

L'altra luce della Luna

Bozza non corretta
dell'articolo
pubblicato sulla
rivista "Sapere"
nell'aprile 2013

Tra le pagine più belle e significative della scienza di Galileo vi sono quelle che il grande toscano dedica al fenomeno della cosiddetta luce secondaria della Luna, o luce cinerizia, fenomeno indicato in realtà con una varietà di espressioni, a partire dalla prima comparsa nei suoi scritti, con il *Sidereus nuncius* del 1610, fino all'ultima opera stampata nel corso della sua vita, la *Lettera sul candore lunare*, che Galileo indirizzerà nel 1638 a Leopoldo di Toscana, e sarà pubblicata due anni dopo da un suo avversario, Fortunio Liceti, insieme con la risposta polemica di quest'ultimo. L'importanza di questo fenomeno, che consiste in un debole chiarore visibile nella parte oscura della Luna, particolarmente evidente nelle fasi di sottile crescente, sta nel fatto che, come Galileo dimostra, esso è attribuibile a una riflessione di luce solare dalla Terra verso la Luna. Questa natura di luce riflessa giustifica l'espressione "luce secondaria" (o lume secondo) presa a prestito dai trattati di pittura per indicare, per esempio, il lume che illumina indirettamente gli oggetti di un ambiente chiuso attraverso la riflessione irradiata dalle superfici direttamente esposte alle sorgenti luminose.

La luce che illumina la parte oscura della Luna nelle condizioni di sottile crescente (e anche di Luna nuova) non è nient'altro che il corrispettivo, per un osservatore lunare, del chiarore che illumina la Terra in una notte di luna piena, o quasi. Facile da capire, questo, per noi se si pensa che, per ragioni astronomiche, quanto più la Luna appare vicina alla fase di Luna nuova, tanto più a un osservatore lunare la terra apparirebbe prossima alla fase di "terra piena", e viceversa.

Questa complementarità della illuminazione che reciprocamente Terra e Luna si

scambiano è resa con efficacia dall'affermazione contenuta in un breve "pensiero" di un acuto osservatore dell'epoca, per un certo periodo di Galileo amico e collaboratore, che al fenomeno aveva dedicato alcuni sue acute riflessioni, Paolo Sarpi: «La luna è illuminata da tanta parte della terra quanto è in lei». È da notare come, nello scambio luminoso, guadagnerebbe molto sull'osservatore terrestre l'ipotetico osservatore lunare, che in una fase di "Terra piena" riceverebbe molta più luce di quanta noi riceviamo in una notte di Luna piena dall'astro che tanto ha affascinato scrittori, poeti e anche cineasti, da Luciano di Samotracia, a Plutarco e poi Edmond Rostand, Leopardi, Verne, Tommaso Landolfi, Calvino, Méliès e Fellini, solo per citarne alcuni. Questo perché il disco terrestre visto dalla Luna è circa 13 volte più grande del disco lunare visto dalla Terra.

Galileo è stato il primo a dare una spiegazione completa del meccanismo della luce cinerea sviluppando correttamente il concetto di riflessione diffusa, propria di oggetti come appunto Terra o Luna, dalla superficie irregolare, concepita come formata da una moltitudine di specchi orientati secondo varie direzioni. Altri autori prima di lui avevano comunque attribuito il fenomeno a una riflessione della luce solare da parte della Terra. Tra questi Leonardo, che nel Codice Leicester, illustra la sua spiegazione con una significativa immagine (Fig. 1); e dopo di lui, Paolo Sarpi e quindi l'astronomo tedesco Michael Maestlin, maestro di Keplero all'università di Tubinga.

