

CAPITOLO IV

ALTRI MONDI

Ma c'era ben altro in ballo che un miglioramento della posizione economica di Galileo, anche se egli non lo sapeva ancora. Abbiamo già visto che i cannocchiali olandesi erano già stati rivolti verso il cielo, ma senza produrre, a quanto pare, grande clamore. Oggi sappiamo anche che il matematico inglese Thomas Harriot puntò un cannocchiale, probabilmente di fabbricazione olandese, da sei ingrandimenti, sulla Luna il 5 agosto 1609 (v. fig. 4.1). Nel disegno che ne fece non si vede di più di quello che anche l'occhio nudo può scorgere e che, per esempio, avevano notato i geni artistici, ma molto "naturalistici", di Van Eyck e di Leonardo (v. tav. 11), anzi di meno. Nessuna nota accompagna il disegno, ma ciò che Harriot poteva pensare è ben documentato da una lettera che un suo amico scienziato, Sir William Lower, gli scrisse il 6 febbraio 1610, in cui descriveva il nostro satellite in termini piuttosto prosaici:

Nel complesso essa somiglia a una torta che mi fece la mia cuoca la settimana scorsa; una macchia di sostanza luminosa qua, e una macchia di sostanza scura là, e così dappertutto, confusamente. Devo confessare che non riesco a vedere nulla di tutto ciò senza il mio cilindro.

Non sappiamo quando Galileo abbia cominciato ad osservare il cielo al telescopio. Abbiamo già detto come non avesse

dimostrato finora grandi pulsioni verso il cielo stellato. Ciò è dimostrato anche dal fatto che non risulta abbia osservato la Cometa di Halley in uno dei suoi storici passaggi, nel 1607, sebbene l'evento gli fosse stato segnalato da vari amici come Raffaello Gualterotti e il padre Benedetto Castelli, e fosse osservato da personaggi del calibro di Keplero, Longomontano, Harriot, Lower, lo stesso Castelli. Quasi certamente nel mese di ottobre 1609, durante una visita a Firenze, aveva mostrato la Luna al Granduca Cosimo. Così scrive in una lettera del 30 gennaio 1610 al Segretario di Stato Belisario Vinta:

Che la luna sia un corpo similissimo alla Terra, già me n'ero accertato, et in parte fatto vedere al Ser.mo nostro Signore, ma però imperfettamente, non avendo ancora occhiale della eccellenza che ho adesso.

Come si desume dalla lettera, Galileo deve avere utilizzato un cannocchiale di

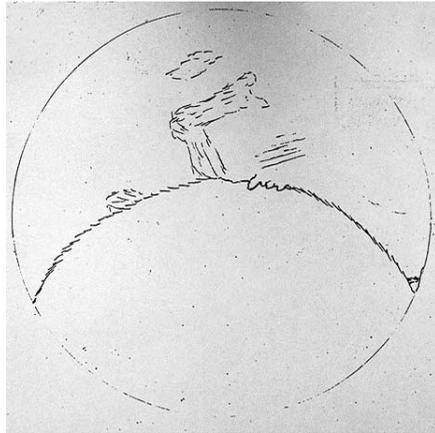


Fig. 4.1. Disegno della Luna eseguito da Thomas Harriot il 5 agosto 1609 con un cannocchiale che ingrandiva sei volte (da Van Helden. The Galileo Project).

potere limitato, non più di 8-10 ingrandimenti, e probabilmente non di grande qualità. Ma, fra il dicembre 1609 e il gennaio 1610, si era fabbricato telescopi da 20 e 30 ingrandimenti. Per strumenti di questo tipo ci volevano lenti convesse molto deboli, anche meno di una diottria, e lenti concave dal potere fortissimo, anche 20 diottrie. Nessuno, in Europa, era in grado di costruire delle lenti così, con la sufficiente qualità ottica. In diversi, ci provarono, in quel 1609, a migliorare il cannocchiale, a trasformarlo da curiosità da baraccone in strumento scientifico: per esempio l'astronomo tedesco Simon Mayr non riuscì a trovare lenti adatte nella città dove risiedeva, Ansbach, e non ebbe miglior fortuna a Norimberga, centro dell'eccellenza ottica della Germania. Girolamo Sirtori, un esperto di ottica di Milano e autore di uno dei primi libri sul telescopio, pubblicato nel 1618, girò tutta l'Europa in cerca di lenti adatte, e non le trovò; provò a costruirsele da solo, ma senza successo. Solo Galileo ci riuscì, disponendo dell'opportunità di avere in Italia, a Firenze, le lenti migliori d'Europa, e sviluppando tecniche di molatura e levigatura sofisticate.

Questi strumenti si dimostrarono subito di una qualità superiore, e puntandoli verso il cielo a Galileo si spalancò letteralmente l'universo. Ebbe allora inizio il più straordinario periodo di scoperte astronomiche della storia, tali da lasciare sbigottito e incredulo perfino Galileo che, nella lettera a Vinta poco sopra citata, scrive "et sì come sono di infinito stupore, così infinitamente rendo grazie a Dio, che si sia compiaciuto di far me solo primo osservatore di cosa ammiranda et tenuta a tutti i secoli occulta." Come

ha scritto Bernard Cohen, Galileo fu "il primo uomo a vedere i cieli come essi realmente sono".

Le meraviglie della Luna

Osservando la Luna al cannocchiale a Galileo si squadrò sotto gli occhi uno spettacolo incredibile, un vero, nuovo, altro mondo (v. tav. 12). Chi ha guardato per la prima volta la Luna anche con un piccolo telescopio, non dimenticherà mai quegli istanti. Perfino l'uomo moderno, che vive nell'era spaziale, e che sa, almeno all'ingrosso, e in teoria, quello che dovrebbe vedere, rimane senza fiato di fronte all'apparire di un paesaggio che appartiene a un'altra Terra, sospesa nello spazio, così simile alla nostra, ma così diversa. Possiamo perciò immaginare i sentimenti di Galileo in quelle serate del tardo autunno del 1609 quando, dalla sua casa di Padova in Borgo dei Vignali, ora via Galileo Galilei, non lontano dalla Basilica del Santo e dal Prato della Valle, penetrava nei segreti della Luna. Anche perché Galileo nulla sapeva di Harriot e, vedendo che gli altri cannocchiali che si trovavano in giro per l'Europa erano poco più che dei giocattoli in paragone ai suoi, sapeva, era convinto, di essere il primo a scorgere i panorami selenitici, osservandoli giorno per giorno, durante le lunazioni del novembre e dicembre 1609, e del gennaio 1610.

