

# LA CLASSE

2<sup>^</sup>B sezione classica Liceo "Galileo Galilei" a.s. 2009 - 2010

**ALESSANDRO BETTA  
ERICA CAPELLETTI  
LETIZIA CAZZOLA  
BEATRICE COLOMBANI  
CAMILLA DE RISO  
AMEDEO DRAGHI  
ALESSANDRO FRASCHINI  
TAIBA LANATI  
MATTIA MARCHESI  
FABRIZIO MICELI  
LORENZO MIETTA  
ALICE NEGRINI  
MARIACHIARA PARADISI  
MARIA PERCIVALLE  
VALENTINA RAGAZZONI  
FEDERICA RESTUCCIA  
FLAVIO ROSSI  
GUIDO SIMEONE  
MIRIAM TOMASI  
FEDERICO ULUTURK  
ALICE VIEL  
GIACOMO ZANARDI**

**Presenta**

## **UNA LEZIONE DI METODO SCIENTIFICO: IL *SIDEREUS NUNCIUS* DI GALILEO GALILEI.**

*Versione scaricabile a cura di Miriam Tomasi.*

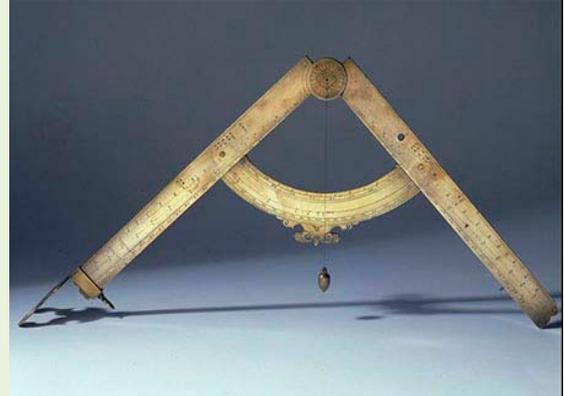
### ***Consigli per la navigazione:***

*Per visualizzare le note cliccare  
sul numero in apice della stessa  
o sulle parole evidenziate  
da un rettangolo nero nelle immagini.  
Per ritornare al testo,  
cliccare sulla freccia  
alla fine della nota stessa.*

# INTRODUZIONE

*Leggiamo una pagina di un importante studioso di Galileo:*

"... l'apparecchio di gran lunga più importante uscito dall'officinetta di Galileo fu senza dubbio il cannocchiale. Esso pure, come già il compasso geometrico, non era una novità, e Galileo ebbe certamente il torto di presentarlo come tale, relegando quanto più possibile nell'ombra i suggerimenti ricevuti da altri. La circostanza, però, non diminuisce sostanzialmente il suo merito, perché fu con lui, e soltanto con lui, che il cannocchiale fece il proprio ingresso nelle scienze, determinandovi una svolta di decisiva importanza."<sup>1</sup>



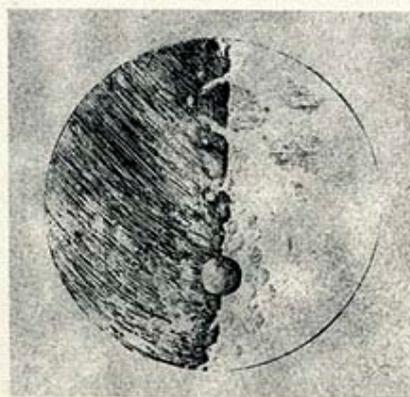
"Quasi tutta l'estate del 1609 fu trascorsa da Galileo a lavorare per la costruzione di cannocchiali sempre più perfetti; tra l'altro egli si rese conto della necessità di fissarli ad un opportuno sostegno, che permettesse di registrarne con esattezza le successive posizioni. Poco dopo ebbero inizio le celebri osservazioni celesti, che vennero proseguite con la massima intensità fino alla fine dell'anno. Ai primi del gennaio 1610 Galileo era già in grado di annunciare alcuni sorprendenti risultati: la luna assumeva la forma di corpo similissimo alla terra, con monti assai più alti, e la Via Lattea appariva come <<una congerie di minutissime stelle>>. Subito dopo scopriva i satelliti di Giove (prima tre, poi un quarto)."<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ludovico Geymonat, Galileo Galilei, Einaudi Torino, 1969, pag. 48. ↑

<sup>2</sup> *Ibidem*, pag. 54. ↑

Il 12 marzo 1610 usciva il *Sidereus Nuncius*, scritto in latino perché diretto al mondo scientifico. Galileo prevedeva che la pubblicazione del suo opuscolo avrebbe suscitato non solo plauso ma anche diffidenza e aspre critiche. Da varie parti lo si accusò infatti di non essere l'autentico inventore del cannocchiale, ma più interessanti sono le obiezioni di coloro che negavano la validità delle scoperte compiute attraverso lo strumento. Ad esempio Cesare Cremonini, collega di Galileo all'Università di Padova, non cercò nemmeno di guardare il cielo attraverso il cannocchiale, mentre dall'Università di Bologna provenivano le critiche più aspre, tanto che Galileo vi si recò di persona senza grandi risultati e solo più tardi i colleghi bolognesi si ricredettero.

OBSERVAT. SIDEREAE  
 Cum daturam. Depressiores insuper in Luna cernuntur magnæ maculæ, quàm clariores plagæ; in illa enim tam crescente, quàm decrecente semper in lucis tenebrarumque confinio, prominente hincindè circa ipsas magnas maculas contermini partis lucidioris; veluti in describendis figuris obseruauimus; neque depressiores tantummodo sunt dictarum macularum termini, sed æquabiliores, nec rugis, aut asperitatibus interrupti. Lucidior vero pars maximè propè maculas eminet; adeò vt, & ante quadraturam primam, & in ipsa semè secunda circa maculam quandam, superiorem, borealem nempè Lune plagam occupantem valdè attollantur tam supra illam, quàm infra ingentes quædam eminentiæ, veluti apposite præferunt delineationes.



Anche il padre Clauio, illustre professore di matematica al Collegio Romano dei Gesuiti, diffidò inizialmente delle nuove scoperte reputandole inganno delle lenti, sino a quando non poté compiere egli stesso le osservazioni telescopiche e riconobbe che Galileo aveva ragione. Il problema più grosso non nasceva dal cattivo funzionamento delle lenti in uso, ma dal fatto che la maggioranza degli studiosi dell'epoca erano convinti che solo la visione diretta fosse in grado di fare cogliere l'effettiva realtà: questo pregiudizio fu superato da Galileo con una riflessione di carattere filosofico che lo portò a riconoscere la possibilità di una percezione visiva più acuta di quella dell'uomo e ad ammettere quindi che uno strumento come il cannocchiale può non deformare ma potenziare la nostra capacità percettiva.<sup>3</sup> Anche Keplero fu all'inizio riservato, ma quando fu in possesso di un buon esemplare di cannocchiale eseguì egli stesso accurate osservazioni e confermò l'attendibilità scientifica delle scoperte di Galileo. Per ottenere anche il riconoscimento dei matematici del Collegio Romano lo scienziato si recò personalmente a Roma nel 1611 e qui ebbe una franca discussione scientifica con i padri gesuiti, che riconobbero pubblicamente e solennemente la verità di fatto delle sue osservazioni astronomiche, ma non ne condividevano l'interpretazione: pur

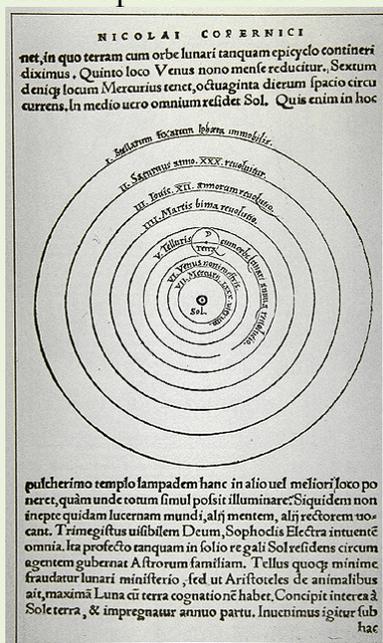
<sup>3</sup> L'atteggiamento di Galileo di fronte al cannocchiale implica una revisione dell'empirismo classico: per ammettere che esistono astri (come i pianeti medicei) non visti dal nostro occhio, bisogna ammettere che i nostri sensi non sono perfetti, ma anche che la loro imperfezione non è motivo sufficiente per condannarli e fare ricorso a qualche fonte di conoscenza interamente diversa: di fronte all'imperfezione dei sensi, o scienziato moderno ha il compito invece di creare i mezzi per renderla via via più perfetta. Nelle lettere di questo periodo Galileo parla spesso di "sensata esperienza" e di "certa dimostrazione", pensando ad una unità dinamica di esperienza e ragione, entrambe continuamente perfezionabili con tutte le tecniche, non importa se empiriche o razionali, utili al progresso della ricerca scientifica. ↑

essendo l'ordine religioso più aperto verso le scienze esatte, i gesuiti intendevano però usare la propria competenza scientifica per impedire che la scienza moderna assumesse un qualsiasi significato contrario al dogma.

Galileo era cattolico praticante, "ma il problema religioso non costituiva per lui il benché minimo assillo"<sup>4</sup>: suo obiettivo, già dopo le scoperte astronomiche annunciate nel *Sidereus Nuncius*, era piuttosto quello di ottenere alla nuova scienza il favore e l'appoggio di tutti i potenti della terra, dai principi (ai Medici dedicò i satelliti di Giove appena scoperti) alla Chiesa. La scienza era per lui un fatto di interesse pubblico ed era convinto che occorresse tentare ogni mezzo per convertire la Chiesa alla causa della scienza (una frattura tra Chiesa e scienza avrebbe pericolosamente ritardato lo sviluppo della ricerca scientifica).



Il copernicanesimo era per lui il punto cruciale della svolta tra la vecchia e la nuova scienza, il punto di convergenza di tutte le nuove ricerche scientifiche (dalla matematica, all'astronomia, alla meccanica), mentre il dogma costituiva il perno centrale di tutta l'organizzazione culturale cattolica: per questa ragione era necessario trovare un accordo tra teoria copernicana e dogma cattolico, per procurarsi l'appoggio della Chiesa a favore del progresso scientifico. Accettare o respingere la teoria copernicana significava per lui accettare la metodologia che rendeva possibili le nuove scienze o rimanere legati a tutti i vecchi pregiudizi.



Galileo riteneva di essere la persona adatta a raggiungere questo obiettivo, "sia per la fama mondiale recentemente raggiunta con il *Sidereus Nuncius*, sia per la protezione assicurata gli dalla potente e cattolicissima famiglia medicea, sia per le molte amicizie personali da lui stesso annoverate tra le massime gerarchie della Chiesa"<sup>5</sup> e per due decenni si dedicò con passione all'ardito progetto. Le evidenti contraddizioni tra la tesi di Copernico e alcuni chiarissimi brani della Bibbia<sup>6</sup> si possono risolvere riconoscendo che ci sono due linguaggi tra loro radicalmente diversi: quello ordinario, con tutte le sue imprecisioni e incoerenze e quello scientifico, rigoroso ed esattissimo. Dio quando dettò le

Sacre Scritture, per farsi comprendere dall'uditorio cui si rivolgeva, usò il linguaggio ordinario che è l'unico inteso dall'uomo comune, mentre nella scienza noi abbiamo il dovere di far uso del secondo tipo di linguaggio, quello rigoroso ed

<sup>4</sup> Gymonat, *op.cit.*, pag. 79. ↑

<sup>5</sup> *Ibidem*, pag. 80. ↑

<sup>6</sup> Cfr. Lettera a Benedetto Castelli. ↑

esattissimo, che è caratteristico del discorso scientifico. La verità è una, ma i linguaggi per esprimerla sono quindi due: rinunciare, nell'ambito dell'indagine scientifica al linguaggio usato da Dio nella Bibbia, non significa rinunciare alla Bibbia, o volerla correggere o porre comunque in dubbio la sua autorità. Significa passare da un tipo di discorso all'altro, usato da Dio stesso non per rivolgersi agli uomini ma per scrivere il libro della natura.

Fu la "illuministica" fiducia nella ragione ad illudere Galileo, ancora nel 1615-1616, di poter far trionfare il suo programma conciliativo con la Chiesa. Nel 1616 la prima dura sconfitta<sup>7</sup> non lo indusse a rinunciare e soltanto dopo la definitiva sconfitta del 1633<sup>8</sup> egli rinunciò al suo programma e ripiegò sui lavori di meccanica già iniziati nel periodo padovano.



*Galileo di fronte all'Inquisizione romana.*

---

<sup>7</sup> Nel 1616 la Chiesa cattolica condannò la teoria copernicana e a Galilei venne intimato di non sostenerla; pur avendo accettato tale ammonizione, Galileo non rinunciò ai propri intenti. ↑

<sup>8</sup> Dopo la pubblicazione del *Dialogo sopra i due massimi sistemi* (1632) Galileo fu processato dall'Inquisizione, costretto all'abiura e condannato al carcere. Ottenne di poter risiedere in un primo tempo presso l'arcivescovo di Siena, successivamente nella sua villa ad Arcetri, sotto stretto controllo dell'Inquisizione e con assoluto divieto di pubblicare. ↑

**S I D E R E V S**  
**N V N C I V S**

**MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA**  
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens  
vnicuique, præsertim vero

*PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ à*  
**GALILEO GALILEO**  
**PATRITIO FLORENTINO**

Patauini Gymnasij Publico Mathematico

**PERSPICILLI**

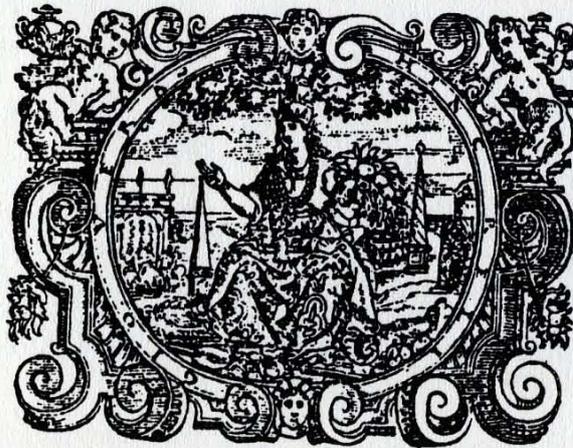
*Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LUNÆ FACIÆ, FIXIS IN-*  
*NUMERIS, LACTEO CIRCULO, STELLIS NEBVLOSIS,*  
*Apprime verò in*

**QVATVOR PLANETIS**

Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeri-  
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc usque  
diem cognitos, nouissimè Author depræ-  
hendit primus; atque

**MEDICEA SIDERA**

**NVNCVPANDOS DECREVIT**



**VENETIIS, Apud Thomam Baglionum, M DC X.**  
*Superiorum Permissu, & Priuilegio.*

AL SERENISSIMO  
COSIMO II DE MEDICI <sup>4</sup>  
IV GRANDUCA DI TOSCANA

**A** Insigne istituzione certo e assai civile fu quella di coloro che tentarono di proteggere dall'invidia le opere famose di uomini eccellenti per virtù e salvare dall'oblio e dalla morte i nomi loro degni d'immortalità. Perciò si tramandarono alla memoria dei posteri immagini scolpite nel marmo o fuse in bronzo, perciò si posero statue pedestri ed equestri, perciò le spese per colonne e piramidi giunsero, come disse il poeta, alle stelle, per questo infine si costruirono le città e fu loro imposto il nome di quelli che i grati posteri vollero imperituri. Tale è infatti la condizione dell'umana mente che, se non è stimolata da immagini che di continuo le si presentino dall'esterno, ogni ricordo facilmente svanisce.