Dimostrando che la Terra è in grado di riflettere, come e più della Luna, la luce del Sole, Galileo colpiva al cuore uno dei postulati fondamentali della cosmologia classica, quella di Aristotele e To-

lomeo, che considerava i globi celesti costituiti, a differenza della Terra, di un materiale purissimo, l'etere o "quinta essenza", simile a un diamante e in grado di riflettere la luce del Sole come uno specchio dalla superficie perfettamente tersa. In alcune delle pagine più belle del *Dialogo sopra i massimi sistemi* (giustamente ammirate da Italo Calvino), Galileo dimostra, per bocca del suo alter ego Filippo Salviati, che la Luna splende non perché sia come uno specchio, ma, all'opposto, perché la sua superficie è irregolare per la presenza di montagne e crateri; e che, paradossalmente, non apparirebbe luminosa nel cielo se la sua superficie fosse "tersa" come quella di uno specchio. E dunque anche la Terra, con la sua superficie irregolare è in grado di riflettere la luce del Sole, e apparirebbe luminosa come e più della Luna se fosse osservata sullo sfondo oscuro del cielo notturno (parole profetiche, come avranno modo di notare secoli dopo Armstrong e i suoi compagni con l'Apollo 11, e prima di loro Gagarin dal suo Vostok 1).

In questo modo Galileo metteva fine alla separazione "essenziale" tra Terra e cieli che era stata uno dei cardini della fisica aristotelica. Non a caso, nella *Vita di Galileo*, all'inizio della scena terza del primo atto, nel rappresentare il momento delle prime osservazioni telescopiche della Luna e la scoperta della luce cinerizia, Brecht scrive: «Milleseicentodieci, ai dieci di gennaio Galileo vide che il cielo non c'era».

Significativa è un'osservazione che in modo dubitativo Galileo propone nel *Dialogo* per bocca di Salviati. Nel leggere ora queste brevi righe teniamo conto del fatto che Galileo ha dimostrato in precedenza una cosa, anch'essa abbastanza sorpren-

dente: che cioè nella maggior parte delle condizioni, le superfici del mare riflettono la luce del Sole molto meno della superficie di rocce e terre.

«SALVIATI: E se non fusse ch'io non vorrei parer, come si dice, di volerne troppo, vi direi d'aver osservato nella Luna quel lume secondario, ch'io dico venirle dalla reflession del globo terrestre, esser notabilmente più chiaro due o tre giorni avanti la congiunzione che doppo, cioè quando noi la veggiamo avanti l'alba in oriente che quando si vede la sera, doppo il tramontar del Sole, in occidente; della qual differenza ne è causa che l'emisferio terrestre che si oppone alla Luna orientale ha poco mare ed assaissima terra, avendo tutta l'Asia, doveché, quando ella è in occidente, riguarda grandissimi mari, cioè tutto l'Oceano Atlantico sino alle Americhe: argomento assai probabile del mostrarsi meno splendida la superficie dell'acqua che quella della terra».

Qualche parola per cercare di capire cosa voglia dire esattamente Galileo-Salviati affermando che il lume secondario della Luna è notevolmente più chiaro nella fase di falce mattutina visibile nella zona orientale del cielo, poco prima del sorgere del Sole, rispetto alla falce che si scorge a occidente, poco dopo il tramonto. La prima condizione, detta anche di falce calante (con la convessità verso oriente), precede di poco la Luna nuova, mentre la seconda, di falce crescente (con la convessità verso occidente), vedrà poi crescere la parte illuminata gradualmente fino alla luna piena (chi non ricorda il detto, "gobba a levante, luna calante"?). In entrambi i casi l'osservatore lunare vedrebbe la Terra quasi completamente illuminata, con però una differenza significativa. Nella prima condizione avrà infatti dinanzi a sé soprattutto le zone ricche di terre – e quindi molto riflettenti – del complesso dell'Eurasia. Nella seconda invece soprattutto le zone dell'Oceano Atlantico e delle Americhe, proporzionalmente molto più ricche di acque.

Come tante affermazioni di Galileo, anche questa – sebbene proposta in modo dubitativo – si rivelerà profetica, come si può capire guardando una mappa della riflettività terrestre basata sui dati forniti dai satelliti meteorologici (Fig. 2).