Non possiamo sapere se Galileo capì di colpo, alle prime occhiate, la natura di ciò che stava osservando. Probabilmente ci volle del tempo, perfino col cannocchiale più potente. Ma ben presto egli capì effettivamente, e fu il primo al mon-

do, ciò che stava vedendo. Come scrive Ronchi, lo scienziato pisano, anche se sicuramente “non fu il primo a rivolgere il cannocchiale al cielo” fu il primo che comprese che “Non basta guardare ... occorre guardare con occhi che vogliono vedere, che credono in quello che vedono, e che credono di vedere delle cose che hanno valore.”

E, sotto questo profilo, l'esperienza osservativa di Galileo fu emblematica. Ce la racconta lui stesso, in pagine vibranti di emozione, in quello che sarà il suo annuncio al mondo delle nuove scoperte. All'inizio Galileo non perde tempo a descrivere le macchie già note a occhio nudo e passa subito a descrivere il resto, la novità che emerge dall'oculare del telescopio:

Queste macchie, oscure ed abbastanza ampie, sono visibili ad ognuno e furono scorte in ogni tempo; per questa ragione le chiameremo grandi o antiche, a differenza di altre macchie minori per ampiezza ma così frequenti da riempire tutta la superficie lunare, specialmente la parte più lucente; e queste, invero, non furono osservate da nessuno prima di noi: dalla osservazione, poi, più volte ripetuta di queste fummo tratti alla convinzione che la superficie della Luna non è levigata, uniforme ed esattamente sferica come un gran numero di filosofi credette di essa e degli altri corpi celesti, ma, al contrario, ineguale, scabra, piena di cavità e di sporgenze, non diversamente della stessa faccia della Terra che si differenzia qui per catene di monti lì per profondità di valli.

Le macchie “grandi o antiche” sono quelle che ognuno vede a occhio nudo sulla Luna, quelle rappresentate da Van Eyck e da Leonardo, e che descrivono una spe-

cie di volto umano, con gli occhi, il naso e la bocca. Ma che dire delle macchie più piccole? E perché, dalla osservazione di semplici macchie, pure più numerose di quelle grandi già visibili a occhio nudo, Galileo giunse alla drastica conclusione riportata della somiglianza fra Terra e Luna che contrastava drammaticamente con le credenze imperanti? Proseguiamo la lettura:

... il termine che divide la parte oscura da quella luminosa non si estende uniformemente secondo una linea ovale come dovrebbe accadere in un solido perfettamente sferico; ma è segnato da una linea disuguale, aspra e alquanto sinuosa, come l'apposita figura rappresenta: infatti molte luminosità come delle escrescenze si estendono oltre i confini della luce e delle tenebre nella parte oscura, e, al contrario, delle particelle tenebrose si introducono nella parte illuminata. Di più, anzi, una gran parte di piccole macchie nerastre del tutto separate dalla parte oscura, cospargono dovunque quasi tutta la plaga già illuminata del Sole eccettuata soltanto quella parte la quale è cosparsa di macchie grandi antiche.

Certo, sembra ancora un po' poco, per abbracciare un'interpretazione tanto rivoluzionaria. Che cosa potranno essere quelle macchie nerastre? Ecco come le interpreta Galileo:

Abbiamo poi osservato che le suddette piccole macchie concordano tutte e sempre in questo, nell'aver la parte nerastra rivolta verso il Sole; mentre nella parte opposta al Sole sono coronate da contorni molto lucenti, quasi da montagne accese.

Insomma, secondo Galileo si tratta dell'effetto della luce e delle ombre prodotte

dal Sole su valli e cavità esistenti sulla Luna! Infatti ecco che cosa dice:

Ma un aspetto simile abbiamo sulla Terra verso il sorgere del Sole quando, non essendo ancora le valli inondate di luce, vediamo quei monti che le circondano dalla parte opposta al Sole ormai splendenti di luce: e come le ombre delle cavità terrestri, man mano che il Sole si innalza, diminuiscono, così anche queste macchie lunari, con il crescere della parte luminosa perdono le tenebre.

Ecco, d'un colpo azzerato Aristotele e soprattutto gli aristotelici! Ecco, con queste poche frasi, fatto un balzo in avanti di secoli sulla strada dell'interpretazione della natura! Gli antichi avevano torto: la Luna non era fatta di materia diversa da quella con cui era impastata la Terra. Il telescopio lo mostrava chiaramente: lo stesso Aristotele, se avesse potuto guardare, se fosse stato lì, si sarebbe trovato d'accordo.

Proseguendo nell'osservazione della Luna, pazientemente e tenacemente, ora dopo ora, sera dopo sera, Galileo notò un effetto che, proseguendo nella similitudine fra la Terra e la Luna, lo elettrizzò letteralmente:

Veramente, non solo i confini tra la luce e le tenebre si vedono nella Luna ineguali e sinuosi, ma, cosa che desta maggior meraviglia, moltissime punte lucenti appaiono nella parte tenebrosa della Luna completamente divise e staccate dalla regione illuminata e da essa lontane non piccolo tratto; le quali a poco a poco, trascorso un certo tempo, aumentano di grandezza e di luminosità, dopo due o tre ore si congiungono con la restante parte luminosa già fattasi più ampia; frattanto anche altre punte, quasi parallele di qua

e di là, si accendono nella parte tenebrosa, si ingrandiscono, e infine si uniscono anch'esse con la medesima superficie luminosa, che si è sempre andata ampliando ... e sulla Terra, prima del sorgere del Sole, mentre l'ombra occupa ancora le pianure, le cime dei monti più alti non sono forse illuminate dai raggi solari? E, in breve intervallo di tempo, quella luce non si dilata mentre le parti medie e più ampie dei medesimi monti si illuminano; e finalmente, sorto il Sole, le illuminazioni delle pianure e dei colli non si congiungono?