Alcuni però che guardano a cose più salde e durature consacrarono la fama eterna di uomini sommi non a marmi o metalli, ma alla custodia delle Muse e agli incorrotti monumenti delle lettere. Ma perché ricordo queste cose? quasi che l'ingegno umano, contento di queste regioni, non abbia osato andar oltre: invece, guardando più lontano, avendo ben compreso che tutti i monumenti umani per violenza di tempeste o per vecchiezza alfine muoiono, pensò più incorruttibili monumenti, sui quali il tempo vorace e l'invidiosa vecchiezza non potessero reclamare diritti. E scrutando il cielo affidò a quei noti eterni Globi di chiarissime Stelle i nomi di coloro che per opere egregie e quasi divine furono stimati degni di godere insieme agli Astri l'eternità. Per questo non si oscurerà la fama di Giove, Marte, Mercurio, Ercole e degli altri eroi con i cui nomi si chiamano le Stelle, prima che lo splendore delle stesse Stelle. Tuttavia questa invenzione dell'umano ingegno, tra le prime mirabile e nobile, già da molti secoli è spenta, occupando i primi eroi quelle lucenti sedi e come per proprio diritto tenendole: nel loro numero invano la pietà di Augusto tentò di eleggere Cesare: infatti, volendo egli chiamare Astro Giulio la stella apparsa al tempo suo, di quelle che i Greci chiamano Comete, i Latini Crinite, quella scomparendo in breve tempo deluse la speranza. Ma cose di gran lunga più felici e vere, Serenissimo Principe, possiamo predire alla vostra Altezza: infatti appena han cominciato a rifulgere in terra le bellezze immortali del vostro animo, e si mostrano in cielo lucenti Stelle che come lingue celebrino e dicano in ogni tempo le mirabili vostre virtù. Ecco dunque quattro Stelle riservate al vostro inclito nome e non del numero gregario e meno insigne delle fisse, ma dell'ordine illustre dei Pianeti che con moto diverso, attorno a Giove nobilissima Stella, come progenie sua schietta, compiono l'orbita loro con celerità mirabile, e nello stesso tempo con unanime concordia compiono tutte insieme ogni dodici anni grandi rivoluzioni attorno al centro del mondo, cioè al Sole <sup>5</sup>. E lo stesso Artefice delle Stelle parve con segni manifesti invitarmi a dedicare al nome eccelso della vostra Altezza piuttosto che ad altri questi nuovi Pianeti. Infatti, come queste Stelle, quasi prole degna di Giove, non si staccano mai dal suo fianco se non di poco, così chi ignora che la clemenza, la mitezza d'animo, la soavità dei modi, lo splendore del regio sangue, la maestà delle azioni, l'eccellenza dell'autorità e dell'imperio, che tutte collocaron domicilio e sede nella vostra Altezza, chi, dico, ignora che tutte queste virtù emanano dal benignissimo Astro di Giove <sup>6</sup>, dopo Dio fonte suprema d'ogni bene? Giove, Giove, dico, al primo sorgere della vostra Altezza, già passato oltre i torbidi vapori dell'orizzonte, occupando il mezzo del cielo e illuminando con la sua reggia l'angolo orientale, mirò da quel sublime trono il felicissimo parto, e tutto il suo splendore e la grandezza sua profuse nell'aere purissimo, perché il tenero corpo insieme con l'anima ornata da Dio dei più nobili ornamenti bevesse

col primo respiro quell'universale forza e potere. Invero perché mi valgo di argomenti probabili quando potrei concludere e dimostrare con un argomento quasi inoppugnabile? Piacque a Dio Ottimo Massimo che dai Serenissimi vostri genitori non fossi stimato indegno di istruire nelle Matematiche la vostra Altezza, il che adempii nei quattro anni passati, nel tempo dell'anno in cui si è soliti riposarsi dagli studi più severi. E poiché, certo per divino consiglio, mi fu dato in sorte di servire la vostra Altezza e ricevere tanto da vicino i raggi dell'incredibile vostra clemenza e benignità, che meraviglia se l'animo mio si scaldò tanto che nulla il giorno o la notte pensava se non il modo con cui io, che non solo per l'animo, ma anche per nascita e natura vi sono soggetto, mi mostrassi cupidissimo della vostra gloria ed a voi gratissimo? E quando accadde che, sotto i vostri auspicii, Serenissimo Cosimo, scoprii queste Stelle ignote a tutti i precedenti Astronomi, ben a ragione decisi di insignirle dell'Augustissimo nome della vostra Casa. Che se io per primo le studiai, chi ragionevolmente mi riprenderà se imporrò loro anche un nome e le chiamerò ASTRI MEDICEI? nella speranza che da questo nome verrà a questi Astri tanto onore quanto gli altri ne recarono agli altri Eroi. Infatti, per tacere dei Serenissimi vostri Antenati, la cui sempiterna gloria testimoniano i monumenti di tutte le storie, la sola vostra virtù, Massimo Eroe, può dare a quegli Astri l'immortalità del nome. Chi infatti può aver dubbio che l'aspettazione che del vostro impero suscitaste con felicissimi auspicii, quantunque somma, non solo manteniate alta e custodiate, ma siate per superare in lungo intervallo di tempo? sì che quando avrete superato tutti i vostri simili, gareggerete con voi stesso, e di voi e della grandezza vostra sarete di giorno in giorno maggiore.

Accogliete dunque, Clementissimo Principe, questa gloria gentilizia a voi riservata dagli Astri, e di quei beni divini che non tanto dalle Stelle quanto dal loro Fattore e Moderatore Dio vi son largiti godete quanto più a lungo possibile.

Padova, 12 Marzo 1610.

Dell'Altezza Vostra Devotissimo servo  
Galileo Galilei.

**B** *Gli Eccellentissimi Signori Capi dell'Ecc. Cons. de' X infrascritti, avuta fede dalli Signori Reformatori del Studio di Padova per relazione delli due a questo deputati, cioè dal Rever. P. Inquisitor, e dal circospetto Secretario del Senato, Gio. Maraviglia, con giuramento, come nel libro intitolato: SIDEREUS NUNCIUS etc. di D. Galileo Galilei non si trova alcuna cosa contraria alla Santa Fede Cattolica, Prencipi e buoni costumi, e che è degno di stampa, concedono licenza che possi esser stampato in questa Città.*

*Datum die primo Martii 1610.*

*D. M. Ant. Valaresso  
D. Nicolò Bon Capi dell'Ecc. Cons. de' X  
D. Lunardo Marcello*

*Illustrissimi Consilii X Secretarius  
Bartholomeus Cominus.*

*1610, a di 8 Marzo. Regist. in libro a car. 39.*

*Ioan. Baptista Breatto off.  
Con. Blasph. Coad*

## C AVVISO ASTRONOMICICO

CHE CONTIENE E SPIEGA OSSERVAZIONI DI RECENTE CONDOTTE CON L'AIUTO DI UN NUOVO OCCHIALE SULLA FACCIA DELLA LUNA, SULLA VIA LATTEA E LE NEBULOSE, SU INNUMEREVOLI STELLE FISSE, E SU QUATTRO PIANETI DETTI ASTRIS MEDICEI NON MAI FINORA VEDUTI

Grandi cose per verità in questo breve trattato propongo all'osservazione e alla contemplazione<sup>7</sup> di quanti studiano la natura. Grandi, dico, e per l'eccellenza della materia stessa, e per la novità non mai udita nei secoli<sup>8</sup>, e infine per lo strumento mediante il quale queste cose stesse si sono palesate al nostro senso.

Grande cosa è certamente alla immensa moltitudine delle stelle fisse che fino a oggi si potevano scorgere con la facoltà naturale, aggiungerne e far manifeste all'occhio umano altre innumeri, prima non mai vedute e che il numero delle antiche e note superano più di dieci volte.

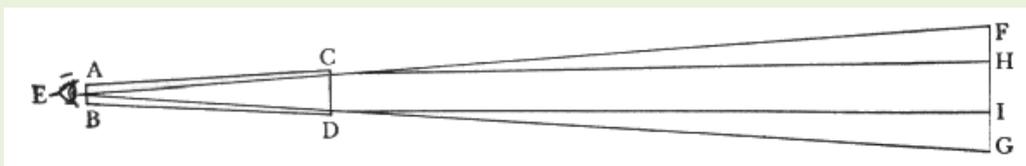
Bellissima cosa e mirabilmente piacevole, vedere il corpo della Luna, lontano da noi quasi sessanta raggi terrestri, così da vicino come distasse solo due di queste dimensioni; così che si mostrano il diametro stesso della Luna quasi trenta volte, la sua superficie quasi novecento, il volume quasi ventisette volte maggiori che quando si guardano a occhio nudo: e quindi con la certezza della sensata esperienza chiunque può comprendere che la Luna non è ricoperta da una superficie liscia e levigata, ma scabra e ineguale, e proprio come la faccia della Terra, piena di grandi sporgenze, profonde cavità e anfratti.

Inoltre non mi pare si debba stimar cosa da poco l'aver rimosso le controversie intorno alla Galassia, o Via Lattea, e aver manifestato al senso oltre che all'intelletto l'essenza sua; e inoltre il mostrare a dito che la sostanza degli astri fino a oggi chiamati dagli astronomi nebulose è di gran lunga diversa da quel che si è fin qui creduto, sarà cosa grata e assai bella.

Ma quel che di gran lunga supera ogni meraviglia, e principalmente ci spinse a renderne avvertiti tutti gli astronomi e filosofi<sup>9</sup>, è l'aver scoperto quattro astri erranti, da nessuno, prima di noi, conosciuti né osservati, che, a somiglianza di Venere e Mercurio intorno al Sole, hanno le loro rivoluzioni attorno a un certo astro cospicuo tra i conosciuti, ed ora lo precedono ora lo seguono, non mai allontanandosene oltre determinati limiti. E tutte queste cose furono scoperte e osservate pochi giorni or sono con l'aiuto d'un occhiale che io inventai dopo aver ricevuto l'illuminazione della grazia divina<sup>10</sup>.

Altre cose più mirabili forse da me e da altri si scopriranno in futuro<sup>11</sup> con l'aiuto di questo strumento, della cui forma e struttura e dell'occasione d'inventarlo dirò prima brevemente, poi narrerò la storia delle osservazioni da me fatte.

**D** Circa dieci mesi fa ci giunse notizia che era stato costruito da un certo Fiammingo un occhiale <sup>12</sup>, per mezzo del quale gli oggetti visibili, pur distanti assai dall'occhio di chi guarda, si vedevan distintamente come fossero vicini; e correvan voci su alcune esperienze di questo mirabile effetto, alle quali chi prestava fede, chi no. Questa stessa cosa mi venne confermata pochi giorni dopo per lettera dal nobile francese Iacopo Badovere, da Parigi; e questo fu causa che io mi volgessi tutto a cercar le ragioni e ad escogitare i mezzi per giungere all'invenzione di un simile strumento, che poco dopo conseguii, basandomi sulla dottrina delle rifrazioni. Preparai dapprima un tubo di piombo alle cui estremità applicai due lenti, entrambe piane da una parte, e dall'altra una convessa e una concava; posto l'occhio alla parte concava vidi gli oggetti abbastanza grandi e vicini, tre volte più vicini e nove volte più grandi di quanto non si vedano a occhio nudo. In seguito preparai uno strumento più esatto, che mostrava gli oggetti più di sessanta volte maggiori. E finalmente, non risparmiando fatiche e spese, venni a tanto da costruirmi uno strumento così eccellente, che gli oggetti visti per il suo mezzo appaiono ingranditi quasi mille volte e trenta volte più vicini che visti a occhio nudo. Quanti e quali siano i vantaggi di un simile strumento, tanto per le osservazioni di terra che di mare, sarebbe del tutto superfluo dire. Ma lasciate le terrestri, mi volsi alle speculazioni del cielo; e primamente vidi la Luna così vicina come distasse appena due raggi terrestri. Dopo questa, con incredibile godimento dell'animo, osservai più volte le stelle sia fisse che erranti <sup>13</sup>; e poiché le vidi assai fitte, cominciai a studiare il modo con cui potessi misurare le loro distanze, e finalmente lo trovai. Su questo è bene siano avvertiti tutti coloro che vogliono darsi a simili osservazioni. In primo luogo è necessario infatti che si preparino un cannocchiale esattissimo, il quale rappresenti gli oggetti chiari, distinti e non coperti d'alcuna caligine, e li ingrandisca almeno quattrocento volte, poiché allora li mostrerà venti volte più vicini: infatti, se lo strumento non sarà tale, invano si tenterà di vedere tutte le cose che da me furon viste in cielo, e che più avanti saranno enumerate. Affinché chiunque con poca fatica possa farsi certo dell'ingrandimento dello strumento, tracci il contorno di due cerchi o due quadrati di carta, di cui l'uno sia quattrocento volte maggiore dell'altro; il che sarà quando il diametro del maggiore avrà lunghezza venti volte più grande del diametro dell'altro: poi guardi insieme da lontano le due superfici infisse alla stessa parete, la minore con un occhio posto al cannocchiale, la maggiore con l'altro occhio, libero. Senza fatica infatti questo si può fare nel medesimo tempo, tenendo aperti tutti e due gli occhi: entrambe le figure appariranno allora della stessa grandezza, se il cannocchiale moltiplicherà gli oggetti secondo la proporzione voluta. Preparato simile strumento, bisognerà studiare il modo di misurare le distanze: cosa che otterremo col seguente artificio. Sia, per maggior semplicità, il tubo ABCD.



L'occhio di colui che guarda sia E. I raggi, finché non ci sono nel cannocchiale le lenti, giungono all'oggetto FG secondo le linee rette ECF, EDG; ma, poste le lenti, giungeranno secondo le linee rifratte ECH, EDI: infatti sono raccostati, e quelli che prima, liberi, si dirigevano all'oggetto FG, ne comprenderanno solo la parte HI. Trovato poi il rapporto della distanza EH alla linea HI, con la tavola dei seni si troverà l'ampiezza dell'angolo

formato nell'occhio dall'oggetto HI, che vedremo contenere soltanto qualche minuto. Se poi adatteremo alla lente CD sottili lamine, perforate alcune con fori maggiori altre con fori minori, sovrapponendo ora questa ora quella secondo sarà necessario, formeremo a piacere angoli diversi, sottendenti più o meno minuti, con l'aiuto dei quali potremo facilmente misurare gli intervalli fra le Stelle, distanti l'una dall'altra di qualche minuto, senza errore nemmeno di uno o due minuti. Ma per il momento basti aver toccato di questi argomenti così lievemente, e quasi averne gustato a fior di labbra, poiché in altra occasione esporremo intera la teoria di questo strumento.

**E** Ora verremo esponendo le osservazioni da noi fatte nei due mesi trascorsi <sup>14</sup>, richiamando, agli esordi di così grandi contemplazioni, l'attenzione di tutti quanti amano la vera filosofia <sup>15</sup>.

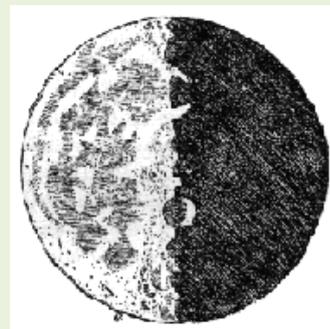
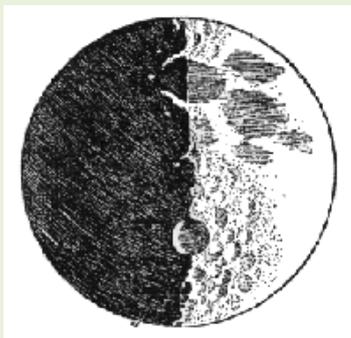
In primo luogo diremo dell'emisfero della Luna che è volto verso di noi. Per maggior chiarezza divido l'emisfero in due parti, più chiara l'una, più scura l'altra: la più chiara sembra circondare e riempire tutto l'emisfero, la più scura invece offusca come nube la faccia stessa e la fa apparire cosparsa di macchie. Queste macchie alquanto scure e abbastanza ampie, ad ognuno visibili, furono scorte in ogni tempo; e perciò le chiameremo grandi o antiche, a differenza di altre macchie minori per ampiezza ma pure così frequenti da coprire l'intera superficie lunare, soprattutto la parte più luminosa: e queste non furono viste da altri prima di noi. Da osservazioni più volte ripetute di tali macchie fummo tratti alla convinzione che la superficie della Luna non è levigata, uniforme ed esattamente sferica, come gran numero di filosofi credette di essa e degli altri corpi celesti, ma ineguale, scabra e con molte cavità e sporgenze, non diversamente dalla faccia della Terra<sup>16</sup>, variata da catene di monti e profonde valli. Le cose che vidi e da cui potei trarre queste conclusioni, sono le seguenti:

Nel quarto o quinto giorno dopo la congiunzione<sup>17</sup>, quando la Luna ci mostra i corni splendenti, il termine di divisione tra la parte scura e la chiara non si stende uniformemente secondo una linea ovale, come accadrebbe in un solido perfettamente sferico, ma è tracciato da una linea ineguale, aspra e assai sinuosa. Infatti molte luminosità come escrescenze si estendono oltre i confini della luce e delle tenebre, e per contro alcune particelle oscure si introducono nella parte illuminata. Di più: anche gran copia di piccole macchie nerastre, del tutto separate dalla parte oscura, cospargono quasi tutta la plaga già illuminata dal Sole, eccettuata soltanto quella parte che è cosparsa di macchie grandi e antiche. Notammo pure che le suddette piccole macchie concordano, tutte e sempre, in questo: nell'avere la parte nerastra volta al luogo del Sole; nella parte opposta al Sole invece sono coronate da contorni lucentissimi, quasi montagne accese. Uno spettacolo simile abbiamo sulla Terra verso il sorgere del Sole quando vediamo le valli non ancora illuminate e splendenti i monti che le circondano dalla parte opposta al Sole: e come le ombre delle cavità terrestri di mano in mano che il Sole si innalza si fanno più piccole, così anche queste macchie lunari, al crescere della parte luminosa, perdono le tenebre.