La spiegazione di Galileo sulla maggiore

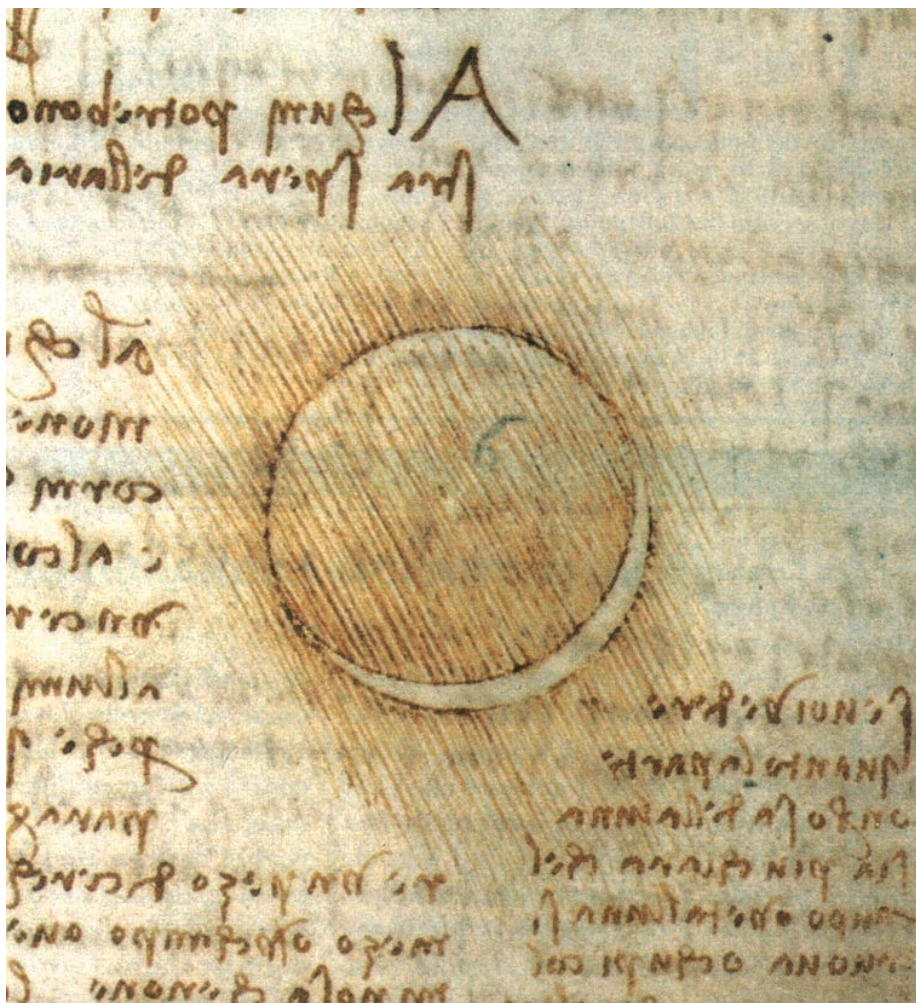


Fig. 1. Il crescente lunare con la luce cinerizia della Luna che permette di intravedere l'intero corpo lunare, in un disegno di Leonardo Da Vinci. Leonardo, Codice Leicester, Studi astronomici (1506-1508)

intensità della luce cinerizia nella falce calante rispetto alla falce crescente potrebbe sembrare non particolarmente straordinaria se si pensa che il grande toscano aveva in precedenza mostrato che i mari riflettono la luce meno delle terre (in linguaggio astronomico moderno si direbbe che hanno una "albedo" minore); e che, inoltre, già ai suoi tempi si era a conoscenza della maggiore abbondanza di acque nelle zone a occidente dell'Europa rispetto alle zone orientali.