Noi oggi sappiamo che le macchie piccole sono per la stragrande maggioranza crateri, ovvero cavità a forma di piatto prodotte dall'impatto di asteroidi, provenienti dallo spazio esterno, di dimensioni variabili. Ma Galileo non poteva ovviamente riconoscerle come tali, per un problema di percezione: sulla Terra c'era davvero poco di noto, a quel tempo, che potesse essere assimilato a quella forma: qualche ampia caldera vulcanica (Vesuvio, Vulcano, in Italia, ad esempio), qualche buca di origine glaciale, qualche ampia dolina carsica. Nondimeno l'effetto descritto sopra si applicava, più che ai crateri, alle cime delle montagne, e sulla Luna sono chiaramente individuabili, anche a prima vista, almeno tre o quattro lunghe catene montuose. Ma Galileo non si dimenticava delle macchie più grandi. Nelle carte lunari sono indicate come “mari” e generalmente questa attribuzione è stata riferita proprio a Galileo. Ma non è proprio così. Ecco cosa scrive:

Veramente le grandi macchie della medesima Luna non si vedono affatto così interrotte e ricche di avvallamenti

e sporgenze ma più uguali ed uniformi; infatti solo qua e là spuntano alcune aureole più chiare; cosicché, se qualcuno volesse riesumare l'antica opinione dei pitagorici, cioè che la Luna sia quasi una seconda Terra, la parte di essa più luminosa rappresenterebbe la superficie solida, la più oscura la superficie acqua: io non dubitai mai, infatti, che, del globo terrestre visto da lontano ed illuminato dai raggi solari, la superficie solida si mostrerebbe più chiara, l'acqua invece più oscura.

Quindi Galileo non dice che le grandi macchie sono mari, ma solo che potrebbero esserlo. Per inciso, il fatto di vedere dei particolari all'interno dei mari stessi, le "aureole più chiare", non esclude la presenza di acqua, in quanto potrebbe trattarsi di isole. Tuttavia in seguito Galileo, in diverse occasioni, sarà esplicito nel negare che sulla Luna possa esservi acqua.

Galileo tratta poi di un altro aspetto che dimostra le analogie fra la superficie terrestre e quella lunare. Non una vera scoperta, perché già trovata e spiegata da Leonardo, Maestlin e Keplero, ma qualcosa la cui "osservazione è resa più semplice e più evidente dall'aiuto del cannocchiale", e che Galileo ritenne di riportare in quel luogo, un effetto nella descrizione del quale traspare tutta la sua emozione e tutto il trasporto provati nell'osservazione del nostro satellite:

Mentre la Luna, sia prima sia dopo la congiunzione, si trova non lontana dal Sole, non solo il suo globo si offre alla nostra vista dalla parte dove è ornata di corni lucenti, ma anche un certo tenue chiarore periferico sembra delineare il contorno della parte tenebrosa, cioè

opposta al Sole, e separarla dal campo più oscuro dello stesso etere. Se poi consideriamo la cosa con una indagine più accurata, vedremo non solo l'estremo lembo della parte tenebrosa rilucere di un chiarore incerto, ma l'intera faccia della Luna, quella cioè che non riceve ancora il fulgore del Sole, biancheggiare di una luce non scarsa: tuttavia a prima vista appare solo una sottile circonferenza luminosa, a causa delle parti più oscure del cielo ad essa vicine; la rimanente superficie sembra invece più oscura per il contatto con i corni lucenti che ottengono la nostra vista.

Galileo parla della luce cinerea, un effetto che chiunque abbia osservato con un po' d'attenzione la sottile falce lunare crescente nel cielo della sera, due o tre giorni dopo la Luna nuova, ha notato con facilità: quando il cielo è abbastanza buio si può vedere che la parte della Luna non illuminata dal Sole non è completamente oscura. Si potrà notare un debole chiarore, la cui vista però è offuscata dalla parte illuminata dal Sole ("i corni lucenti"). Però, dice Galileo, si può migliorarne la percezione:

Ma se uno si scelga un tal luogo che da un tetto o un camino o da un altro ostacolo posto tra la vista e la Luna (ma lontano dall'occhio) vengano nascosti i soli corni lucenti, ma l'altra parte del globo lunare resti esposta al suo sguardo, allora si accorgerà che anche questa plaga della Luna, cioè quella priva della luce solare, splende di una luce non esigua, ...

Facendo come suggerisce Galileo, e meglio ancora, cercando di osservare il tramonto della Luna dietro una montagna abbastanza distante, e messa in modo tale che la falce illuminata dal Sole scom-



Tav. 2. L'astrolabio più spettacolare del primo periodo dell'astronomia islamica, costruito a Bagdad nel 984-85 da Al-Khujandi (Kuwait, collezione privata).



Tav. 1. Il dispositivo a epicyclo e deferente (John of Holiwood. De sphaera mundi, codice miniato, XVI secolo).

Tav. 3. Ritratto di Copernico a circa 35 anni di età, appena dopo il ritorno in patria dall'Italia, probabilmente realizzato da un autoritratto dello stesso astronomo (Municipio di Torun).



paia dietro la montagna completamente, lasciando la parte oscura ancora visibile, si noterà come la visibilità della luce cinerea risulti, di colpo, di molto accresciuta, in modo addirittura spettacolare: sarà come veder emergere dal buio una specie di diafano spettro (v. tav. 13).

E pensate come questo effetto possa risultare accentuato usando uno strumento ottico. E qui Galileo si lascia veramente trasportare. Dopo aver giustamente notato come questa luminosità risulti molto più accentuata quando la falce è esigua, rispetto a quando la Luna è vicina al primo o all'ultimo quarto, prosegue:

... rifulge in modo meraviglioso; rifulge, dico, tanto che con l'aiuto di un esatto cannocchiale in essa si distinguono le grandi macchie.

Qual è la causa di questo “mirabile fulgore”? Galileo passa rapidamente in rassegna le spiegazioni proposte dall'antichità, alcune delle quali molto fantasiose: l'origine della luce sarebbe dovuta a uno splendore proprio della Luna, o proverrebbe dal Sole, o da Venere, o da tutte le stelle messe assieme. Egli le scarta rapidamente, con considerazioni stringenti e inoppugnabili, per giungere ben presto all'unica spiegazione che si può tenere con ragionevole certezza:

Che cosa proporre? Non forse che lo stesso corpo lunare o qualsiasi altro opaco e tenebroso sia illuminato dalla Terra? Cosa c'è da meravigliarsi? In breve: con giusto e grato ricambio la Terra rende alla Luna una illuminazione pari a quella che essa stessa riceve dalla Luna per quasi tutto il tempo nelle tenebre più profonde della notte.

Quindi, la luce cinerea (color della cenere), è prodotta dalla luce solare che la Terra riflette sulla Luna. Dobbiamo pensare, infatti, che le fasi della Luna e della Terra sono contrapposte: quando la Luna è vicina al novilunio la Terra brilla piena nel cielo della Luna, quando la Luna è piena la Terra è nuova. Pertanto, passati due giorni dalla Luna nuova (età due giorni), la Terra è ancora quasi piena e, siccome è più grande e riflette più efficientemente la luce solare, è circa 100 volte più luminosa della Luna piena, rischiando in modo piuttosto notevole le notti lunari. Ma questo concetto, che per noi è logico, quasi banale, era dirompente per l'epoca: significava ammettere, niente di meno, che la Terra non era assolutamente unica, era un pianeta come gli altri e, come gli altri, rifletteva la luce del Sole.