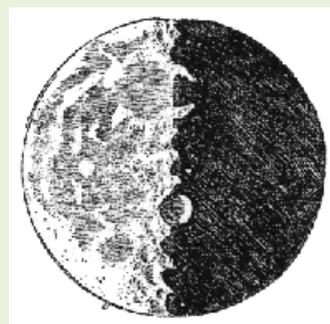
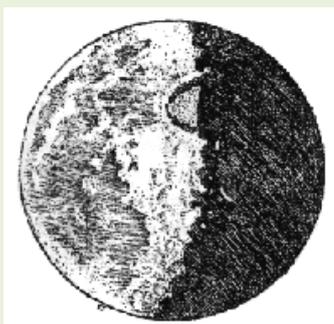


Veramente non solo i confini tra luce e tenebre si scorgono nella Luna ineguali e sinuosi, ma - ciò che desta maggior meraviglia - nella parte tenebrosa della Luna si mostrano moltissime cuspidi lucenti, completamente divise e avulse dalla parte illuminata e lontane da questa non piccolo tratto: che a poco a poco, dopo un certo tempo, aumentano di grandezza e luminosità: dopo due o tre ore si congiungono alla restante parte luminosa già divenuta più grande; frattanto altre e altre punte come pullulanti qua e là si accendono nella parte tenebrosa, ingrandiscono e infine si congiungono anch'esse alla parte luminosa che si è venuta sempre più ampliando. La figura precedente ci offre un esempio anche di questo fenomeno. E sulla Terra, prima che si levi il Sole, mentre ancora l'ombra occupa le pianure, le cime dei monti più alti non sono forse illuminate dai raggi solari? non s'accresce in breve tempo la luce, quando le parti medie e le più larghe dei monti si illuminano: e finalmente, sorto già il Sole, non si congiungono le illuminazioni delle pianure e dei colli? Le varietà di tali protuberanze e cavità della Luna, sembrano poi superare d'assai l'asperità della superficie terrestre, come dimostreremo più innanzi. Frattanto non passerò sotto silenzio un fatto degno di attenzione che osservai mentre la Luna si avviava al primo quarto, come la mostra il disegno che sopra abbiamo riprodotto: nella parte luminosa penetra un grande seno oscuro, collocato verso il corno inferiore, il qual seno avendo io a lungo osservato e scorto del tutto oscuro, finalmente dopo circa due ore cominciò a spuntare, poco sotto il mezzo della sinuosità, una sorta di vertice luminoso; questo a poco a poco crescendo prendeva figura triangolare e rimaneva del tutto staccato e separato dalla faccia luminosa; poco dopo attorno a quello cominciarono a luccicare tre piccole punte, fino a che, volgendo già la Luna al tramonto, la figura triangolare, estesa e fatta più ampia, si univa alla rimanente parte luminosa e grande come un grande promontorio, ancora circondata dai tre punti ricordati, si diffondeva nel seno tenebroso. Inoltre, all'estremità dei corni, sia superiore che inferiore, emergevano alcuni punti luminosi e completamente disgiunti dall'altra parte luminosa, come si vede rappresentato nella figura precedente. Nell'uno e nell'altro corno era gran quantità di macchie scure, sopra tutto nell'inferiore; ed appaiono più grandi e oscure le più vicine al limite tra luce e tenebre, le più lontane meno oscure e più sbiadite. Sempre però, come anche sopra ricordammo, la parte nericia della macchia è rivolta verso l'irradiazione solare, mentre un contorno luminoso circonda la macchia nericia dalla parte opposta al Sole e rivolta alla parte oscura della Luna. Questa superficie lunare, là dove è variata da macchie, come occhi cerulei d'una coda di pavone, appare simile a quei vasetti di vetro che, posti ancora incandescenti in acqua fredda, acquistano superficie screpolata e ineguale, onde son detti dal volgo bicchieri di ghiaccio. Invero le grandi macchie della Luna non si vedono così rotte e ricche di avvallamenti e sporgenze, ma più uguali e uniformi; infatti spuntano solo qua e là piccole zone più luminose, cosicché se qualcuno volesse riesumere l'antica opinione dei pitagorici<sup>18</sup>, cioè che la Luna sia quasi una seconda Terra, la parte di essa più

luminosa rappresenterebbe meglio la superficie solida, la più scura quella acquee; e non mai ebbi dubbio che, guardato da lontano, il globo terrestre illuminato dal Sole, la superficie terrea si presenterebbe più chiara, più scura la parte acquee<sup>19</sup>. Inoltre nella Luna le grandi macchie si scorgono maggiormente depresse delle parti più luminose; infatti, sia la Luna crescente o calante, sempre al limite fra luce e tenebre sporgono attorno alle grandi macchie i contorni della parte più luminosa, come osservammo nell'illustrare le figure; e i confini di quelle macchie non sono soltanto più depressi, ma anche più eguali e non interrotti da pieghe o asperità. La parte più luminosa invero sporge sopra tutto in vicinanza delle macchie, così che avanti la prima quadratura<sup>20</sup>, e assai probabilmente anche nella seconda, attorno a una certa macchia posta nella parte superiore o boreale della Luna, si ergono notevolmente sopra e sotto di quella grandi sporgenze, come mostrano le figure.



Questa macchia medesima si vede, avanti la seconda quadratura, circondata da contorni più oscuri che, come catene altissime di monti, si mostran più scuri dalla parte opposta al Sole, più luminosi in quella rivolta al Sole: accade l'opposto invece nelle cavità, delle quali appare splendente la parte opposta al Sole, oscura ed ombrosa quella situata dalla parte del Sole. Fatta più piccola la superficie luminosa, quantunque dapprima quasi tutta la detta macchia sia coperta d'ombra, emergon più chiari oltre le tenebre i dorsi dei monti. Questo duplice aspetto mostrano le figure.



E voglio anche ricordare un'altra cosa che notai non senza una certa meraviglia: quasi nel mezzo della Luna vi è una cavità maggiore di tutte le altre e perfettamente rotonda di figura: questa scorsi in vicinanza di entrambe le quadrature, e per quanto mi fu possibile riprodussi nelle due figure poste qui sopra: per quel che riguarda l'adombramento e l'illuminazione offre lo stesso aspetto che sulla Terra offrirebbe la regione consimile della Boemia, se fosse da ogni parte circondata da monti altissimi, e disposti a circolo perfetto; nella Luna infatti è circondata da monti così alti che la regione estrema confinante con la parte tenebrosa di essa si vede illuminata dal raggio solare prima che il limite tra la luce e

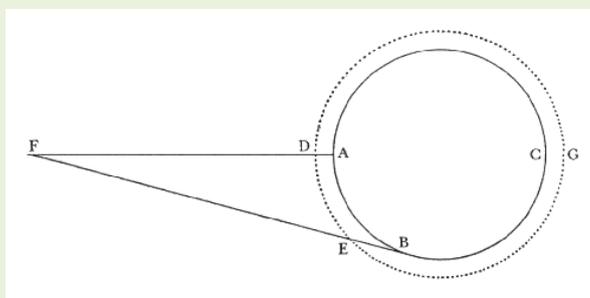
l'ombra raggiunga il diametro della figura stessa. Come nelle altre macchie, la parte ombrosa di quella guarda il Sole, la parte luminosa è volta verso la parte oscura della Luna; per la terza volta richiamo l'attenzione su questo, come su una inoppugnabile testimonianza delle asperità e ineguaglianze che sono su tutta la parte più chiara della Luna: tra queste macchie, sempre le più scure sono quelle vicine al confine tra luce e tenebre; le più lontane invece appaiono ora più piccole, ora meno oscure; così che, quando la Luna, all'opposizione, è piena, assai poca differenza corre tra l'oscurità degli avvallamenti e il fulgore delle cime.

Le cose che abbiamo riferito si osservano nella parte più luminosa della Luna; nelle grandi macchie non si vede tanta differenza di cavità e sporgenze, quale arguimmo necessario porre nella parte più luminosa per il mutare delle configurazioni col variare dall'una all'altra delle illuminazioni del Sole, secondo le molteplici posizioni dalle quali esso guarda la Luna: nelle grandi macchie invece esistono brevi aree leggermente più scure, come notammo nelle figure; tuttavia esse si mostran sempre uguali, né aumenta o diminuisce la loro opacità, ma con differenze minime appaiono ora più scure, ora più chiare, a seconda che i raggi del Sole incidono in esse più o meno obliqui: le congiunge inoltre con le parti vicine delle macchie una specie di lieve legame, e mescolano e confondono i confini. Diversamente invece accade nelle macchie occupanti la superficie più chiara della Luna: infatti come rupi erte e con aspri ed angolosi scogli, si staccano l'una dall'altra con netti contrasti di luci ed ombre. Tra queste grandi macchie si vedono piccole aree, alcune chiare e alcune perfino lucentissime: invero queste e quelle più scure hanno sempre uguale aspetto e nessuna mutazione di figura, luce, opacità: così da non esser più dubbio che quelle appaiono per una reale disuguaglianza delle parti e non soltanto per ineguaglianze nei loro aspetti in conseguenza delle diverse illuminazioni del Sole, moventi le ombre in modi diversi, come accade invece nelle altre macchie minori che occupano la parte più chiara della Luna. Quelle di giorno in giorno cambiano aspetto, aumentano, diminuiscono, scompaiono, poiché traggono origine soltanto dalle ombre delle parti elevate.

Ma a questo proposito so che molti sono grandemente perplessi<sup>21</sup>, e colpiti da una difficoltà tanto grave da costringerli a revocare in dubbio una conclusione spiegata e confermata da tante apparenze. Se infatti quella parte della superficie lunare che più luminosamente rimanda i raggi ha tanti anfratti, protuberanze e avvallamenti, perché, quando la Luna cresce, le parti estreme che guardano a occidente, e, quando decresce, quelle rivolte a oriente, e, nel plenilunio, tutta la circonferenza, non si vede ineguale, scabra e sinuosa, ma esattamente circolare, e senza protuberanza alcuna né cavità? Tanto più che l'orlo intero si compone della sostanza più chiara della Luna, che dicemmo tutta prominente e cavità; infatti nessuna delle grandi macchie si spinge fino al limite estremo della circonferenza, ma tutte si vedono radunate lontane dall'orlo.

Espongo la duplice causa di questo fenomeno, che offre appiglio a dubbi tanto gravi, dando perciò duplice spiegazione al dubbio. In primo luogo se le protuberanze e le cavità del corpo lunare si estendessero solo secondo la circonferenza terminale dell'emisfero a noi visibile, allora la Luna potrebbe, anzi dovrebbe mostrarsi a noi quasi simile a ruota dentata, col contorno ricco di bozze e sinuoso: però se non una sola catena di monti disposta unicamente intorno alla circonferenza, ma molte file di monti con loro valli e anfratti si trovano disposti parallelamente attorno alla periferia della Luna, e non solo

nell'emisfero visibile, ma anche in quello invisibile (sempre presso il confine tra l'uno e l'altro), allora un occhio che guardi da lontano non potrà assolutamente vedere il distacco tra le parti elevate e le cavità, perché gli intervalli tra i monti disposti nello stesso cerchio, cioè nella medesima serie, sono nascosti da altri monti disposti in altre e altre file, soprattutto se l'occhio di chi guarda sarà posto sulla stessa retta con le cime delle dette elevazioni. Così sulla Terra i gioghi di molti e fitti monti appaiono disposti su una stessa superficie piana se colui che guarda sta lontano e ad eguale altezza. Allo stesso modo i vertici delle onde di un mare tempestoso sembrano distesi secondo uno stesso piano, quantunque tra i flutti sia assai grande frequenza di voragini e lacune, tanto profonde che tra esse si nascondono non solo le carene, ma le poppe, gli alberi e le vele di grandi navi. Poiché infatti nella Luna e intorno al suo perimetro sono molti ordini di prominenze e avvallamenti, e l'occhio che guarda da lontano è posto quasi sullo stesso piano dei vertici di quelle prominenze: nessuno deve meravigliarsi che allo sguardo che li sfiora si presentino secondo una linea uniforme e per nulla anfrattuosa. A questa spiegazione se ne può aggiungere un'altra: attorno al corpo lunare come attorno alla Terra c'è una specie d'involucro di sostanza più densa dell'altra aria, che ha potere di accogliere e riflettere le irradiazioni solari, quantunque non sia tanto opaco da impedire alla vista (soprattutto fin quando non è illuminato) di passare. Questo involucro, illuminato dai raggi solari, rende e mostra la Luna come una sfera più grande, e potrebbe impedirci di penetrare con lo sguardo sino alla parte solida della Luna se fosse di maggior spessore: e di maggior spessore è intorno all'orlo della Luna; non in senso assoluto, ma perché così giunge ai nostri sguardi che lo secano obliquamente: e per questo può impedire la nostra vista e, soprattutto se luminoso, celare l'orlo della Luna esposto al Sole. Cosa che s'intende più chiaramente nella figura apposta, nella quale il corpo lunare ABC

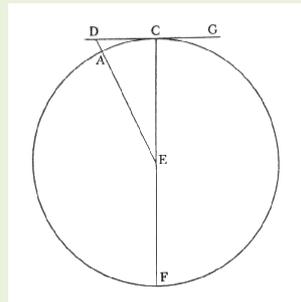


è circondato dal globo vaporoso DEG; l'occhio arriva da F alle parti intermedie della Luna, come ad A, attraverso i vapori DA meno profondi: ma verso la periferia estrema una quantità di più densi vapori EB impedisce col suo confine il nostro sguardo. Di questo è indice il fatto che la parte della Luna pervasa di luce appare di più grande circonferenza che il resto del globo oscuro: e taluno stimerà questa stessa la causa razionale per cui le più grandi macchie della Luna non sembrano protendersi da nessuna parte fino all'estremo orlo, quantunque si possa pensare che se ne trovino anche attorno a quello; sembra però credibile che siano di poca entità dato che si nascondono sotto una più densa e luminosa massa di vapori.

Che dunque la superficie più chiara della Luna sia cosparsa ovunque di rigonfiamenti e avvallamenti, credo sia manifestato a sufficienza dai fenomeni già spiegati. Rimane da dire delle loro grandezze, che dimostrano come le asperità terrestri siano assai minori di quelle

lunari<sup>22</sup>; minori, dico, anche parlando in senso assoluto, non in rapporto soltanto alle dimensioni dei globi terrestre e lunare: e questo si dimostra chiaramente così.

Avendo io più e più volte osservato, in diverse posizioni della Luna rispetto al Sole, che nella parte tenebrosa della Luna alcuni vertici, anche se abbastanza lontani dal confine della luce, ne apparivano pervasi, mettendo a raffronto la loro distanza con l'intero diametro della Luna, accertai che questa distanza supera talvolta la ventesima parte del diametro. Stabilito questo, si pensi il globo lunare, il cui circolo massimo sia CAF, il centro E, il diametro CF, che sta al diametro della terra come due a sette; poiché il diametro terrestre, secondo le più esatte osservazioni, misura 7000 miglia italiane, sarà CF 2000, CE 1000, la ventesima parte di tutto CF 100 miglia.



Sia ora CF il diametro del circolo massimo, che divide la parte luminosa della Luna da quella oscura (infatti per la grandissima lontananza del Sole dalla Luna questo circolo non differisce sensibilmente dal circolo massimo) e A disti dal punto C la ventesima parte di quel diametro: si prolunghi il semidiametro EA, fino all'incontro nel punto D della tangente GCD (che rappresenta il raggio illuminante). Sarà dunque l'arco CA, o il segmento CD, 100 di tali parti delle quali CE è 1000, e la somma dei quadrati di DC e di CE 1.010.000, alla quale è uguale il quadrato di DE: dunque tutta ED sarà più di 1004, e AD più di 4 di tali parti, delle quali CE è 1000. Nella Luna dunque l'altezza AD, che designa un qualsiasi vertice elevato fino al raggio solare GCD e lontano dal confine C per la distanza CD, supera le 4 miglia italiane. Sulla Terra non vi son monti che giungano a un miglio di altezza perpendicolare: resta dunque evidente che le sopraelevazioni lunari sono più alte di quelle terrestri.

