre le restanti previste missioni Apollo 18,19 e 20 furono annullate per problemi di costo.

Dopo gli sbarchi del Programma Apollo, nessun essere umano ha più camminato sulla Luna. Gli americani persero interesse,

i sovietici continuarono con l'atterraggio di sonde automatiche (tra cui le Lunakhod), che riportarono anche campioni di suolo sulla Terra. Le altre nazioni non avevano le risorse necessarie, e le due superpotenze non videro un vantaggio tale nell'esplorazione da giustificare gli altissimi costi.

La Cina, oltre all'esplorazione umana, sta considerando la possibilità di sfruttare la Luna per l'estrazione dei minerali, in particolare dell'isotopo Elio-3, da usare come fonte d'energia sulla Terra.

Al giorno d'oggi ognuno può avere un pezzo di Luna di propria proprietà: essi sono, infatti, in vendita su internet; questa è stata la moda di San Valentino 2007. La Luna è quindi diventata qualcosa di nostra proprietà, lontana dalle realtà mitiche, anche se qualcuno resta ancora legato a tali vecchi culti; sembra però che la scienza, in questo caso, abbia vinto sulla religione espropriando una delle dee maggiori della sua misticità e illusorietà. Usando una terminologia leopardiana possiamo dire che la Luna ha perso ciò che possedeva di vago e indefinito che la rendeva tanto suggestiva agli occhi dei credenti. Essa, tuttavia, rimane uno spettacolo da vedere, qualcosa di romantico che con i suoi raggi illumina la via da percorrere nelle tenebre.