Si svela la Galassia

Anche per un astrofilo alle prime armi, la Luna è il primo oggetto verso cui si punta un telescopio. Non v'è quindi da stupirsi che così abbia fatto anche Galileo. Ben presto, però, dovette volgere i suoi strumenti anche su pianeti e stelle. Fra i pianeti ben visibili a occhio nudo, Venere, Marte, Giove e Saturno, i primi due, nel mese di dicembre 1609, erano visibili, vicini fra loro nel cielo orientale, prima del sorgere del Sole, mentre Saturno tramontava molto presto, la sera, immerso nelle luci del crepuscolo. Sicuramente Galileo deve averli inquadrati, ma non abbiamo loro osservazioni registrate di questo periodo. E, d'altra parte, soprattutto per gli strumenti di cui

disponeva per il momento Galileo, essi non erano particolarmente interessanti in questi istanti delle loro presentazioni. Giove, invece, era visibile per tutta la notte e si vedeva altissimo sull'orizzonte. Era, in particolare, nel momento di presentazione più favorevole in un ciclo di 12 anni che corrisponde al suo “anno”, cioè al periodo di rivoluzione attorno al Sole. Tuttavia, a dicembre i telescopi di Galileo non erano ancora sufficientemente potenti per fargli vedere bene il grande pianeta.

Anche con telescopi di 8-10 ingrandimenti, però, Galileo cominciò ad osservare la Via Lattea e vari ammassi stellari. Anzi, la cosa gli riusciva meglio perché questi avevano un campo visuale molto più grande.

Come è noto, la Via Lattea è quella lunga striscia luminescente che va da una parte all'altra del cielo (v. tav. 14). Visibile anche in autunno e inverno, è soprattutto d'estate che si vede al meglio. Nella mitologia greca è detto che fu prodotta dal morso che Eracle diede al seno della dea Era mentre lo stava allattando (v. tav. 15). Dal petto divino uscì un poderoso fiotto di latte che si sparse per il cielo in una lunghissima striscia. I greci la chiamarono *gala* che significa “latte”. Altri autori greci la chiamarono “cerchio di latte”, *kiklos galaxias*. Da *galaxias* deriva il nostro “galassia” che significa quindi “latteo”. Per i Romani la Galassia divenne la *via lactea*, da cui il nostro Via Lattea. Galileo, osservandola, anche se nella sua parte meno densa, in autunno-inverno, scrisse:

Ciò che fu osservato da me in terzo luogo è l'essenza ossia la materia della stessa Via lattea, la quale con l'aiuto del

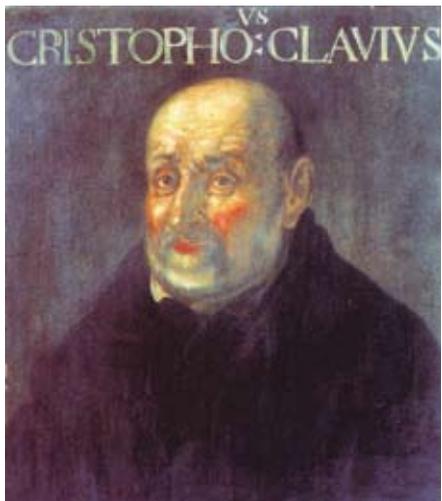
cannocchiale può scrutarsi tanto sensibilmente che tutte le dispute che per tanti secoli tormentarono i filosofi sono risolte, e noi siamo liberati da verbose discussioni.

In effetti, molte furono le idee sulla natura della Via Lattea espresse da vari studiosi nel passato, alcune anche molto stravaganti: luce riflessa dal Sole, traccia della saldatura delle due metà del cielo, accumulo di vapori atmosferici in quella regione, gas emessi dalla Terra che, salendo nell'atmosfera, si incendiavano, regione dove il cielo poteva essere sul punto di spaccarsi, ombra prodotta dalla Terra quando il Sole era dietro di lei. Ma già alcuni pensatori antichi avevano intuito la verità: Pitagora credeva che essa fosse formata da una vasta congerie di stelle distanti, idea condivisa più tardi da Democrito e riecheggiata da Manilio e Dante.

Ciò che i veramente grandi avevano solo immaginato, Galileo lo dimostrò:

Infatti la Galassia nient'altro è che un ammasso di innumerevoli stelle disseminate a mucchi: in qualunque regione di essa infatti si diriga il cannocchiale, subito un grandissimo numero di stelle si presenta alla vista, parecchie delle quali si vedono abbastanza grandi e molto distinte; ma la moltitudine delle piccole è del tutto inesplorabile.

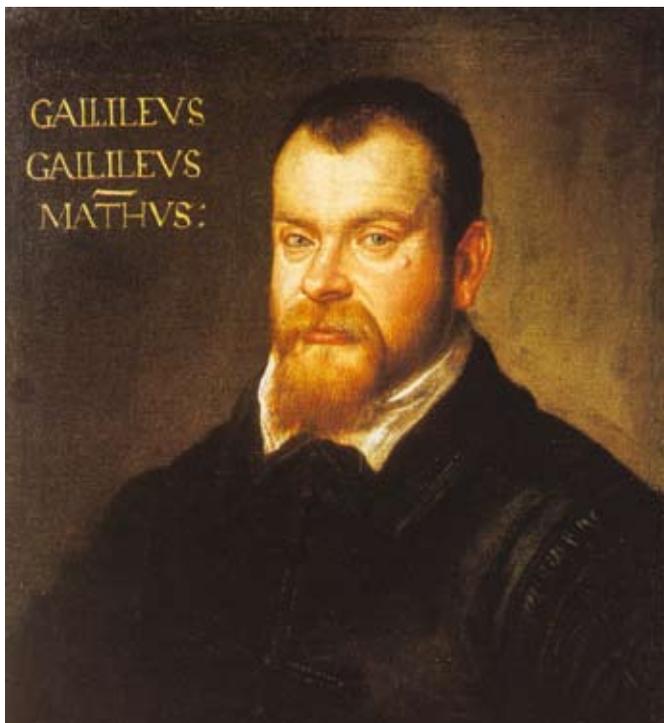
Oggi giorno sappiamo che la bianca striscia è la traccia del piano del colossale sistema di stelle, chiamato con lo stesso nome, che comprende il Sole assieme ad altre centinaia di miliardi di astri. A causa dello spostamento annuo della Terra attorno al Sole la parte esterna della Via Lattea si vede in inverno, quella interna