Mi piace a questo punto addurre la causa di un altro fenomeno lunare degno di ammirazione, che, sebbene da me osservato non di recente ma molti anni fa e mostrato, spiegato e chiarito nella sua causa ad alcuni intimi, amici e discepoli, tuttavia, poiché la sua osservazione è resa più semplice e chiara dal telescopio, stimai non inopportuno porre a questo punto, soprattutto perché apparisca più evidente la parentela e similitudine tra la Luna e la Terra.

Mentre la Luna, sia prima che dopo la congiunzione, si trova non lontana dal Sole, il suo globo si offre alla nostra vista non solo dalla parte in cui si orna di corni lucenti ma anche per un breve tratto periferico di tenuè chiarore<sup>23</sup> che sembra delineare il contorno della parte tenebrosa, opposta al Sole, e separarla dal campo più oscuro dell'etere stesso. Se con più esatta osservazione consideriamo il fenomeno, vedremo non solo l'estremo lembo della parte tenebrosa rilucere di tale chiarore incerto, ma biancheggiar tutta la faccia della Luna, quella che non ancora riceve i raggi solari, di un certo lume non tanto scarso.

Appare tuttavia a un primo sguardo solo un sottile circolo luminoso, per le parti più oscure del cielo che l'attorniano; l'altra superficie sembra invece più oscura per la vicinanza dei corni lucenti che abbagliano la nostra vista. Se però si sceglie un luogo dove da tetto o camino o altro ostacolo posto tra la vista e la Luna (lontano però dall'occhio) siano nascosti i soli corni lucenti, ma l'altra parte del corpo lunare rimanga visibile, si vedrà splendere di non piccolo candore anche questa regione della Luna, quantunque priva della luce solare, soprattutto se già l'oscurità notturna è più profonda per l'assenza del Sole: infatti, in un campo più oscuro la stessa luce appare più chiara. È anche provato che questo secondo (per così dire) candore della Luna è tanto più grande, quanto meno la Luna dista dal Sole: con l'allontanarsi da esso si fa invece sempre minore, finché, dopo la prima quadratura e prima della seconda, si scorge debole e assai incerto, anche se visto in un cielo oscuro: mentre nel sestile e quando la Luna è meno lontana rifulge meravigliosamente, anche nel crepuscolo: rifulge, dico, tanto, che con l'aiuto di un esatto cannocchiale si distinguono in essa le grandi macchie. Questo mirabile candore ha suscitato non piccola meraviglia tra i filosofi; e per mostrarne la causa chi propose una soluzione, chi un'altra. Alcuni lo dissero splendore proprio e naturale della Luna, altri a essa impartito da Venere, altri da tutte le stelle, altri dal Sole, che con i suoi raggi penetrerebbe la solidità della Luna profondamente. Ma invero proposte di tal genere con poca fatica si confutano e si convincono di falsità. Se infatti questa luce fosse propria o apporto delle stelle, la Luna la manterrebbe e mostrerebbe soprattutto nelle eclissi, mentre è posta nel cielo oscurissimo; ma l'esperienza mostra il contrario: infatti il fulgore che appare nella Luna durante le eclissi è assai minore, rossiccio e quasi color bronzo, questo invece è più chiaro e più candido. Inoltre quello è mutevole e mobile di luogo, poiché vaga per la faccia della Luna, così che la parte più vicina alla circonferenza dell'ombra terrestre sempre si vede più chiara, la rimanente più scura: quindi senza alcun dubbio comprendiamo che ciò avviene per la vicinanza dei raggi solari tangenti una qualche regione di più grande densità che avvolge circolarmente la Luna; da questo contatto una specie di aurora si diffonde nelle parti vicine della Luna; non diversamente in Terra all'alba e al tramonto si sparge il lume crepuscolare. Di questo più diffusamente tratteremo nel libro Del sistema del mondo<sup>24</sup>. Ed è tanto puerile asserire che quella luce venga da Venere, che non merita confutazione. Infatti chi sarà così ignorante da non comprendere come sia assolutamente impossibile che tra la congiunzione e il sestile la parte della Luna opposta al Sole sia rivolta a Venere? E non si può egualmente ammettere che il fulgore provenga dal Sole che penetri in profondità ed illumini il corpo lunare: infatti questo fulgore non diminuirebbe mai, perché un emisfero della Luna è sempre illuminato dal Sole, eccettuato il tempo delle eclissi lunari; invece diminuisce mentre la Luna si avvia alla quadratura, e del tutto si spegne dopo che l'ha superata. Poiché dunque questo secondo fulgore non è congenito e proprio della Luna, e non è fornito né da stella alcuna né dal Sole, non essendovi più nella vastità dell'universo altro corpo che la Terra, che cosa bisogna concludere, quale soluzione proporre? Non forse che il corpo della Luna, e qualsiasi altro corpo opaco e tenebroso, è illuminato dalla Terra? Che c'è da meravigliarsi? Ecco: giustamente la Terra, grata, rende alla Luna luce pari a quella che essa stessa dalla Luna riceve per quasi tutto il tempo nelle tenebre più profonde della notte. Vediamolo più chiaramente. La Luna nelle congiunzioni, quando si trova tra il Sole e la Terra, è illuminata dai raggi solari nel suo emisfero superiore opposto alla Terra; mentre l'emisfero inferiore che guarda la Terra è avvolto nelle tenebre e perciò non illumina affatto la Terra. La Luna, a poco a poco allontanandosi poi dal Sole e via via illuminandosi in qualche parte

dell'emisfero a noi rivolto, ci mostra i corni biancheggianti, ma ancor sottili, e illumina lievemente la Terra; cresce nella Luna, che già s'avvicina alle quadrature, la illuminazione del Sole, aumenta nella Terra il riflettersi della sua luce, si estende per tutto un semicerchio il chiarore della Luna, e le nostre notti splendono più luminose; finalmente tutto l'emisfero lunare a noi rivolto e opposto al Sole è illuminato da fulgidissimi raggi: splende tutta la superficie della Terra perfusa dal chiaro di Luna; poi, decrescente, la Luna manda a noi raggi più deboli, e più debolmente è illuminata la Terra; la Luna si avvia alla congiunzione, oscura notte riempie la Terra. Con tal periodo a vece alterna la Luna ci somministra il chiarore mensile ora più fulgido, ora più debole. Ma con egual misura la Terra ricambia. Infatti, mentre la Luna si trova in congiunzione col Sole ha di fronte tutta la superficie dell'emisfero terrestre esposto al Sole e illuminato vividamente, e riceve la luce riflessa da quella; perciò l'emisfero inferiore della Luna, privo di luce solare, per effetto di tale riflessione appare non poco luminoso. La Luna, allontanatasi di un quadrante dal Sole, vede illuminato solo metà dell'emisfero terrestre, l'occidentale, perché la metà orientale è avvolta da tenebre: perciò la Luna stessa è meno illuminata dalla Terra, e quella sua luce secondaria ci appare più fioca. Se si porrà la Luna in opposizione al Sole, essa vedrà l'emisfero della Terra che è tra lei e il Sole completamente tenebroso e soffuso di oscura notte; se poi tale opposizione sarà eclittica, la Luna non riceverà illuminazione alcuna, priva sia dell'illuminazione del Sole sia di quella della Terra. Nelle sue differenti posizioni fra Terra e Sole, la Luna riceve maggiore o minor lume dalla riflessione della Terra, a seconda che essa guardi una maggiore o minor parte dell'emisfero terrestre illuminato: perché questa relazione è tra i due globi: quando la Terra è maggiormente illuminata dalla Luna, la Luna riceve dalla Terra minor luce e viceversa. Ma questi pochi cenni sull'argomento bastino: se ne parlerà più diffusamente nel nostro Sistema del mondo, dove con molteplici ragionamenti ed esperienze<sup>25</sup> si mostrerà validissima la riflessione della luce solare operata dalla Terra a coloro che van dicendo si debba escluderla dal novero degli astri erranti soprattutto perché non ha moto e luce; e dimostreremo che gira<sup>26</sup> e supera lo splendore della Luna, e non è sentina delle terrestri sordidezze e brutture; questo confermeremo con infinite ragioni naturali.

**F** Dicemmo fin qui delle osservazioni fatte sul corpo della Luna: ora parleremo brevemente<sup>27</sup> di quel che intorno alle stelle fisse fu veduto da noi finora. E in primo luogo è degno di attenzione il fatto che le stelle, sia fisse che erranti, quando si guardano con il cannocchiale, non si vedono ingrandite nella proporzione degli altri oggetti e della stessa Luna, ma l'aumento di grandezza per le stelle appare assai minore; così che il cannocchiale capace d'ingrandire gli altri oggetti, per esempio, cento volte, appena lo si crederebbe capace d'ingrandire le stelle quattro o cinque volte. La ragione di questo è nel fatto che gli astri, quando si guardano a occhio nudo, non ci appaiono secondo la lor semplice e nuda (per così dire) grandezza, ma irradiati da certi fulgori e come chiomati da raggi splendenti, soprattutto quando la notte è più fonda; per questo paiono assai maggiori che se fossero privi di quei crini acquisiti: perché l'angolo visuale è determinato non dal vero corpuscolo della stella ma da uno splendore largamente diffuso intorno ad essa. Questo chiarissimamente si può comprendere soprattutto dal fatto che, al cader del Sole, le stelle emergenti nel primo crepuscolo, anche se di prima grandezza, appaiono del tutto esigue; e Venere stessa, quando si offre al nostro sguardo verso il mezzogiorno, risulta così piccola che sembra appena eguagliare una stellina di ultima grandezza. Diversamente accade con altri oggetti e con la stessa Luna, che guardata nella luce meridiana o nelle più fonde

tenebre, ci appare sempre di uguale grandezza. In mezzo alle tenebre, dunque, gli astri appaiono chiomati, tuttavia la luce diurna può raderli, e non solo questa luce, ma anche una piccola tenue nube che s'interponga tra l'astro e l'occhio che guarda; lo stesso fanno anche veli neri e vetri colorati per l'ostacolo e l'interposizione dei quali le stelle perdono gli splendori circonfusi. Questo egualmente fa il cannocchiale: da prima toglie alle stelle gli splendori acquisiti e accidentali, poi ingrandisce i loro globi semplici (se hanno figura di globi) e le fa apparire ingrandite secondo una minor proporzione, sicché una piccola stella di quinta o sesta grandezza vista al cannocchiale si presenta come di prima grandezza.

Degna di nota sembra anche la differenza tra l'aspetto dei pianeti e quello delle stelle fisse. I pianeti presentano i loro globi esattamente rotondi e definiti e, come piccole lune luminose perfuse ovunque di luce, appaiono circolari: le stelle fisse invece non si vedono mai terminate da un contorno circolare, ma come fulgori vibranti tutt'attorno i loro raggi e molto scintillanti. Si mostrano di uguale figura all'occhio nudo e viste al cannocchiale, ma ingrandite così che una stella di quinta o sesta grandezza sembra eguagliare Canicola, massima delle stelle fisse. Ma oltre le stelle di sesta grandezza si vedrà col cannocchiale un così gran numero di altre, invisibili alla vista naturale<sup>28</sup>, che appena è credibile: se ne possono vedere infatti più di quante ne comprendano le altre sei differenti grandezze; le maggiori di esse, che possiamo chiamare di settima grandezza o prima delle invisibili, con l'aiuto del cannocchiale appaiono più grandi e più luminose che le stelle di seconda grandezza viste a occhio nudo. E perché si abbia prova del loro inimmaginabile numero, volli inserire i disegni di due costellazioni affinché dal loro esempio ci si faccia un'idea delle altre. Nel primo avevo stabilito di raffigurare intera Orione,



ma per il grande numero delle stelle e la mancanza di tempo rimandai ad altra occasione questa impresa: ve ne sono infatti, disseminate intorno a quelle già note, entro i limiti di uno o due gradi, più di cinquecento: per questo alle tre già prima note della Cintura e alle sei della Spada ne aggiungemmo ottanta viste di recente; e quanto più esattamente possibile abbiamo conservato le loro distanze: le note e antiche per distinguerle abbiamo

disegnato più grandi e contornate da duplice linea; le altre, invisibili, minori e con una linea sola; conservammo anche, come ci fu possibile, le differenze di grandezza.

Nel secondo esempio



disegnammo sei stelle del Toro dette PLEIADI (dico sei, perché la settima non appare quasi mai), ma chiuse nel cielo entro strettissimi limiti, cui altre invisibili (più di quaranta) sono vicine; delle quali nessuna si allontana più d'un semigrado da una delle sei maggiori: di queste disegnammo soltanto trentasei: e, come per Orione, conservammo le loro distanze, le grandezze, e la distinzione tra vecchie e nuove.

Quello che in terzo luogo osservammo è l'essenza o materia della Via LATTEA, la quale attraverso il cannocchiale si può vedere in modo così palmare che tutte le discussioni, per tanti secoli cruccio dei filosofi, si dissipano con la certezza della sensata esperienza, e noi siamo liberati da sterili dispute<sup>29</sup>. La GALASSIA infatti non è altro che un ammasso di innumerevoli stelle disseminate a mucchi; ché in qualunque parte di essa si diriga il cannocchiale, subito si offre alla vista un grandissimo numero di stelle, parecchie delle quali si vedono abbastanza grandi e molto distinte, mentre la moltitudine delle più piccole è affatto inesplorabile.

E poiché non soltanto nella GALASSIA si osserva quel candore latteo come di nube biancheggiante, ma numerose piccole aree di colore consimile splendono qua e là di fioca luce per l'etere, se si volge il cannocchiale in una qualsiasi di quelle ci s'imbatte in un denso ammasso di stelle. E inoltre (meraviglia ancor maggiore) gli astri chiamati finora dagli astronomi NEBULOSE son raggruppamenti di piccole stelle disseminate in modo mirabile: e mentre ciascuna di esse, per la sua piccolezza e cioè per la grandissima distanza da noi, sfugge alla nostra vista, dall'intrecciarsi dei loro raggi risulta quel candore, che finora è stato creduto una parte più densa del cielo, atta a riflettere i raggi delle stelle e del Sole. Noi tra quelle ne osservammo alcune ed abbiám voluto aggiungere i disegni di due.

Nel primo hai una NEBULOSA, chiamata Testa di Orione, nella quale contammo ventuna stelle.



Il secondo rappresenta la NEBULOSA chiamata PRESEPE, la quale non è solo una stella, ma una congerie di più che quaranta stelle: noi, oltre gli Asinelli, ne notammo trentasei, disposte nell'ordine seguente.



**G** Le cose osservate finora intorno alla Luna, alle stelle fisse, alla Galassia esponemmo brevemente. Resta ora quello che ci sembra l'argomento più importante di questo trattato<sup>30</sup>: e cioè rivelare e divulgare le notizie intorno a quattro PIANETI non mai dal principio del mondo fino ad oggi veduti, l'occasione della scoperta e dello studio, le loro posizioni, e le osservazioni condotte in questi due ultimi mesi sui loro mutamenti e giri, invitando tutti gli astronomi a studiare e definire i loro periodi, cosa che fino ad oggi non ci fu dato fare in alcun modo per ristrettezza di tempo. Ma li avvertiamo che, per non porsi vanamente a questo studio, è necessario il telescopio esattissimo del quale parlammo al principio di questo libro.

Il giorno sette gennaio, dunque, dell'anno milleseicentodieci, a un'ora di notte, mentre col cannocchiale osservavo gli astri mi si presentò Giove; poiché mi ero preparato uno strumento eccellente, vidi (e ciò prima non mi era accaduto per la debolezza dell'altro strumento) che intorno gli stavano tre stelle piccole ma luminosissime; e quantunque le credessi del numero delle fisse, mi destarono una certa meraviglia, perché apparivano disposte esattamente secondo una linea retta e parallela all'eclittica, e più splendide delle altre di grandezza uguale alla loro.

Fra loro e rispetto a Giove erano in questo ordine:



cioè due stelle erano a oriente, una a occidente. La più orientale e l'occidentale apparivano un po' maggiori dell'altra: non mi curai minimamente della loro distanza da Giove, perché, come ho detto, le avevo credute fisse<sup>31</sup>. Quando, non so da qual destino condotto, mi rivolsi di nuovo alla medesima indagine il giorno otto, vidi una disposizione ben diversa: le tre stelle infatti erano tutte a occidente rispetto a Giove, e più vicine tra loro che la notte antecedente e separate da eguali intervalli, come mostra il disegno seguente:



A questo punto, non pensando assolutamente allo spostamento delle stelle, cominciai a chiedermi in qual modo Giove si potesse trovare più ad oriente delle dette stelle fisse, quando il giorno prima era ad occidente rispetto a due di esse. Ed ebbi il dubbio che Giove non fosse per caso diretto, diversamente dal calcolo astronomico, ed avesse col proprio moto oltrepassato quelle stelle. Per questo con gran desiderio aspettai la notte successiva: ma la mia speranza fu resa vana, perché il cielo fu tutto coperto di nubi.