Basterà però che noi proviamo a osservare personalmente il fenomeno della luce cinerizia, attendendo una delle due fasi di falce serotina crescente o falce mattutina calante, per renderci conto quanto sia stato attento e perspicace Galileo nel rilevare la maggiore intensità del fenomeno nella seconda delle due condizioni. In effetti un osservatore poco esercitato

avrebbe addirittura difficoltà a riconoscere l'esistenza stessa della luce cinerizia, tanto debole è il chiarore che illumina la zona oscura della Luna. Considerando poi che tra le due fasi di falce lunare (crescente e calante) trascorre un intervallo di circa due settimane, bisogna supporre in Galileo, oltre a una grande capacità di vedere e registrare visivamente, una straordinaria memoria visiva, tale da rendere possibile un confronto a distanza tra due livelli di luminosità entrambi molto deboli e poco rilevabili. Sebbene egli non ci dia nei suoi scritti alcun particolare sul modo in cui ha raggiunto la conclusione enunciata da Salviati nel *Dialogo*, è possibile avanzare un'ipotesi abbastanza probabile sul cammino che lo ha portato alla sua affermazione. Nel *Sidereus nuncius*, parlando del chiarore visibile nella Luna dice infatti che in talune condizioni è tanto intenso

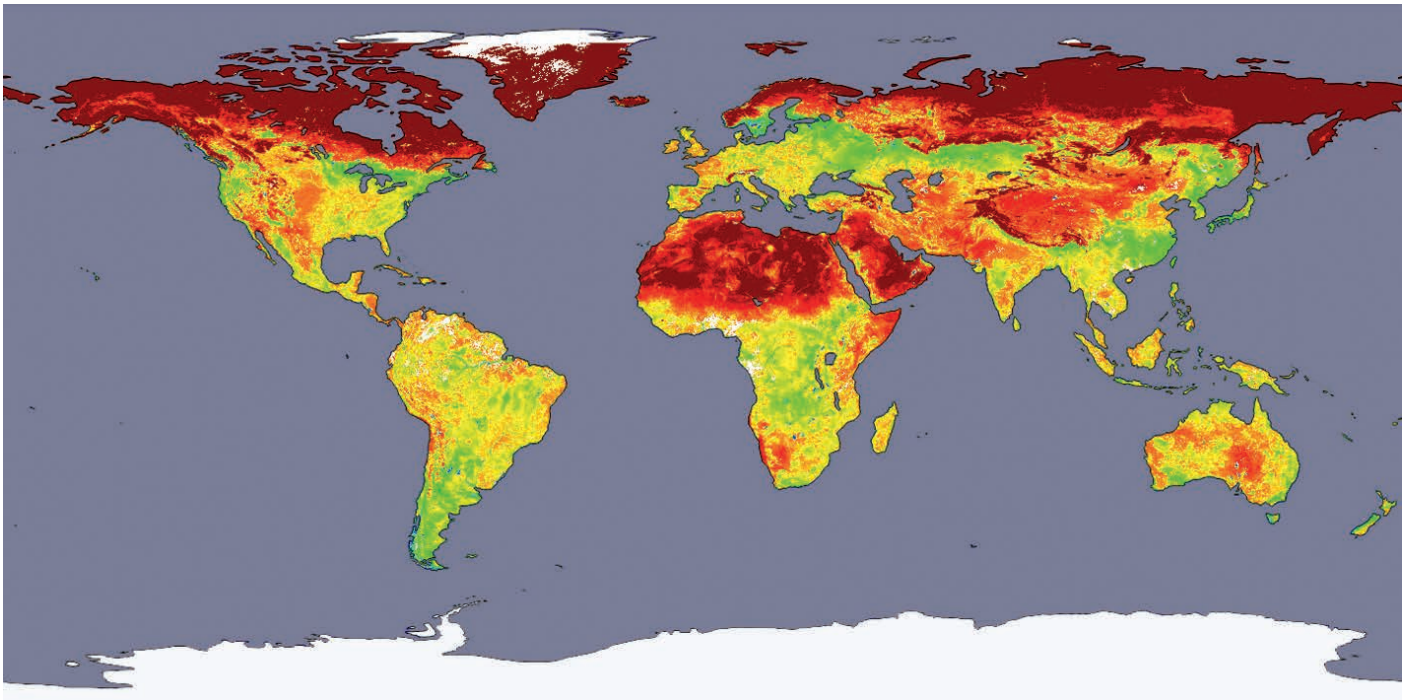


Immagine a colori artificiali che illustra le variazioni locali dell'albedo della superficie del globo terrestre misurate da satelliti meteorologici. Le zone con albedo più elevata sono indicate da colori che vanno dal giallo al rosso, mentre le zone con bassa albedo sono verdi o blu. L'immagine si riferisce al periodo dal 7 al 22 aprile 2002. (Foto, NASA - Earth Radiation Budget Experiment, Crystal Schaaf, Boston University).