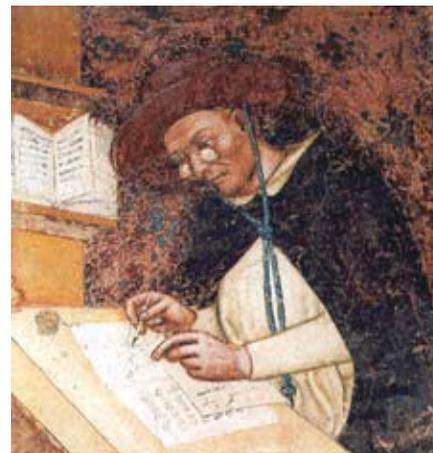
Tav. 4. Ritratto di Cristoforo Clavio (XVII secolo, Firenze, IMSS).



Tav. 5. Il compasso geometrico e militare di Galileo (dimensioni 256 x 360 mm, Firenze, IMSS).



Tav. 6. Galileo ritratto fra il 1605 e il 1607, poco prima di intraprendere le osservazioni che sconvolsero la sua vita, da Domenico Robusti, figlio del Tintoretto (Londra, National Maritime Museum).



Tav. 7. La più antica rappresentazione degli occhiali, il cardinale Ugo di Provenza ritratto nel 1352 da Tomaso da Modena (Treviso, Capitolo di S. Nicolò).



Tav. 8. Pagina miniata in cui è raffigurato l'uso di un tubo ottico (manoscritto del XII-XIII secolo, Biblioteca Marciana).



Tav. 9. Uno dei primi dipinti che rappresentano il telescopio: Jan Bruegel e Pieter Paul Rubens. Allegoria della Vista (part.), 1617, Madrid, Prado.

in estate. Purtroppo, però, a causa dell'alta inclinazione dell'orbita terrestre rispetto al piano galattico, solo l'emisfero meridionale vede bene, alta sull'orizzonte, la parte più densa e spettacolare della Via Lattea (v. tav. 14). Anche da noi, comunque, si può osservare al meglio la regione dove giace il centro galattico, al confine fra le costellazioni dell'Ofiuco, dello Scorpione e del Sagittario, a patto di recarsi in cieli molto scuri e trasparenti, sopra i 1000 m di quota o addirittura in alta montagna.

Stelle, stelle e ancora stelle

Ma non solo nella Via Lattea il telescopio rivelava a Galileo innumerevoli stelle. Lo strumento, rivolto in qualsiasi direzione del cielo, mostrava miriadi di astri invisibili a occhio nudo:

Ma al di là delle Stelle di sesta grandezza con il cannocchiale si vedrà un così gran numero di altre sfuggenti alla vista naturale, che è appena credibile: è possibile vederne infatti più di quante ne comprendano le altre sei differenti grandezze; le maggiori di queste, che possiamo chiamare di settima grandezza, o anche prime delle invisibili, con l'aiuto del cannocchiale, appaiono più grandi e luminose delle stelle di seconda grandezza viste ad occhio nudo.

Galileo fa riferimento ad un metodo di registrazione delle luminosità stellari risalente ai tempi di Tolomeo. Fu il Principe degli Astronomi, infatti, a stabilire che le stelle visibili a occhio nudo appartengono a sei classi di luminosità, andando da quelle di prima grandezza, le più luminose, via via fino a quelle di sesta,

le più deboli visibili a occhio nudo. Ecco che per la prima volta, nella storia dell'astronomia, si fa riferimento a stelle di settima grandezza, ovvero una categoria inaccessibile all'occhio nudo, ma le più luminose fra quelle visibili con il cannocchiale, evidentemente anche di ottava, nona, decima grandezza, e così via, che sono ovviamente molte di più di quelle totali, circa 4000, visibili a occhio nudo.

Galileo prova addirittura a rappresentare, col disegno, due costellazioni, o almeno parte di esse, la Cintura e la Spada di Orione, e le Pleiadi. La costellazione di Orione è la più spettacolare di tutto il cielo, perché contiene stelle luminose come nessun'altra. Due stelle di grandezza 0, ovvero addirittura più luminose della prima, tre fra la prima e la seconda grandezza, due di seconda, cinque di terza, disegnano un caratteristico profilo, individuato grossomodo da un grande rettangolo che domina le nostre notti invernali (v. tav. 16). In quelle notti di dicembre 1609, Orione troneggiava in direzione sud, raggiungendo la massima altezza sull'orizzonte proprio attorno alla mezzanotte. Al centro del rettangolo, tre stelle luminose, Alnilam, Alnitak e Mintaka, disegnano il profilo della cosiddetta "cintura", popolarmente conosciuta da noi come i "tre re". Al di sotto della cintura, altre tre stelle rappresentano la "spada" di Orione. L'insieme di spada e cintura è stato rappresentato, presso l'antica civiltà contadina del nostro Paese, come "il rastrello". È questo insieme che Galileo ha cercato di rappresentare, desistendo però subito perché, laddove, in uno o due gradi di campo, a occhio nudo si vedono una decina di stelle, con il cannocchiale se ne scorgono più di 500.



Fig. 4.2. Disegno della cintura e della spada di Orione (dal Sidereus nuncius autografo).

Si limita perciò a disegnarne alcune decine (v. fig. 4.2).

Al di sopra di Orione, ancora più alto e dominante nelle notti invernali, il gruppo delle Pleiadi, riguardato presso le civiltà antiche come una costellazione a sé stante, e oggi compreso all'interno della costellazione del Toro. Le Pleiadi, le meravigliose (v. tav. 17), che tutti, anche i profani, guardando il cielo invernale, hanno visto, almeno una volta, senza saperlo, e scambiando quel gruppetto lattiginoso per una nebulosa, senza riuscire a risolvervi neanche una stella (i più miopi!) o scambiandolo magari per l'Orsa Minore, di cui ricorda vagamente la forma. Le Pleiadi, presenti nei miti e nelle tradi-

zioni di tutte le civiltà, anche le più antiche, che le hanno conosciute con nomi fantasiosi, come *Le sette*, *La chioccia*, *Il pollaio*, *Le gallinelle*, *I piccoli occhi*, *Le giovani ragazze*, e cantate da tutti i più grandi poeti di ogni tempo, da Omero a Dante, da Saffo a Esiodo, da Virgilio a Tennyson, da Pascoli a D'Annunzio. Nelle Pleiadi, dove a occhio nudo si vedono sei o sette stelle, Galileo riesce a disegnarne 36, delle oltre 40 visibili (v. fig. 4.3). Ma egli va ben oltre queste mere rappresentazioni, e comincia ad intuire il senso di una nuova scoperta:

E poiché non soltanto nella Galassia si osserva quel candore latteo come di nubi biancheggianti, ma numerose areole di colore simile splendono di tenue luce qua e là per l'etere, se si volge il cannocchiale in una qualsiasi di esse, ci si imbatte in un fitto ammasso di stelle. Di più (cosa che ancor più meraviglia), le stelle chiamate fino ad oggi dagli astronomi nebulose, sono raggruppamenti di piccole stelle disseminate in modo mirabile; e mentre ciascuna di esse, per la sua piccolezza, cioè per la grandissima lontananza da noi, sfugge alla nostra vi-

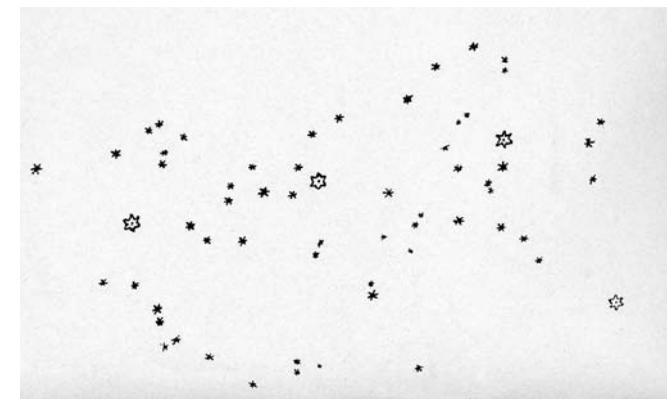
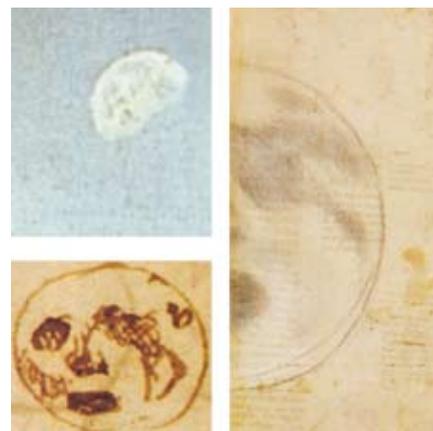


Fig. 4.3. Le Pleiadi nel Sidereus nuncius autografo.



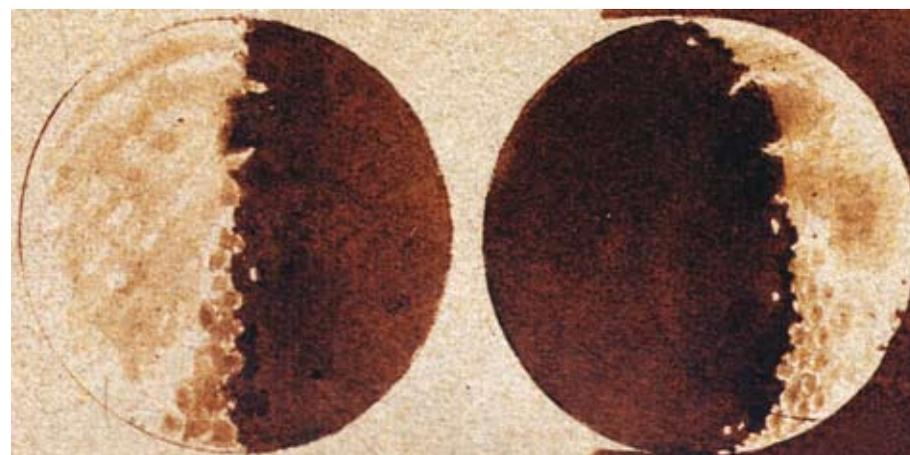
Tav. 10. Galileo mostra le potenzialità del telescopio al Doge e al Senato veneziano dal Campanile di S. Marco (Giuseppe Bertini, 1858, Villa Ponti, Varese).



Tav. 11. Particolare della Crocifissione di Jan Van Eyck (in alto a sinistra, 1420-25, Metropolitan, New York) e disegni di Leonardo tratti dal Codice Atlantico (1505-1508), considerati le prime raffigurazioni naturalistiche della Luna.

Tav. 12. Al centro, disegni lunari di Galileo (dal Sidereus nuncius autografo).

Tav. 13. La luce cinerea osservata in condizioni normali e con la falce lunare appena tramontata dietro una montagna.



sta, dall'intreccio dei loro raggi si genera quel candore che è stato creduto finora una parte più densa del cielo, capace di riflettere i raggi delle stelle o del Sole. Tra quelle ne ho osservate alcune ed ho voluto riportare i disegni di due.

Quindi, Galileo, indotto dalla risoluzione in stelle della Via Lattea, ha voluto verificare se la stessa cosa succedeva per le "stelle nebulose" catalogate fin dai tempi di Ipparco e Tolomeo. Nel famoso catalogo stellare dell'*Almagesto*, la grande opera di Tolomeo, sono presenti sotto questa dizione l'ammasso stellare NGC 869-884, chiamato da Tolomeo "la nebulosa sulla mano destra" [di Perseo], il Presepe ("il centro della nebulosa chiamata il Cancro, sul petto"), M 7 ("la nebulosa ad est del centro" [facente parte delle stelle sciolte attorno allo Scorpione], la doppia larga v^1 - v^2 Sagittarii ("la stella nebulosa e doppia sull'occhio" [del Sagittario], "la nebulosa sulla testa di Orione". Tenuto conto che Galileo deve aver effettuato le osservazioni stellari di cui parliamo nel dicembre 1609-gennaio 1610, è evidente che non può aver osservato né le stelle del Sagittario né M 7 nello Scorpione, che si vedono d'estate. Manca all'appello il solo NGC 869-884, senz'altro ritenuto meno rappresentativo dei due invece riportati. I due disegni pubblicati da Galileo si riferiscono appunto al Presepe e alla Testa di Orione. Quest'ultima si trova alla sommità del grande rettangolo che rappresenta la costellazione e, per la verità, anche a occhio nudo, non ha molto l'aspetto di una nebulosa. Infatti, anche senza ausilio ottico si vede abbastanza bene che c'è una stella di terza grandezza e, accanto, separate da un angolo abbastanza grande,

pari più o meno al diametro della Luna piena, altre due stelle di quarta grandezza (v. tav. 16). Il Presepe, invece, si scorge in una regione del cielo molto povera di stelle brillanti, nella costellazione del Cancro, posta fra i Gemelli e il Leone, e si presenta effettivamente a occhio nudo come una macchia nebbiosa abbastanza grande e intrigante.