Ma il giorno dieci le stelle mi apparvero in questa posizione rispetto a Giove:



cioè ve n'erano due soltanto, ed entrambe orientali: la terza, come supposi, era nascosta sotto Giove. Erano come prima sulla stessa retta con Giove, e poste esattamente secondo la linea dello Zodiaco. Quando vidi questo e compresi<sup>32</sup> che in alcun modo potevano attribuirsi a Giove simili spostamenti, sapendo inoltre che le stelle osservate eran sempre le stesse (nessun'altra precedente o seguente ve n'era entro grande intervallo sulla linea dello Zodiaco), mutando la perplessità in meraviglia, compresi che l'apparente mutazione non era di Giove ma delle stelle da me scoperte; e per questo pensai di dovere da allora in poi osservare a lungo il fenomeno attentamente e scrupolosamente.

Il giorno undici vidi questa disposizione:



solo due stelle orientali, di cui quella di mezzo distava da Giove il triplo che dalla stella più a oriente: questa era quasi il doppio dell'altra, quantunque la notte antecedente fossero apparse uguali. Stabili dunque e conclusi fuor d'ogni dubbio che in cielo v'erano stelle vaganti attorno a Giove, come Venere e Mercurio attorno al Sole: cosa che finalmente fu osservata in maniera più chiara alla luce meridiana in numerose altre osservazioni. Fu anche notato che non sono solo tre, ma quattro, le stelle che compiono i loro giri attorno a Giove: la successiva narrazione dirà le lor permutazioni, osservate in seguito più esattamente: misurai anche al telescopio le loro reciproche distanze, nel modo spiegato più

sopra: notai pure le ore delle osservazioni, soprattutto quando ne feci molte in una stessa notte: infatti son così veloci le rivoluzioni di questi pianeti che spesso si possono notare differenze anche orarie.

Il giorno dodici, a un'ora di notte, così vidi disposte le stelle:



la stella più orientale era maggiore della più occidentale: tuttavia erano entrambe molto visibili e lucenti: l'una e l'altra distavano da Giove due minuti primi. All'ora terza cominciò ad apparire anche una terza stellina, prima non vista, che dalla parte orientale quasi toccava Giove, ed era molto piccola. Tutte erano sulla medesima retta e disposte secondo la linea dell'eclittica.

Il giorno tredici furono da me viste per la prima volta quattro stelle nella seguente posizione rispetto a Giove:



tre erano ad occidente e una ad oriente: formavano all'incirca una linea retta; ché quella che era in mezzo tra le occidentali si scostava di poco dalla retta verso settentrione. La orientale era distante da Giove due minuti, e gli intervalli delle rimanenti e di Giove eran di un sol minuto ciascuno. Tutte le stelle mostravano la stessa grandezza e, benché piccole, erano tuttavia lucentissime e di gran lunga più splendenti delle fisse di egual grandezza.

Il giorno quattordici il tempo fu nuvoloso.

Il quindici, alla terza ora di notte, quattro stelle eran rispetto a Giove nella posizione qui sotto raffigurata:



occidentali tutte e disposte quasi su una stessa linea retta; quella che, contando da Giove, era terza, si levava un poco verso borea: la più vicina a Giove era la più piccola, le altre di seguito apparivan maggiori; le distanze fra Giove e le tre stelle seguenti erano uguali tutte e di due minuti, ma la più occidentale distava quattro minuti da quella a lei vicina. Erano alquanto luminose e per nulla scintillanti, quali sempre apparvero, e prima e dopo. All'ora settima c'erano solo tre stelle, e così si vedevano rispetto a Giove:



erano cioè esattamente sulla stessa retta: la più vicina a Giove era assai piccola, e lontana da quello tre minuti primi: da questa la seconda distava un minuto: la terza distava dalla seconda 4 minuti e 30 secondi. Dopo un'altra ora le due stelline di mezzo erano ancor più vicine: distavano infatti solo 30 minuti secondi.

Il giorno sedici a un'ora di notte, vidi tre stelle disposte secondo quest'ordine:



due tenevano in mezzo Giove, distanti da lui zero minuti, 40 secondi da una parte e dall'altra; la terza, occidentale, distava da Giove 8 minuti. Quelle vicine a Giove apparivano non maggiori ma più luminose della più lontana.

Il giorno diciassette, a ore zero e 30 minuti dal tramonto, la configurazione era la seguente:



una sola stella orientale distava da Giove 3 minuti; a occidente pure una, che distava da Giove 11 minuti. L'orientale appariva doppia dell'occidentale; non v'erano che queste due. Dopo quattro ore però, cioè verso l'ora quinta, cominciò ad emergere nella parte orientale una terza che prima, io credo, era in congiunzione con la precedente; tale era la posizione:



la stella di mezzo, vicinissima all'orientale, si allontanava da quella solo 20 minuti secondi, e declinava un poco verso austro dalla linea retta condotta attraverso le due stelle estreme e Giove.

Il giorno diciotto, a ore zero, 20 minuti dal tramonto, questo era l'aspetto:



la stella orientale era maggiore dell'occidentale e distante da Giove 8 minuti primi; l'occidentale distava da Giove 10 minuti.

Il giorno diciannove, a due ore di notte, tale era la disposizione delle stelle:



v'erano cioè tre stelle esattamente in linea retta con Giove: una orientale, distante da Giove 6 minuti primi; tra Giove e la prima seguente occidentale c'era una distanza di 5 minuti; questa distava da quella più a occidente 4 minuti. Ero in dubbio se fra la stella orientale e Giove vi fosse una stellina, vicinissima a Giove, tanto che quasi lo toccasse. All'ora quinta però chiaramente la vidi, che già occupava esattamente il punto medio fra Giove e la stella orientale, così che tale era la configurazione:



la stella vista per ultima era molto piccola, tuttavia all'ora sesta era quasi uguale in grandezza alle rimanenti.

Il giorno venti, a un'ora, 15 minuti, apparve una consimile disposizione:



c'eran tre stelle tanto piccole che appena si potevano vedere: da Giove e fra loro non distavano più di un minuto; ero incerto se ad occidente vi fossero due o tre stelline. Circa l'ora sesta erano disposte così:



l'orientale distava da Giove il doppio più di prima, cioè 2 minuti; quella di mezzo a occidente distava da Giove zero minuti, 40 secondi, dalla più occidentale zero minuti, 20 secondi. Infine, all'ora settima, si videro a occidente tre stelline:



quella più vicina a Giove distava da esso zero minuti, 20 secondi; fra questa e la più occidentale la distanza era di 40 minuti secondi: tra esse se ne vedeva un'altra, volta un po' verso mezzogiorno, lontana da quella più occidentale non più di 10 secondi.

Il giorno ventuno, a ore zero, 30 minuti, v'erano a oriente tre stelline, egualmente distanti fra loro e da Giove:



le distanze, secondo stimai, erano di 50 minuti secondi. V'era anche una stella a occidente, distante da Giove 4 minuti primi: l'orientale vicina a Giove era la più piccola; le altre alquanto maggiori, e quasi uguali fra loro.

Il giorno ventidue, alle 2, la disposizione delle stelle era la seguente:



dalla stella orientale a Giove v'era una distanza di 5 minuti primi, da Giove alla più occidentale di 7 primi. Le due stelle occidentali intermedie distavano reciprocamente di zero minuti, 40 secondi; la più vicina a Giove distava da esso un minuto. Le stelline di mezzo eran più piccole di quelle estreme: si estendevano sulla medesima retta secondo la linea dello Zodiaco, se non che quella centrale delle tre occidentali piegava un poco verso austro. Ma, all'ora sesta di notte, apparvero in questa disposizione:



l'orientale era molto piccola, distante da Giove, come prima, 5 minuti. Le tre occidentali distavano egualmente da Giove e fra loro, e le singole distanze erano di circa un minuto, 20 secondi; la stella più vicina a Giove appariva minore delle due seguenti: tutte si vedevano esattamente sulla stessa retta.

Il giorno ventitré, a ore zero, 40 minuti dal tramonto, la disposizione delle stelle era all'incirca questa:



le tre stelle con Giove erano in linea retta secondo la linea dello Zodiaco, come sempre furono; due erano orientali, una occidentale. La più orientale distava dalla successiva 7 minuti primi, questa da Giove 2 minuti, 40 secondi; Giove distava dalla occidentale 3 minuti, 20 secondi; erano tutte quasi eguali per grandezza. Ma all'ora quinta due stelle, che prima eran vicine a Giove, non si vedevano più, nascoste, credo, sotto Giove; e tale era l'aspetto:



Il giorno ventiquattro si videro tre stelle, orientali tutte e quasi sulla stessa retta con Giove:



quella di mezzo deviava un po' verso austro. La più vicina a Giove distava da esso 2 minuti, la seguente distava da questa zero minuti, 30 secondi, da questa la più orientale 9 minuti; erano tutte molto splendenti. All'ora sesta solo due si offrivano alla vista, in questa posizione:



cioè esattamente sulla stessa retta con Giove, da cui la più vicina si allontanava 3 minuti; l'altra distava da questa 8 primi; se non mi inganno le due piccole stelle di mezzo prima osservate s'erano unite in una.

Il giorno venticinque, a un'ora e 40 minuti, così era la disposizione:



v'erano dunque solo due stelle nella parte orientale, abbastanza grandi: la più orientale distava da quella di mezzo 5 minuti, quella di mezzo da Giove 6 minuti.

Il giorno ventisei, a ore zero, 40 minuti, la collocazione delle stelle era questa:



si vedevan dunque tre stelle, delle quali due orientali, la terza occidentale rispetto a Giove: questa distava da esso 5 minuti; la stella centrale a oriente distava da Giove 5 minuti, 20 secondi; la più orientale da quella di mezzo 6 minuti; erano poste sulla stessa retta e di ugual grandezza. All'ora quinta, la disposizione era quasi la stessa, diversa solo pel fatto che a oriente s'affacciava vicino a Giove una quarta stellina, minore delle altre, distante da Giove 30 minuti, ma che si levava un po' dalla linea retta verso borea, come dimostra la figura seguente:



Il giorno ventisette, a un'ora dal tramonto, si vedeva una sola stella, orientale, secondo questa disposizione:



era molto piccola, e lontana da Giove 7 minuti.

Il ventotto e ventinove per l'interporsi di nubi non si poté osservare nulla.

Il giorno trenta, a un'ora di notte, le stelle si vedevano poste così:



una a oriente, distante da Giove 2 minuti, 30 secondi, due a occidente, di cui la più vicina a Giove distava da esso 3 minuti: l'altra distava da questa un minuto: la posizione delle due stelle estreme e di Giove era sulla medesima retta, ma la stella centrale si levava un po' verso borea: la più occidentale era minore delle altre.

L'ultimo giorno, alle due di notte, si videro due stelle a oriente, una ad occidente:



La stella centrale delle due orientali distava da Giove 2 minuti, 20 secondi, la più orientale distava da questa zero minuti, 30 secondi; l'occidentale distava da Giove 10 minuti: erano quasi sulla stessa retta, solo l'orientale più vicina a Giove si levava un poco verso settentrione. All'ora quarta



le due orientali erano ancor più vicine fra loro: distavano infatti solo 20 minuti secondi. La stella occidentale apparve in queste osservazioni abbastanza piccola.

Il giorno primo febbraio, alla seconda ora di notte, la posizione era la seguente:



La stella più orientale distava da Giove 6 minuti, la occidentale 8; ad oriente una stella, molto piccola, distava da Giove 20 minuti secondi: determinavano una linea esattamente retta.

Il giorno due le stelle apparvero secondo quest'ordine:



Una sola a oriente, distante da Giove 6 minuti; Giove distava dalla stella occidentale più vicina 4 minuti; fra questa e la più occidentale la distanza era di 8 minuti: erano esattamente sulla stessa retta, e quasi di egual grandezza. Ma, all'ora settima, v'erano quattro stelle:



fra le quali Giove occupava il posto di mezzo. Di queste stelle la più orientale distava dalle seguenti 4 minuti, questa da Giove un minuto, 40 secondi: Giove distava dalla stella occidentale più vicina 6 minuti, questa dalla più occidentale 8 minuti: erano ugualmente tutte sulla stessa retta, stesa secondo la linea dello Zodiaco.

Il giorno tre, all'ora settima, le stelle erano disposte in questo ordine:



l'orientale distava da Giove un minuto, 30 secondi; l'occidentale vicina 2 minuti: da questa l'altra più occidentale si distanziava di 10 minuti: erano precisamente sulla stessa retta, e di ugual grandezza.

Il giorno quattro, all'ora seconda, stavano attorno a Giove quattro stelle, due orientali e due occidentali, disposte esattamente sulla medesima retta, come nella seguente figura:



La più orientale distava dalla seguente 3 minuti, questa distava da Giove zero minuti, 40 secondi; Giove distava dalla occidentale vicina 4 minuti, questa dalla più occidentale 6 minuti. Di grandezza

erano quasi uguali, la più vicina a Giove appariva un po' minore delle altre. All'ora settima le stelle orientali distavano solo zero minuti, 30 secondi.



Giove distava dalla orientale più vicina 2 minuti, dalla occidentale seguente 4 minuti; questa distava dalla più occidentale 3 minuti; erano uguali tutte e sulla stessa retta, stesa secondo l'eclittica.

Il giorno cinque il cielo fu nuvoloso.

Il giorno sei apparvero solo due stelle che prendevan Giove nel mezzo, come si vede nella figura seguente:



l'orientale distava da Giove 2 minuti, l'occidentale 3 minuti: erano sulla stessa retta con Giove e pari per grandezza.

Il giorno sette v'erano due stelle, entrambe orientali rispetto a Giove, disposte a questo modo:



le distanze fra loro e Giove erano uguali, cioè di un minuto primo; fra le stelle e il centro di Giove passava una linea retta.

Il giorno otto, a un'ora, v'erano tre stelle, orientali tutte, come nella figura:



quella vicina a Giove, abbastanza piccola, distava da esso un minuto, 20 secondi; quella di mezzo distava da questa 4 minuti ed era abbastanza grande; la più orientale, molto piccola, distava da questa zero minuti, 20 secondi. Ero incerto se vicino a Giove vi fosse una sola stellina o ve ne fossero due: un'altra si vedeva infatti talvolta esser vicina a questa verso oriente, meravigliosamente piccola, distante dalla prima zero minuti e 10 secondi soltanto: erano tutte sulla stessa linea retta, disposte secondo il corso dello Zodiaco. Alle tre la stella più vicina a Giove quasi lo toccava: ne distava infatti solo zero minuti e 10 secondi: le altre s'eran fatte più lontane da Giove: quella del centro distava infatti da Giove 6 minuti. Infine alle quattro quella ch'era prima la più vicina a Giove, congiunta con esso, non si vedeva più.

Il giorno nove, a ore zero, 30 minuti, stavano presso Giove due stelle a oriente, una ad occidente, in tal disposizione:



La più orientale, che era abbastanza piccola, distava dalla successiva 4 minuti; quella di mezzo, maggiore, distava da Giove 7 minuti; Giove distava dalla occidentale, che era piccola, 4 minuti.

Il giorno dieci, a un'ora e 30 minuti, due stelline, molto piccole, entrambe orientali, furono viste in tale disposizione:



la più lontana distava da Giove 10 minuti, la più vicina zero minuti, 20 secondi; erano sulla stessa retta. Alle quattro però la stella più vicina a Giove non appariva più: anche l'altra si vedeva tanto impiccolita che appena la si poteva distinguere, quantunque l'aria fosse chiarissima, ed era più lontana di prima da Giove, giacché ne distava 12 minuti.

Il giorno undici, a un'ora, v'erano due stelle a oriente, una a occidente. La occidentale distava da Giove 4 minuti, la orientale più vicina



distava ugualmente 4 minuti da Giove; la più orientale distava da questa 8 minuti; erano abbastanza chiare e sulla stessa retta. Ma alle tre una quarta stella, vicinissima a Giove, fu vista ad oriente, minore delle altre, distante da Giove



zero minuti, 30 secondi, e deviante un po' verso aquilone dalla linea retta condotta attraverso le altre stelle: erano assai splendenti tutte, e molto visibili. Alle cinque e mezza già la stella orientale più vicina a Giove, fatta da lui più lontana, occupava il posto di mezzo fra Giove e la stella più orientale a lei vicina; erano tutte esattamente sulla stessa linea retta, di pari grandezza, come si può vedere dalla figura seguente:



Il giorno dodici, a ore zero, 40 minuti, c'erano due stelle ad oriente, due parimenti ad occidente. La orientale più lontana distava da Giove 10 minuti, l'occidentale più lontana 8,



ed erano entrambe abbastanza visibili; le altre due erano vicinissime a Giove, e molto piccole, soprattutto quella ad oriente che distava da Giove zero minuti, 40 secondi; l'occidentale ne distava un minuto. Alle quattro la stellina che era più vicina a Giove ad oriente, non appariva più.