«che con l'aiuto di un esatto cannocchiale si distinguono in essa [luna] le grandi macchie». Questo ci dà un indizio importante.

Galileo, che sapeva benissimo come la luminosità apparente di un corpo sia indice molto ingannevole della sua reale luminosità fisica, ricorreva sempre a indicazioni più obbiettive (ne fa per esempio ampio uso nella *Lettera sul candore lunare* del 1638). Nel caso della differenza della luce cinerizia tra fase di falce calante e crescente, a metterlo sulla giusta strada è stato quasi certamente il fatto che i dettagli della zona non illuminata visibili col telescopio fossero maggiori nella face di falce calante che in quella crescente. A questo proposito, vi è anche da dire che il telescopio facilitava l'osservazione della luce cinerizia perché – per motivi di apertura ottica – esso ammette più luce di quella che arriva sulla nostra retina nell'osservazione diretta a occhio nudo (come potrà rendersi conto il lettore che proverà a utilizzare anche un semplice cannocchiale per scoprire l'elusiva luce cinerizia della luna).

Beh – ci si potrebbe chiedere – se è tutto sommato possibile (con lo stratagemma dei dettagli minori o maggiori visibili al te-

lescopio) stabilire che la luce cinerizia è più intensa nell'una o nell'altra delle fasi lunari, perché poi essere così circospetti nell'affermare, come fa Salviati, l'esistenza delle differenze? La ragione in effetti c'è ed è dovuta al fatto che l'albedo della superficie del globo terrestre non dipende solo dalla proporzione di terre e acque (dato ovviamente costante per una zona della terra) ma anche – e in un modo importante – da fattori climatici, e in particolare dalla copertura di nuvole (e questo a causa dell'albedo molto elevata delle superficie delle nuvole). Come è ben noto ai meteorologi che valutano la copertura nuvolosa della Terra misurando appunto le variazioni locali dell'albedo rispetto a quelle standard rilevabili in condizioni di cieli chiari.

Tra i primi a suggerire un possibile uso meteorologico delle misurazioni dell'intensità e del colore della luce cinerea della Luna messe in evidenza per primo da Galileo fu nell'Ottocento l'astronomo francese François Arago. Insomma la Luna, che con Galileo perde l'antico privilegio di riflettere come uno specchio le cose della Terra, ridiventa poi uno specchio, seppure di tipo diverso, nel quale poter individuare, con qualche sforzo, non solo gli oceani e le terre del globo su cui

viviamo, ma addirittura il manto di nuvole che lo ricopre.

A proposito di terre, conviene ricordare come cinque anni dopo la pubblicazione del *Dialogo* Benedetto Castelli, allievo molto devoto di Galileo, osservando la Luna in una circostanza astronomica in cui essa si trovava a “guardare” la zone meridionali del globo terrestre verso oriente, pensasse di poter affermare che «le terre meridionali, a noi incognite, debbino essere vastissime provincie, e che però [cioè “perciò”] riflettono gagliardo lume della luna». Affermazione anche questa profetica nella misura in cui adombrava la successiva scoperta del continente australiano. ■

BIBLIOGRAFIA

PICCOLINO M., WADE N.J., *Galileo's Visions. Piercing the spheres of the heavens by eye and mind*, Oxford University Press, Oxford (in corso di stampa)

Marco Piccolino
è professore di Fisiologia Generale e di Storia
della Scienza all'Università di Ferrara.