In realtà vi sono molti altri ammassi stellari che erano alla portata dei cannocchiali di Galileo, e che potevano essere risolti in stelle ed infatti egli, in una lettera a Belisario Vinta del 19 marzo 1610, cita "nove le costellazioni che sin qui sono state credute stelle nebulose". Per la verità non tutti gli oggetti nebulosi, osservati attraverso il telescopio, si risolvono in stelle, ma rimangono nebulari. Alla portata del telescopio di Galileo fra questi corpi vi erano almeno la Nebulosa di Orione e la Galassia di Andromeda, ben noti a chiunque si occupi anche solo casualmente di astronomia, ma egli non li citò mai, sebbene abbia osservato e disegnato la regione, nella Spada di Orione, dove si trova la Nebulosa, e benché entrambi gli oggetti siano stati osservati da dei suoi contemporanei. Probabilmente il suo scopo era dimostrare che tutti gli oggetti nebulosi sono risolvibili in stelle e, anche se li vide effettivamente, pensò che si trattasse di oggetti troppo distanti per poter essere risolti, e non li considerò degni di essere citati ai fini del suo intendimento.

Invece, fece un'altra fondamentale scoperta, una vera pietra miliare nella storia delle osservazioni astronomiche:

E, in primo luogo è degno di attenzione il fatto che le Stelle, tanto fisse che erranti, quando si guardano con il cannocchiale,

non sembrano aumentare di grandezza nella medesima proporzione secondo cui gli altri oggetti ed anche la stessa Luna si ingrandiscono; ma nelle Stelle tale aumento appare di gran lunga minore; cosicché il cannocchiale che è capace d'ingrandire gli altri oggetti, per esempio, cento volte, appena lo si crederrebbe capace di ingrandire le stelle quattro o cinque volte. La ragione di ciò è il fatto che quando gli Astri sono guardati con la libera e naturale facoltà visiva, non ci appaiono secondo la loro semplice, e per così dire, nuda grandezza, ma irradiati da certi fulgori e come chiamati da raggi brillanti ... per la qual cosa sembrano di gran lunga maggiori che se fossero privi di quei crini acquisiti: infatti l'angolo visivo è determinato non dal corpuscolo primario della Stella, ma dallo splendore largamente diffuso intorno ad essa ... [il cannocchiale] prima toglie alle stelle i fulgori ascitizi ed accidentali, poi ingrandisce i loro globi semplici (se hanno figura di globi); e così esse appaiono ingrandite secondo una proporzione minore.

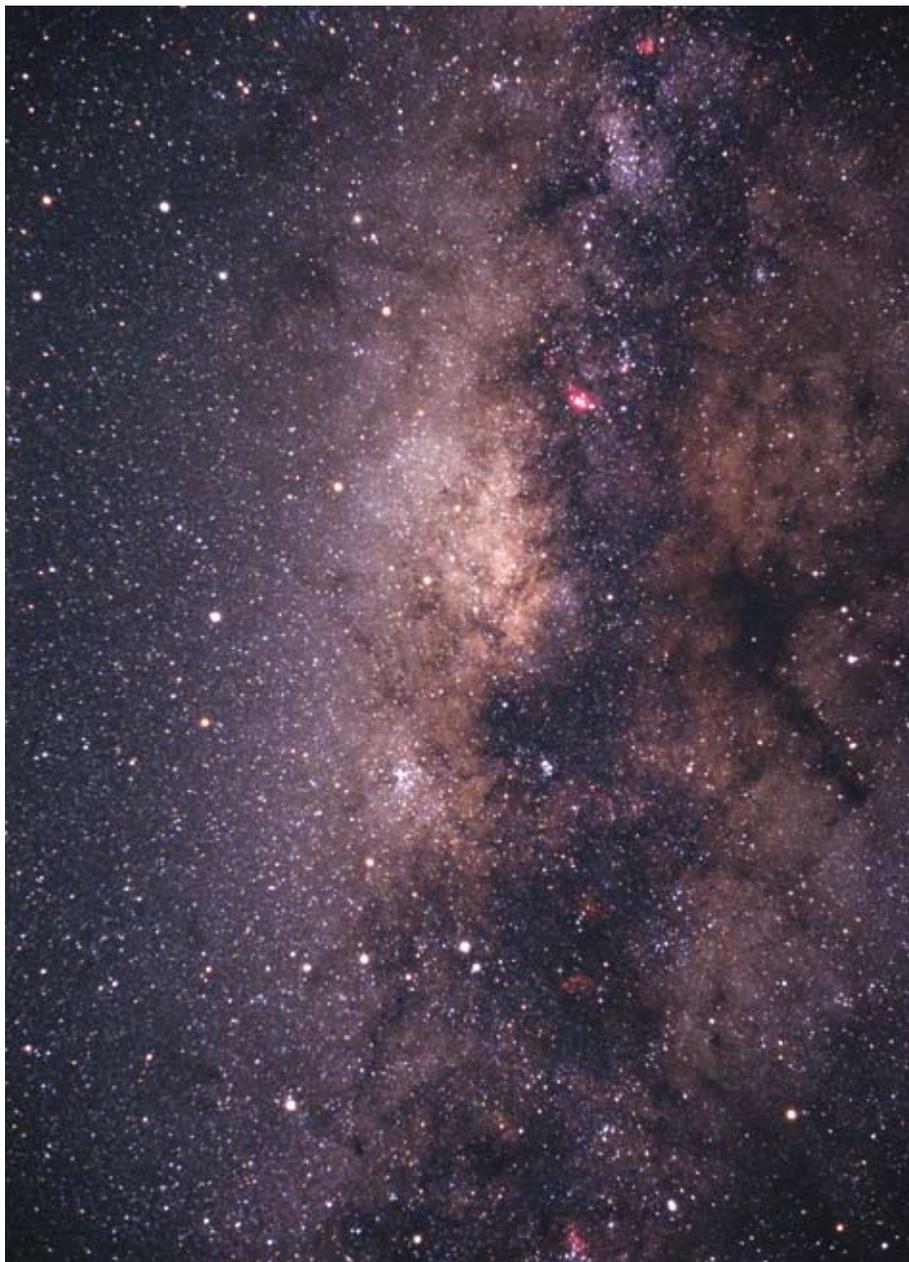
Insomma, Galileo capì che quando noi guardiamo con l'occhio nudo, non vediamo realmente l'oggetto celeste, ma semplicemente l'effetto che la sua luce induce sulla nostra retina, maggiore più l'astro è luminoso. Il limitato potere risolutivo dell'occhio non ci consente di concentrare la luce in un punto, ma solo in una macchia che è più o meno grande a seconda della luminosità dell'oggetto, ed irregolare a causa delle aberrazioni di cui è affetto, come tutte le lenti, il cristallino umano. Il telescopio, col suo maggiore potere risolutivo, concentra la luce in una macchia più piccola, anche se sempre di forma irregolare a causa delle aberrazioni.