Il giorno tredici, a ore zero, 30 minuti, apparivano due stelle ad oriente, due ad occidente.



L'orientale più vicina a Giove, abbastanza chiara, distava da esso 2 minuti; da questa la più orientale, meno visibile, distava 4 minuti. Fra le occidentali, la più lontana da Giove, meno visibile, se ne allontanava 4 minuti; fra questa e Giove si interponeva una piccola stella più vicina alla stella più occidentale, distando da quella non più di zero minuti, 30 secondi. Erano tutte sulla stessa retta, esattamente secondo la linea dell'eclittica.

Il giorno quindici (il quattordici il cielo era stato coperto da nubi), a un'ora, tale era la posizione degli astri:



v'erano cioè tre stelle a oriente, e nessuna se ne vedeva a occidente: l'orientale più vicina a Giove ne distava zero minuti, 50 secondi; la successiva distava da questa zero minuti, 20 secondi; da questa ultima la più orientale distava 2 minuti, ed era maggiore delle altre; le più vicine a Giove erano infatti molto piccole. Ma, verso le cinque, delle stelle vicine a Giove se ne vedeva solo una,



distante da esso zero minuti, 30 secondi; la distanza da Giove della più orientale era aumentata: era infatti allora di 4 minuti. Ma, alle sei, oltre le due, come ora si disse, poste ad oriente, si vedeva verso occidente una stellina, molto piccola, distante da Giove 2 minuti.



Il giorno sedici, alle sei, erano in tale posizione:



la stella orientale distava da Giove 7 minuti, Giove da quella che lo seguiva a occidente 5 minuti, questa dalla restante più occidentale 3 minuti: erano tutte quasi di ugual grandezza, abbastanza visibili, e sulla stessa linea retta, esattamente secondo il cammino dello Zodiaco.

Il giorno diciassette, a un'ora, c'erano due stelle:



orientale una, distante da Giove 3 minuti, occidentale l'altra, distante 10 minuti: questa era alquanto minore della orientale. Ma, alle sei, la orientale era più vicina a Giove, perché distava zero minuti, 50 secondi; la occidentale invece era più lontana, cioè 12 minuti. In entrambe le osservazioni erano sulla stessa retta, ed entrambe abbastanza piccole, soprattutto la orientale nella seconda osservazione.

Il giorno 18, a un'ora, c'erano tre stelle, delle quali due occidentali, una orientale: la orientale distava da Giove 3 minuti, l'occidentale più vicina 2 minuti;



la più occidentale distava da quella di mezzo 8 minuti: tutte erano esattamente sulla stessa retta, e quasi di pari grandezza. Ma, alle due, le stelle più vicine distavano da Giove per intervalli uguali: l'occidentale infatti ne distava anch'essa 3 minuti. Alle sei però si vide una quarta stellina fra la più orientale e Giove, in tal disposizione:



la più orientale distava dalla seguente 3 minuti, la seguente da Giove un minuto, 50 secondi, Giove distava dalla occidentale che lo seguiva 3 minuti, questa dalla più occidentale 7 minuti: erano quasi uguali, solo la orientale vicina a Giove era un po' più piccola delle altre: erano sulla stessa retta, parallela all'eclittica.

Il giorno 19, a ore zero, 40 minuti, si videro solo due stelle, occidentali rispetto a Giove



abbastanza grandi ed esattamente sulla stessa retta con Giove, disposte secondo il cammino dell'eclittica. La più vicina distava da Giove 7 minuti, questa dalla più occidentale 6 minuti.

Il giorno 20 il cielo fu nuvoloso.

Il giorno 21, a un'ora, 30 minuti, si vedevano tre stelline abbastanza piccole, in questa disposizione:



l'orientale distava da Giove 2 minuti, Giove dalla occidentale che seguiva 3 minuti, questa 7 minuti dalla più occidentale: erano esattamente sulla stessa linea parallela all'eclittica.

Il giorno 25, a un'ora, 30 minuti (nelle tre notti precedenti il cielo era stato coperto di nubi) apparvero tre stelle:



due orientali, le cui distanze reciproche e da Giove erano uguali, di 4 minuti; a occidente una distava da Giove 2 minuti: erano esattamente sulla stessa retta, secondo il cammino dell'eclittica.

Il giorno 26, a ore zero, 30 minuti, v'erano soltanto due stelle:



una orientale, distante da Giove 10 minuti, l'altra occidentale, distante 6 minuti: l'orientale era alquanto minore dell'occidentale. Ma alle 5 si videro tre stelle:



oltre le due già segnalate se ne vedeva una terza a occidente, presso Giove, molto piccola, che prima era nascosta sotto Giove, e ne distava un minuto; la stella orientale appariva più lontana di prima, distando da Giove 11 minuti. Questa notte mi piacque osservare per la prima volta il cammino di Giove e dei pianeti vicini, secondo la linea dello Zodiaco, in relazione ad una stella fissa: si vedeva infatti una stella fissa verso oriente, distante dal pianeta orientale 11 minuti, e poco volgeva verso austro, nel modo che segue:



\* Fissa

Il giorno 27, a un'ora, 4 minuti, le stelle apparivano in tale configurazione:



\* Fissa

la più orientale distava da Giove 10 minuti, la seguente, vicina a Giove, zero minuti, 30 secondi; l'occidentale che seguiva distava 2 minuti, 30 secondi; da questa la più occidentale distava un minuto. Le più vicine a Giove apparivano piccole, soprattutto l'orientale; le estreme invece erano molto visibili, particolarmente quella a occidente; designavano esattamente una linea retta secondo il cammino dell'eclittica. Il cammino di questi pianeti verso oriente si vedeva chiaramente dal riferimento alla predetta stella fissa; ad essa infatti Giove con i pianeti adiacenti era più vicino, come si può vedere nella figura. Ma alle 5 la stella orientale prossima a Giove ne distava un minuto.

Il giorno 28, a un'ora, si vedevano solo due stelle; una orientale, distante da Giove 9 minuti, una occidentale, distante 2 minuti: erano abbastanza visibili e sulla stessa retta: la stella fissa, perpendicolarmente a questa linea, cadeva sul pianeta orientale, come nella figura:



ma, alle 5, fu vista una terza stellina, distante ad oriente da Giove 2 minuti, in questa posizione:



Il giorno primo di marzo, a ore zero, 40 minuti, furono viste quattro stelle, tutte orientali, di cui la più vicina a Giove distava da esso 2 minuti; la successiva distava da questa un minuto, la terza zero minuti, 2 secondi, ed era più luminosa delle altre: da questa la più orientale distava 4 minuti, ed era più piccola delle rimanenti. Segnavano una linea quasi retta, se non che la terza a contar da Giove era un po' sollevata. La stella fissa formava con Giove e la stella più orientale un triangolo equilatero, come nella figura:



Il giorno 2, a zero ore, 40 minuti, c'erano tre pianeti, due orientali, uno occidentale, in tale configurazione:



Il più orientale distava da Giove 7 minuti, da questo il seguente zero minuti, 30 secondi; l'occidentale si allontanava da Giove 2 minuti; gli estremi erano più luminosi e più grandi dell'altro, che appariva molto piccolo. Il più orientale sembrava un po' elevato verso borea dalla linea retta condotta attraverso i restanti pianeti e Giove. La stella fissa già notata distava 8 minuti dal pianeta occidentale, secondo la perpendicolare condotta dal pianeta stesso sulla retta passante per tutti i pianeti, come dimostra la figura annessa.

Mi piacque aggiungere questi confronti di Giove e i pianeti vicini con la stella fissa, affinché da quelli chiunque possa intendere che i movimenti dei pianeti medesimi, sia secondo la longitudine che secondo la latitudine, concordano minutamente con i moti che si traggono dalle tavole.

Queste sono le osservazioni sui quattro Astri Medicei di recente per la prima volta da me scoperti, dalle quali pur non essendo ancora possibile addurre i loro periodi, è lecito dir cose degne di attenzione. In primo luogo, poiché ora seguono, ora precedono Giove ad uguali intervalli e si allontanano da esso solo ben poco spazio ora verso oriente ora verso occidente, e lo accompagnano sia nel moto retrogrado che nel diretto, a nessuno può nascer dubbio che compiano attorno a Giove le loro rivoluzioni, e nello stesso tempo effettuino tutti insieme con periodo dodecennale il lor giro intorno al centro del mondo. Inoltre si volgono in orbite ineguali come manifestamente si comprende dal fatto che nei momenti di massima digressione da Giove non si possono mai vedere due pianeti congiunti, mentre vicino a Giove se ne trovano riuniti due, tre ed a volte tutti insieme. Si nota ancora che sono più veloci le rivoluzioni dei pianeti i quali descrivono intorno a Giove orbite minori<sup>33</sup>: infatti le stelle più vicine a Giove spesso si vedono orientali mentre il giorno prima erano apparse occidentali, e viceversa: ma il pianeta che describe l'orbita maggiore, ad un accurato esame delle predette rivoluzioni mostra aver periodo semimensile. Abbiamo dunque un valido ed eccellente argomento per togliere ogni dubbio a coloro che, accettando tranquillamente nel sistema di Copernico<sup>34</sup> la rivoluzione dei pianeti intorno al Sole, sono tanto turbati dal moto della sola Luna intorno alla Terra, mentre entrambi compiono ogni anno la loro rivoluzione attorno al Sole, da ritenere si debba rigettare come impossibile questa struttura dell'universo. Ora, infatti, non abbiamo un solo pianeta che gira intorno a un altro, mentre entrambi percorrono la grande orbita intorno al Sole, ma la sensata esperienza ci mostra quattro stelle erranti attorno a Giove, così come la Luna attorno alla Terra, mentre tutte insieme con Giove, con periodo di dodici anni si volgono in ampia orbita attorno al Sole. E finalmente non bisogna tacere per quale ragione accada che gli Astri Medicei, mentre compiono attorno a Giove piccolissime rivoluzioni, sembrano talvolta più grandi del doppio. Non possiamo ricercarne la causa nei vapori terrestri, perché appaiono più grandi e più piccoli, mentre Giove e le vicine stelle fisse si vedono immutate. Sembra anche del tutto impossibile che quelle si allontanino tanto dalla Terra nel loro apogeo e tanto le si avvicinino nel loro perigeo da essere questa l'origine di così grande cambiamento. Infatti una stretta rotazione circolare<sup>35</sup> non può in alcun modo produrre simile effetto; ed un moto ovale (che in questo caso sarebbe quasi retto) sembra impensabile e per nulla consono a quanto si osserva. Le soluzioni che a questo proposito mi si presentano alla mente, volentieri espongo, e le offero al giudizio e alla critica dei filosofi. Si sa che per l'interposizione dei vapori terrestri il Sole e la Luna appaiono maggiori, minori invece le stelle fisse e i pianeti: quindi i due luminari vicino all'orizzonte appaion più grandi, mentre le stelle, più piccole e spesso a pena visibili, diminuiscono ancor più se quei vapori vengono illuminati; per questo le stelle durante il giorno e nei crepuscoli appaiono assai fioche, non così la Luna, come sopra avvertimmo. E che non solo la Terra ma anche la Luna sia circondata da vapori, risulta sia da quanto dicemmo sopra, sia da quello che più diffusamente diremo nel nostro Sistema. Possiamo dunque a ragione credere la stessa cosa per gli altri pianeti, e non sembra assolutamente improbabile che vi sia un involucro più denso del rimanente etere anche attorno a Giove, intorno al quale, come la Luna attorno alla sfera degli elementi, girano i Pianeti Medicei e, con l'interposizione di questo involucro più denso, all'apogeo sembran minori, mentre al perigeo maggiori per la mancanza o almeno l'attenuarsi dell'involucro stesso. La ristrettezza del tempo ci impedisce di andare oltre: il benigno lettore aspetti fra breve una più ampia trattazione di questo argomento.

## NOTE

1. SIDEREUS: dapprima Galileo aveva pensato ad "Astronomicus", di cui rimane testimonianza nell'intitolazione più sintetica che segue alla dedica. La conversione in "Sidereus" deve essere avvenuta dopo la scoperta dei satelliti di Giove, ossia dopo il ritrovamento di nuovi corpi celesti

NUNCIUS: questo termine corrispondeva nelle intenzioni di Galileo ad AVVISO, perché così ne parla negli scritti in italiano e così il termine viene inteso anche in lettere di suoi corrispondenti; tuttavia Galileo in altri contesti finì per accettare tacitamente il significato personificato che parecchi altri lettori (fra cui Keplero) attribuivano a NUNCIUS, in modo da potersi atteggiare ad una sorta di Mercurio.

Il *Sidereus Nuncius* segnò una svolta epocale: benché fosse propriamente la comunicazione oggettiva e analitica di alcune osservazioni siderali, vi traspariva inequivocabilmente una nuova sistemazione cosmologica, intuibile al di là della forma diaristica del testo. Al di là delle scoperte effettuate con il cannocchiale, esso abbatté credenze radicate, la visione antropocentrica del cosmo e la consolidata presunzione che l'intero cosmo fosse stato creato in funzione dell'uomo, minacciando la credibilità dell'astrologia, fondata sul pregiudizio che i cieli esercitassero la loro influenza sulle vicende della Terra.

Mentre il *De revolutionibus orbium coelestium* di Copernico aveva avuto una debole influenza sull'immaginazione cosmica, il *Sidereus* forniva non solo nuove teorie ma anche un metodo ed uno strumento che mettevano alla portata di molti fenomeni anche molto lontani ma in grado di mutare radicalmente l'immagine del cosmo e dell'uomo. ↑

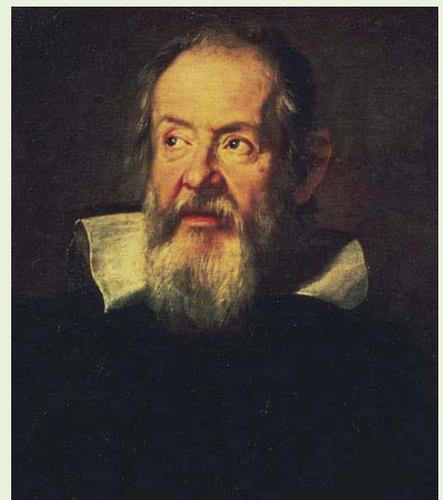
2. Poiché i destinatari del "messaggio celeste" sono gli addetti ai lavori (filosofi e astronomi), Galileo si serve del latino, la lingua accademica e scientifica. Il passaggio, di lì a qualche anno, all'italiano significherà un mutamento della sua politica culturale. ↑

La tiratura iniziale del *Sidereus* fu di 550 copie e dopo meno di una settimana era già introvabile: Galileo si ritrovò improvvisamente un personaggio pubblico, in breve conosciuto in ogni angolo del mondo (nel 1612 se ne parlava a Mosca e in India e pochi anni dopo in Cina, in Corea, in Giappone). La fama del piccolo testo non restò circoscritta ai soli esperti, dal momento che i suoi contenuti erano tali da colpire l'immaginario collettivo.

I veri avversari furono i docenti universitari, gli astrologi che con gli enunciati del *Sidereus* vedevano crollare i loro postulati, gli uomini di chiesa che credevano di potere spiegare la Bibbia soltanto con la cosmologia di Aristotele: tutti costoro diedero vita a un partito trasversale di subdole ostilità per screditare Galileo, il quale si impegnò nelle dispute e si prodigò instancabilmente a dissipare dubbi, a chiarire, a spiegare, ad approfondire le sue tesi, sicuro delle sue scoperte e convinto del valore della piccola opera come "manifesto" della nuova scienza sperimentale.

3. Galileo discendeva da un'antica e nobile famiglia i cui antenati fin dal XIV secolo ricoprirono a Firenze la carica di priore, ossia furono membri del Consiglio governativo. ↑

*Nell'immagine, ritratto di Galileo Galilei. Justus Suttermans, 1636. Firenze, Galleria degli Uffizi.*

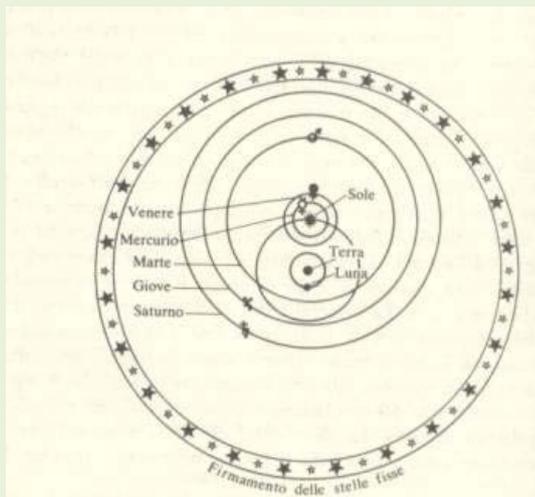


4. Vissuto tra il 1590 e il 1621, era da poco succeduto, nel febbraio 1609, al padre Ferdinando I. ↑

*Nell'immagine, ritratto di Cosimo II de' Medici. Justus Suttermans, XVII sec. Firenze, Galleria degli Uffizi.*



5. Il *Sidereus Nuncius* è il resoconto scientifico di osservazioni celesti, ma contiene anche affermazioni di rivoluzionaria portata cosmologica che collocano il Sole e non la Terra al centro del sistema planetario. Senza dubbio la scoperta dei satelliti di Giove rafforzava in Galileo la tesi copernicana, in quanto smentiva l'ipotesi che la Terra fosse in tutto l'universo l'unico centro di movimento.



Galileo riprende il modello eliocentrico di Copernico in cui la Terra è uno dei tanti pianeti che ruotano intorno al Sole, abbandonando il sistema geocentrico aristotelico-tolemaico che non riusciva più a spiegare le posizioni dei pianeti nel cielo e i loro moti. Collocando l'osservatore sulla Terra in moto di rivoluzione intorno al Sole il nuovo paradigma riesce invece in modo più semplice a rendere conto dei fenomeni osservati.

Inizialmente la Chiesa cattolica (al contrario di quelle protestanti, più legate ad un'interpretazione letterale del testo biblico) non condanna questa teoria, perché utile per la riforma del calendario. Galileo dopo il suo ritorno a Firenze è coinvolto nelle polemiche sul copernicanesimo e già nel 1613 interviene con una lunga lettera all'amico Benedetto Castelli (padre benedettino che insegna matematica a Pisa) nel tentativo di chiarire la propria posizione in materia

di scienza e religione: proprio in questa lettera Galileo sostiene che le Scritture si rivolgono ad un pubblico vasto e incolto e corrispondono a finalità morali e religiose, non contengono invece insegnamenti scientifici; la scienza invece, avvalendosi dei sensi e dell'intelletto di cui Dio ha dotato l'uomo, ha come finalità la conoscenza dei fenomeni naturali. Usando le parole dello stesso Galileo, la Bibbia insegna "come si vadia in cielo", cioè la strada della salvezza celeste, non "come vadia il cielo", cioè la costituzione fisica dell'universo. Nel 1616 la Chiesa cattolica condanna la teoria copernicana e a Galileo viene intimato di non sostenerla. Pur avendo accettato l'ammonizione, Galileo non rinuncia alle proprie posizioni e dopo la pubblicazione del *Dialogo* sopra i due massimi sistemi (1632) viene processato dall'Inquisizione, costretto all'abiura e condannato al carcere. ↑

6. Anche Galileo, come molti altri scienziati del Seicento, si adatta alle consuetudini dell'astrologia: aveva egli stesso redatto oroscopi pur senza credere in cuor suo alle influenze celesti. Posto tra Marte, pianeta "caldo" e guerriero, e Saturno, pianeta "freddo" e contemplativo, Giove "*stellam ... nobilissimam*", rappresentava per gli astrologi l'astro della temperanza e della giustizia, adatto quindi ad influire positivamente su un capo di stato, quale era da poco diventato Cosimo II. ↑

7. L'endiadi esplicita il significato che Galileo attribuisce al termine "speculare", riconducibile sia all'osservazione sensibile sia all'elaborazione mentale che ne deriva. L'espressione latina del *Sidereus Nuncius* anticipa quella più nota in volgare italiano che comparirà nella lettera a padre Benedetto Castelli (una delle cosiddette Lettere copernicane, inviate a Cristina di Lorena, a monsignor Dini e appunto al Castelli) e che costituisce una sintetica enunciazione del metodo ipotetico-deduttivo di Galileo, fondato sul connubio di "sensate esperienze" e "necessarie dimostrazioni".

Galileo intende quindi unire sia l'osservazione sperimentale sia le dimostrazioni rigorose della matematica. Lo scienziato "interroga" direttamente la natura per trarne dei dati che vengono misurati e quantificati (con l'ausilio di strumenti) e tradotti in formulazioni matematiche. Queste ipotesi esplicative dei fenomeni devono essere confermate sperimentalmente: si ricostruisce in laboratorio il modello sperimentale che riproduce i fenomeni osservati e se l'esperimento riesce la formula può diventare legge universale. L'esperimento è quindi un'esperienza programmata in base a un'ipotesi e costruita in riferimento a precisi protocolli.

L'esperimento può anche essere "mentale", ovvero fittizio, non realizzabile nelle condizioni strumentali e tecniche di un certo momento storico: è il caso dell'esperimento galileiano del "gran naviglio" proposto nella Giornata seconda del Dialogo sopra i due massimi sistemi. ↑

8. L'espressione esprime la constatazione che quanto si sta per enunciare non è mai stato pronunciato da alcuno, anche perché non proviene dall'*auctoritas* di studiosi precedenti, ma dall'osservazione diretta della natura. Da questo punto di vista il *Sidereus Nuncius* diventa il manifesto della modernità, e come tale viene accolto dai suoi primi lettori, tra i tanti il filosofo Campanella e il poeta Marino nell'*Adone* (che mette in parallelo Galileo e Colombo, scopritori rispettivamente di nuove cose in cielo e di nuove terre). ↑

9. Astronomi e filosofi sono i destinatari a cui si rivolge Galileo: la differenza tra queste due professioni si può ricavare da un passo del Dialogo sui due massimi sistemi: i puri ASTRONOMI si limitano a comprendere il moto degli astri senza interrogarsi su possibili anomalie, mentre gli ASTRONOMI FILOSOFI (ad esempio Copernico) si occupano di scienza con un atteggiamento filosofico e cercano quindi di connettere i fenomeni fino a creare un sistema. Le incongruenze e le vane dispute che sorgono dalla     cioè è dall'opinione, vengono superate con un metodo basato sulle dimostrazioni, risultato dei sensi coniugati con la ragione: alle fantasticherie subentra la tangibilità dell'evidenza, verificabile da tutti.

Il *Sidereus* non trasmette solo le scoperte astronomiche di Galileo, di cui fecero tesoro sia gli scienziati di professione (a cui lo scritto è destinato) e l'immaginario collettivo, ma anche il vocabolario utile a descrivere gli spazi celesti e i paesaggi lunari mai da alcuno osservati prima. Galileo pur utilizzando la lingua internazionale del latino per indirizzarsi a "studiosi di professione", adopera un linguaggio moderno, facile a leggersi, sobrio e asciutto. La sua prosa, che qua e là lascia trasparire l'emozione della scoperta, è concisa, fatta di enunciati essenziali, senza citazioni di testi letterari o echi dell'immaginario popolare, aneddoti o digressioni metafisiche, che erano ancora frequenti ad esempio nella prosa di Keplero. Nell'esposizione adotta una *dispositio* geometrica, scandita da una successione di argomenti, che indusse subito i primi lettori (come abbiamo fatto anche noi!) a dividere agevolmente la trattazione in tanti capitoli tematici. In questo modo Galileo fonda un nuovo genere letterario, il RENDICONTO SCIENTIFICO che contiene la descrizione di fenomeni prima ignoti, la storia dell'occasione della loro scoperta e i risultati dedotti dalle osservazioni, esposti con prosa incisiva, agile nel ragionamento ed economica. ↑

10. La ricerca scientifica di Galileo è pervasa da un afflato religioso che spiega come mai il suo insegnamento attraesse tanti uomini di Chiesa, come ad es. Benedetto Castelli, con i quali sperava di potere, attraverso la scienza, rinnovare dall'interno la spiritualità del cristianesimo. Proprio nella lettera indirizzata al Castelli, Galileo indica le diverse finalità della Bibbia e della scienza: le Sacre Scritture contengono insegnamenti morali, non teorie scientifiche. Esse non possono essere considerate assolutamente vere se contrastano con le verità scientifiche a cui si è giunti mediante l'esperienza e il ragionamento; inoltre forniscono le conoscenze per raggiungere la salvezza (per "andare in cielo") e non quelle riguardanti il funzionamento sistema del cosmo ("come va il cielo"). ↑

11. Con questa affermazione Galileo esprime la sua visione del progresso scientifico come “staffetta” che lega nel tempo generazioni lontane: si tratta dell’idea di un accumulo indefinito di conoscenze e di sapere, comune fra gli scienziati e i filosofi del Seicento (è presente anche nel *Discorso sul metodo* di Cartesio). Nel secolo scorso lo studioso Thomas Kuhn nel suo saggio *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1962) ha proposto invece una diversa visione del progredire delle scienze: la ricerca procede non per accumulazione di scoperte ma per RIVOLUZIONI, discontinuità. Esse si attuano mediante il superamento del PARADIGMA , cioè della teoria scientifica ritenuta corretta fino a quel momento dalla comunità scientifica. Questo processo, come nel caso esemplare della RIVOLUZIONE ASTRONOMICA (passaggio dal paradigma aristotelico-tolomaico al paradigma copernicano-newtoniano), avviene a causa delle sempre crescenti “anomalie “ riscontrate nel vecchio paradigma dalle nuove generazioni di scienziati e studiosi. Si ha invece accumulo di scoperte nella “fase normale”, cioè quando la comunità scientifica ritiene valido un paradigma e le ricerche avvengono entro di esso. ↑

12. Prima di Galileo il fabbricante di occhiali non era considerato un ottico, ma solo un artigiano, che non costruiva uno “strumento” ma un “utensile”. Secondo il pensiero antico gli utensili erano legati al mondo dei sensi e non potevano superarlo; questa era, invece, la funzione degli strumenti. Gli occhialai olandesi, come Lippertshey e Janssen, costruiscono occhiali rinforzati senza nessuna tecnica specializzata, limitandosi ad apportare i perfezionamenti indispensabili. Galileo, invece, ne sviluppa una teoria precisa, a partire dalla quale costruisce il suo cannocchiale, che in questo testo viene la prima volta da lui chiamato “organum” (in latino “strumento” per antonomasia) e qui invece indicato con il termine tecnico “perspicillum” (dal latino “perspicere”, esaminare con cura).

Gli occhialai e Galileo, quindi, hanno fini diversi: i primi volevano costruire un apparecchio pratico che permettesse alla vista umana di osservare quello che sarebbe accessibile ad una distanza minore, mentre Galileo costruisce i suoi strumenti per bisogni teorici, per arrivare a vedere ciò che non è accessibile ai sensi.

Per costruire strumenti ottici è necessario migliorare la qualità dei vetri, determinarne gli angoli di rifrazione e dare alle lenti una forma geometrica definita; per fare questo bisogna costruire macchine sempre più precise. La prima macchina moderna, quella per tagliare i vetri parabolici, fu inventata da Cartesio. ↑



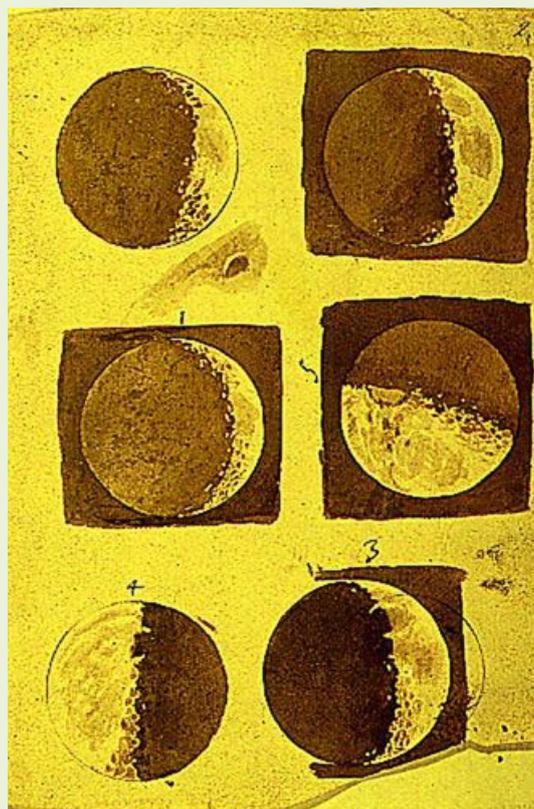
13. La terminologia tolemaica e classica definiva “erratici” e “vagi” i pianeti, perché la loro vicinanza alla Terra permetteva agli antichi di percepirne il movimento, mentre le vere stelle sembravano ferme perché troppo lontane. Essi erano poi chiamati “stelle” perché apparivano più luminosi delle stelle vere e proprie. È merito di Galileo aver scoperto che i pianeti non risplendono di luce propria, ma dell’illuminazione riflessa delle altre stelle, e la stessa cosa nel *Sidereus* viene affermata della Luna. ↑

14. Le osservazioni sistematiche e registrate quotidianamente che vengono illustrate nel *Sidereus Nuncius* sono quelle effettuate dal 7 gennaio al 2 marzo 1610, anche se è quasi certo che anche nei mesi immediatamente precedenti Galileo aveva compiuto frequenti indagini astronomiche, specie sulla Luna. ↑

15. L’espressione ritornerà identica nella prima pagina del Saggiatore e sottintende un velato intento polemico: l’aggettivo implica infatti che esiste anche una “falsa” filosofia, cioè una “scienza della natura” non rispondente alla realtà delle cose. Chi “ama” la vera filosofia è chi coltiva in modo disinteressato e non venale il sapere.

Tuttavia Galileo, pur rivolgendosi con il *Sidereus* principalmente a scienziati e filosofi, non escludeva che si dovesse parlare anche a “giovani scolari” o a persone incapaci di intendere le dimostrazioni geometriche. Infatti pochi giorni dopo la pubblicazione si mostrava disponibile a ristampare l’opera arricchendola con approfondite note didascaliche al fine di facilitarne la comprensione a persone poco competenti in materia: gli erano infatti giunte molte richieste di chiarimenti. ↑

16. Galileo insiste nel Sidereus nel raffigurare il paesaggio lunare esattamente come un paesaggio terrestre, dimostrando che la natura e le caratteristiche dei corpi celesti non sono in nulla diversi da quelli del nostro pianeta. Si tratta di una conferma della nuova cosmologia copernicana: la superficie della Luna presenta all'osservazione buche, crateri, valli e montagne ed essa ruota attorno alla Terra, che è un corpo celeste e non è il centro dell'universo, come sosteneva invece la teoria geocentrica aristotelico-tolemaica. Galileo intende abbattere la distinzione qualitativa e di principio tra una fisica dei cieli, perfetti e immutabili, costituiti da una "quintessenza" diversa dai quattro elementi che costituiscono il nostro mondo, e una fisica terrestre, applicabile a una realtà imperfetta e corruttibile. Che non ci fosse un centro dell'universo era già stato sostenuto dai filosofi che avevano per primi parlato dell'infinità dell'universo: per Cusano Dio è centro "metafisico" e circonferenza dell'universo, che è infinito effetto di una causa infinita, la Terra si muove anche se è difficile dire con precisione che tipo di movimento egli le attribuisca; per Bruno la Terra e gli altri pianeti che orbitano intorno al Sole appartengono ad uno degli infiniti sistemi solari dell'universo infinito, senza più alcuna contrapposizione tra lo spazio terrestre e quello celeste. ↑



17. È la posizione di due corpi celesti che si trovano su una stessa linea con l'osservatore. Nel caso specifico, il fenomeno avviene quando la Luna si interpone tra la Terra e il Sole, diventando così invisibile dal momento che il Sole illumina la faccia opposta al nostro pianeta. È insomma la fase del novilunio. ↑

18. Il rinvio alle teorie cosmologiche dei pitagorici non è né casuale né innocente, perché tradizionalmente, soprattutto presso l'ermetismo rinascimentale e Campanella, il loro pensiero veniva contrapposto a quello degli aristotelici.

I pitagorici furono infatti i primi a sostenere la sfericità della Terra e degli altri corpi celesti, sulla base della convinzione che la sfera fosse la più perfetta delle figure solide. Il pitagorico Filolao (V secolo a.C.) abbandonò per primo la convinzione che la Terra sia il centro fisso del mondo (geocentrismo) ed ammise invece che la Terra stessa e tutti gli altri corpi celesti si muovono intorno ad un fuoco centrale, detto Hestia ("focolare o altare dell'universo"). Intorno al fuoco centrale si muovono, da occidente a oriente, dieci corpi celesti: il cielo delle stelle fisse, che è il più lontano dal centro, e poi, a distanza sempre minore, i cinque pianeti (Saturno, Giove, Marte, Mercurio, Venere), il Sole, la Luna, la Terra e l'antiterra, il pianeta ipotetico che Filolao ammise per completare il sacro numero di dieci.

Nella lettera dedicatoria al pontefice Paolo III che premette al *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) Copernico ricorda tutti i pensatori che nell'antichità si sono allontanati dalla predominante teoria geocentrica: egli aveva infatti rintracciato in opere latine e greche riferimenti a pensatori pitagorici (come Filolao, Eraclide Pontico ed Ecfanto) che sostenevano che la Terra si muove; come egli stesso scrive fu confortato da queste scoperte:

*<<Prendendo spunto da qui cominciai anch'io a meditare intorno alla possibilità di un movimento della terra. E sebbene l'opinione potesse sembrare assurda, tuttavia, poiché sapevo che prima di me ad altri era stata concessa questa libertà, cioè di immaginare qualsivoglia cerchio per spiegare i fenomeni celesti, ritenni che anche a me senza difficoltà fosse concesso di cercare se, ammesso un qualche movimento della terra, si potessero trovare spiegazioni più sicure delle loro sulla rivoluzione delle sfere celesti.>>*

Copernico mise allora alla prova la sua teoria eliocentrica tramite "lunghe e ripetute osservazioni", pervenendo a risultati convincenti sul piano razionale e osservativo. ↑

19. Probabilmente mentre scriveva il *Sidereus Nuncius* Galileo era già scettico che sulla Luna vi fosse acqua; tuttavia vi dovette alludere per accentuare anche con questo particolare la somiglianza con la Terra. In ogni caso qualche anno dopo, in una lettera del 16 febbraio 1616, negherà che sulla Luna vi possa essere vita proprio perché non vi è acqua e più tardi ancora, nei *Massimi sistemi*, confermerà la sua diffidenza verso ogni utopia di tipo fantascientifico, cui indulse anche Keplero con il *Somnium de astronomia lunari*. ↑

20. In astronomia è la posizione di due corpi celesti la cui longitudine differisce di 90 gradi; nel caso particolare la Terra viene a trovarsi al vertice di un triangolo rettangolo avente agli altri due il Sole e la Luna. E poiché il fenomeno si verifica solo due volte per ogni lunazione, la prima quadratura corrisponde al primo quarto di luna, mentre, come è detto poco dopo, la seconda equivale all'ultimo ↑

21. La sicurezza dei risultati è direttamente proporzionale allo scrupolo con cui lo scienziato vaglia tutte le sue ipotesi, in un dialogo con sé stesso che, negli anni successivi, indurrà Galileo ad adottare la forma testuale del dialogo. Il dubbio, secondo il modello di Socrate, assume importanza metodologica ed epistemologica: come per Cartesio, anche per Galileo il dubbio metodico apre la strada alla scoperta della verità. ↑

22. In realtà l'altezza dei monti di Leibniz, i maggiori rilievi della Luna, situati presso il suo polo meridionale, è inferiore di circa 600 m. a quella del monte Everest. Nonostante questo, i calcoli di Galileo hanno un'ottima approssimazione per i suoi tempi, e comunque è vero che in proporzione ai rispettivi diametri la Luna ha sistemi montuosi di gran lunga superiori a quelli terrestri. ↑

23. Galileo si riferisce qui al "lume secondario" della Luna, cioè al fatto che nella parte della superficie lunare non illuminata direttamente dal Sole appaia un chiarore attribuibile alla riflessione della luce solare sulla faccia della Terra; questa constatazione era già stata fatta da vari autori, tra cui Leonardo da Vinci e Keplero (che ne aveva discusso nell'opera *Ad Vitellionem ... pars optica*). Questo candore interessò a lungo Galileo, che ritornò sull'argomento in diverse opere, tra cui il Dialogo sui due massimi sistemi. Le prime ricerche da lui fatte sulla natura del candore lunare erano avvenute ancora senza l'impiego del cannocchiale: per questo le indagini successive si rivelarono più esatte. ↑



24. Si tratta del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*, pubblicato da Galileo nel 1632 e che fu la causa della condanna dell'autore da parte della Chiesa. In quest'opera confluiscono tutti gli scritti anteriori, compreso il *Sidereus Nuncius* e secondo alcuni studi Galileo l'avrebbe meditata ed elaborata per circa un trentennio. In una lettera scritta dopo la pubblicazione del *Sidereus* lo scienziato si proponeva di lasciare Padova per Firenze proprio per avere il tempo necessario per stendere due libri di quest'opera di grande respiro, un libro "pieno di filosofia, astronomia et geometria". ↑

*Nell'immagine, la copertina dell'opera.*

25. Galileo riafferma la già vista sinergia di "inspicere" e "contemplare, di "sensus" e "intellectus", peculiare di un metodo che era ad un tempo deduttivo e sperimentale. In questo metodo la MATEMATICA ha un ruolo centrale.

Il mondo dei fenomeni naturali è comprensibile mediante appropriati strumenti conoscitivi posseduti dall'uomo: i sensi e la ragione. L'intelletto umano è in grado di cogliere nei fenomeni naturali aspetti propri delle cose stesse: grandezza, forma, numero, movimento, sinteticamente le "qualità primarie" ovvero matematiche dei corpi, che noi conosciamo attraverso l'aritmetica, la geometria, la meccanica e che sono misurabili e quantificabili mediante l'uso di strumenti adeguati.

Come scrive nel Saggiatore:

*<<La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto.>>*

La natura deve essere "interrogata" per trarne i "dati" quantitativi, che verranno poi elaborati mediante degli strumenti rigorosi della matematica per ricavarne una "formula", un'ipotesi, da verificare sperimentalmente in laboratorio ("cimento"). Se l'esperimento riesce, cioè se il modello costruito sui dati matematici si comporta come la realtà naturale, la formula può diventare legge universale. La matematica è pertanto lo strumento che permette, sulla base dell'esperienza, di giungere a una dimostrazione. ↑

26. Nel testo latino *vagam*.

Nel *Sidereus Nuncius* si accenna al moto della Terra, di cui Galileo era già fermamente convinto, soltanto con questo fuggevole aggettivo. La Terra viene tolta dalla sua collocazione al centro del mondo (così era nel sistema aristotelico-tolemaico), cioè nel punto più basso e lontano dall'Empireo, per essere collocata tra i corpi celesti, fra le stelle: le vengono infatti attribuite le caratteristiche peculiari degli altri corpi celesti, cioè la luminosità e il moto. ↑

27. Galileo non si sofferma in modo particolareggiato sulle sue osservazioni relative al numero delle stelle osservate attraverso il cannocchiale

- sia perché anche gli antichi avevano creduto che in cielo ci fossero più stelle di quelle visibili (non era quindi un tema inedito);
- sia perché la grande distanza, come egli ammette, non gli consentiva di vederle, sia pure attraverso il cannocchiale, in modo così dettagliato come aveva potuto invece osservare la Luna e i satelliti di Giove;
- sia a causa del clima di repressione, nell'età della Controriforma, la cui vittima più illustre era stato il filosofo Giordano Bruno, bruciato sul rogo come eretico in Campo de' Fiori, a Roma, nel 1600; sarebbe infatti stato pericoloso soffermarsi su un tema (l'innumerabile numero di nuove stelle osservate) che alluda all'infinità dei mondi. ↑

28. La fortissima impressione destata dal numero indefinito delle stelle svelate dal cannocchiale si traduce sul piano linguistico nell'incessante e ossessivo richiamo, concentrato nello spazio di una pagina, al loro "numerosus grex" (numerose gregge), all'"inopinabilis frequentia" (inimmaginabile frequenza), all'"ingens copia" (massa ingente), all'"innumerarum Stellarum coacervatim censitarum congeries" (una congerie di innumerevoli stelle, disseminate a mucchi), all'"ingens frequentia" (grande frequenza), allo "Stellarum constipatarum coetum" (fitto ammasso di Stelle). ↑

29. La nascita del "metodo sperimentale" pone fine a tutte le sterili dispute riguardanti la natura dei corpi celesti: i fatti della verifica sperimentale attinti direttamente al "grandissimo libro" della natura, al quale si accede attraverso il ragionamento matematico, si impongono vittoriosamente contro le opinioni nutrite solo di "altercationes" e "disputationes", contro le vecchie libresche *auctoritates* (come Aristotele). ↑

30. La trattazione della scoperta dei satelliti di Giove è stata collocata da Galileo per ultima perché essa avvenne casualmente e successivamente alle altre: siccome aveva bisogno di ulteriori osservazioni, la collocazione finale gli consentiva di continuare la ricerca mentre già si procedeva alla stampa delle parti del *Sidereus* dedicate alla Luna, alle stelle fisse, alle nebulose. Inoltre, lo scienziato probabilmente segue una strategia retorica nel collocare questa parte alla fine dell'opera, al fine di esaltare gli argomenti principali.

La registrazione precisa e dettagliata del momento in cui effettuò la prima osservazione e poi la minuziosa registrazione diaristica di quelle successive è indizio della coscienza che questa scoperta segni irreversibilmente una nuova epoca per la storia dell'umanità.

In quest'ultima parte Galileo non manca, inoltre, di fare riferimento alla dimensione comunitaria della ricerca scientifica e alle possibili applicazioni pratiche delle sue scoperte. Nel caso particolare dei satelliti di Giove, egli riteneva che la realizzazione di calcoli precisi sui loro "periodi" (tempi di rivoluzione) e quindi una tavola delle loro posizioni potesse essere utile per determinare la longitudine e rendere sicura la navigazione. Pensando alla possibilità di sfruttare questa scoperta anche a fini militari ed economici si rivolse al granduca Cosimo II, poi al re di Spagna e infine al governo degli Stati Generali delle Province Unite d'Olanda, ma senza successo perché gli inconvenienti creati dal rullio e dal beccheggio delle navi non consentivano la stabilità necessaria per le osservazioni telescopiche. Questo fatto è comunque indizio del costante impulso, da parte di Galileo, a collegare teoria e pratica, nella convinzione che le scoperte traessero importanza dalle conseguenze utilitaristiche che se ne potevano dedurre.↑



31. La ricusazione della prima ipotesi è lenta, progressiva, e la natura diaristica scandisce ogni fase delle congetture, seguendo nelle sue pieghe il frastagliato cammino verso la verità, raggiunta con un processo critico e metodico di eliminazione degli errori. Il graduale processo di apprendimento diventa, pur nella metodica registrazione delle osservazioni, avvincente e pieno di trepidazione per i contrattempi e gli ostacoli che ne rallentano il cammino (ad esempio il cielo nuvoloso che impedisce l'osservazione).

Ritenendo che a spostarsi fosse Giove, Galileo sospettò inizialmente che le tavole astronomiche fossero errate nell'attribuire al pianeta un moto "retrogrado", cioè da est verso ovest, e che invece bisognasse attribuirgli un moto "diretto", ossia da ovest verso est. ↑

32. La scoperta scientifica procede attraverso una lunga sequenza di deduzioni per approdare solo alla fine alla comprensione, allo scioglimento di ogni dubbio. Glielo introduce esplicitamente i propri dubbi ("anceps eram", "incertus eram"), adottando un modo di procedere non dogmatico, che non dimentica mai le possibili alternative nell'interpretazione dei fenomeni.

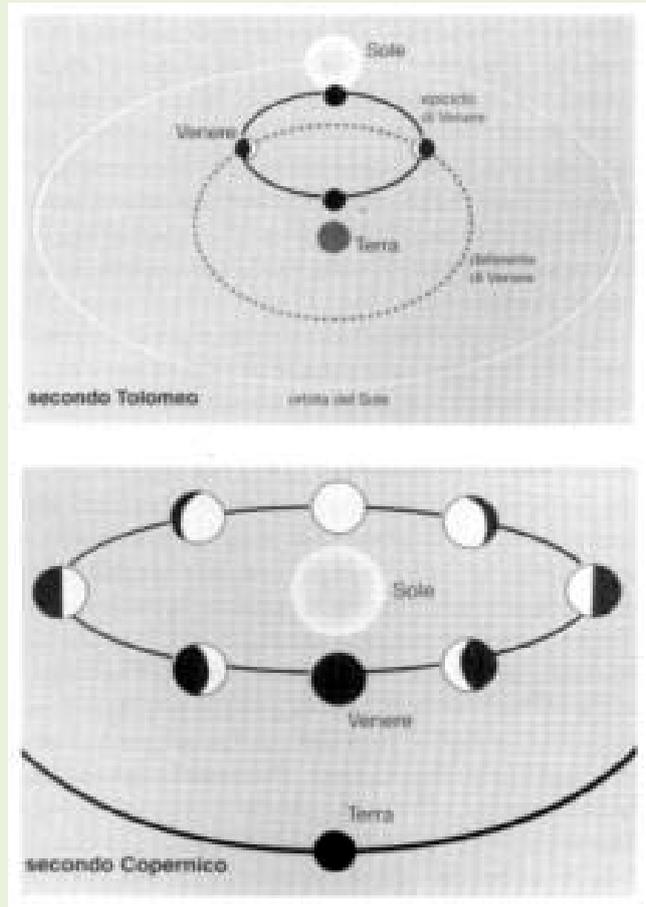
Galileo ha deciso di tenere un diario delle osservazioni, in modo rigoroso, quando si è reso conto degli spostamenti dei misteriosi corpi celesti che ha osservato; la prima ipotesi secondo cui gli astri scoperti erano delle stelle fisse viene a poco a poco smantellata da nuovi dati sperimentali (il movimento, la maggiore luminosità, mancanza della scintillazione) che lo inducono infine a mutare l'opinione di partenza e a considerarli dei pianeti. ↑

33. Galileo si accorse che il periodo di rivoluzione dei pianeti intorno al centro dell'orbita è proporzionale alla distanza, spettò invece a Keplero quantificare l'entità di questo fenomeno con la legge secondo cui i quadrati dei tempi che i pianeti impiegano a percorrere le loro orbite sono proporzionali ai cubi delle rispettive distanze medie dal loro centro di rotazione (terza legge, *Harmonice mundi*, 1619). Le cause del fenomeno saranno, invece, individuate da Newton con la scoperta del principio di gravitazione universale.

[ Per la prima e la seconda legge, vedi nota 35 ] ↑

34. Più che essere una dichiarazione di adesione positiva a Copernico, si tratta del rifiuto di argomenti contrari al suo sistema: infatti l'esempio di Giove e dei suoi satelliti rende del tutto plausibile che la Luna ruoti intorno alla Terra mentre questa descrive la sua orbita intorno al Sole.

Nel testo ci sono altri impliciti riferimenti a tesi copernicane: Galileo afferma che Giove ruota intorno al Sole, ma non dice come si comporta la Terra; rifiuta poi l'obiezione contro la presunta anomalia dell'opacità della Terra mostrando nel *Sidereus* che anche la Luna, e con lei i pianeti, sono ugualmente opachi, ma appaiono luminosi perché riflettono la luce solare (proprio come la Terra a vantaggio della Luna). ↑



35. Galileo condivide l'antichissimo pregiudizio razionalistico che, da Platone sino a Copernico, voleva la circolarità dei moti celesti. Fu invece Keplero a scoprire che i pianeti descrivono un'orbita ellittica con il Sole che occupa uno dei due fuochi (prima legge, *Astronomia nova*, 1609). Non è da escludere che con questa affermazione Galileo voglia polemizzare con l'astronomo tedesco, in quanto l'aggettivo "ovalis" riprende proprio la terminologia dell'*Astronomia nova*.

Studiando le anomalie dell'orbita di Marte, Keplero gradualmente si convinse che era necessario ammettere che la velocità dei pianeti nel loro movimento intorno al Sole non è costante e cercando una formulazione matematica che desse conto delle variazioni della velocità in relazione alla distanza dal Sole si convinse infine a rinunciare alla tesi sulla circolarità dell'orbita e ad ipotizzare prima una forma ovale e successivamente ellittica dell'orbita stessa. Nella stessa opera del 1609 Keplero enuncia anche la seconda legge relativa al moto dei pianeti: la velocità di ogni pianeta varia in modo tale che una retta congiungente il Sole e il pianeta percorre, in uguali intervalli di tempo, uguali porzioni di superficie.

[ Per la terza legge, vedi nota 33 ] ↑