Inoltre Galileo si rese ben presto conto che i pianeti si vedono in modo diverso dalle stelle fisse:

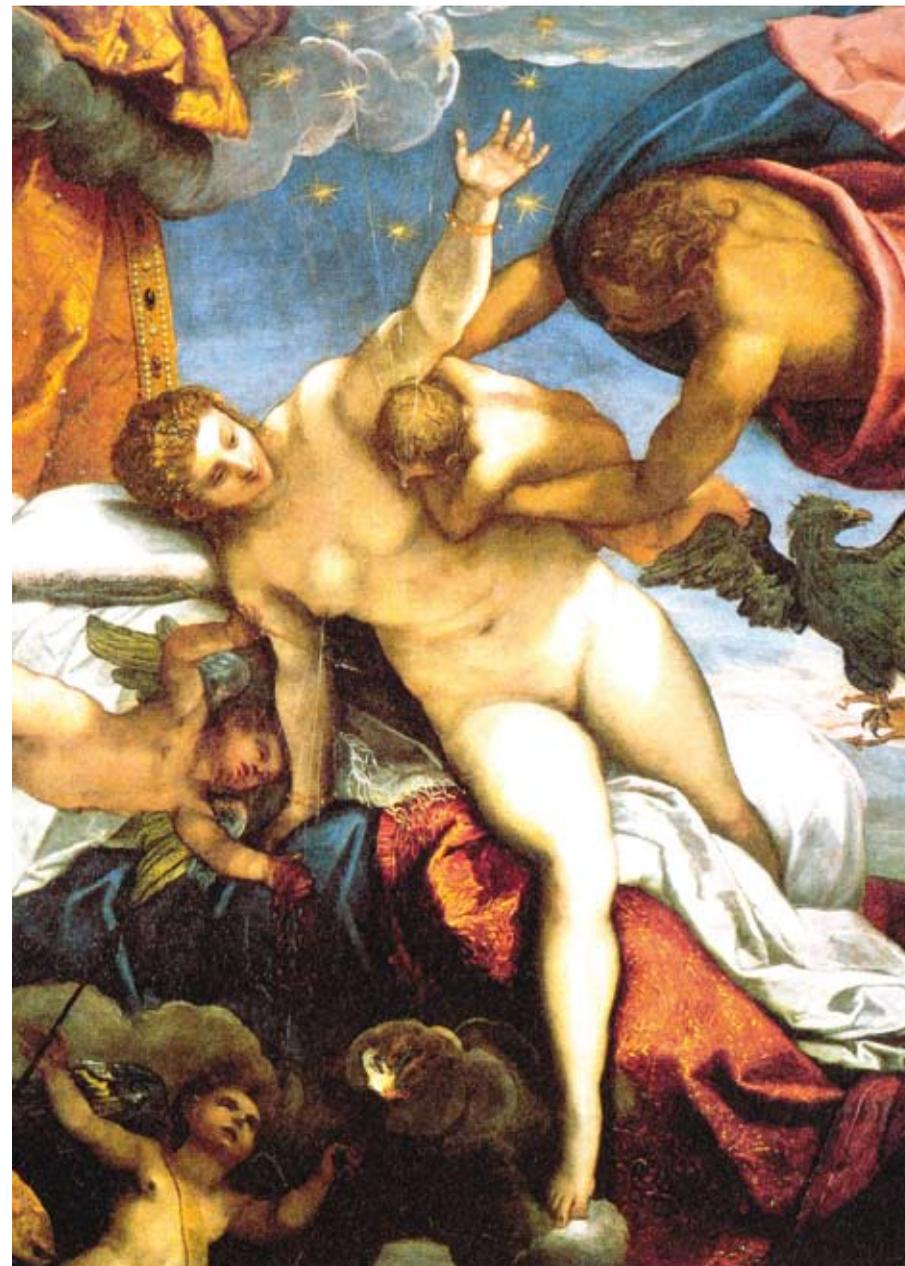
I Pianeti infatti presentano i loro globi esattamente rotondi e delineati e, come delle piccole Lune da ogni parte inondate di luce, appaiono circolari; le Stelle fisse invece non si vedono mai definite da un contorno circolare ma come fulgori vibranti tutt'attorno i loro raggi e molto scintillanti ...

Ovvero i pianeti, con il cannocchiale, potevano dirsi risolti, cioè, ingrandendo la loro immagine 20 o 30 volte, si riusciva a percepire non più solo la loro luce, ma come erano fatti, ovvero delle sfere sospese nello spazio. Le stelle, invece, evidentemente, anche se avvicinate di 20, 30 o più volte, non si risolvevano, cioè il punto, o la macchia di luce, che si vedeva al cannocchiale, era ancora luce pura, non il corpo stesso della stella. Questo, per inciso, sembrava dimostrare chiaramente che le stelle dovevano essere molto, ma molto più lontane dei pianeti, molto di più di quanto si pensasse nell'antichità.

Le osservazioni di Galileo sembravano quindi confermare sperimentalmente il modello del copernicano inglese Thomas Digges che, nel 1576, introdusse un'importante modifica al sistema eliocentrico, immaginando le stelle sparse all'esterno della sfera delle fisse a distanze variabili dal Sole (v. tav. 18). Era questa l'idea di un universo infinito, che Digges non fu certo il primo a proporre. Già Niccolò Cusano ne aveva parlato, quasi 100 anni prima di Copernico. E Giordano Bruno (1548-1600), il filosofo che fu bruciato sul rogo per le



Tav. 14. La Via Lattea, ripresa dall'isola di Maurizio, che ha preso il nome proprio da uno dei protagonisti della storia del telescopio, il Principe Maurizio di Nassau.



Tav. 15. L'origine della Via Lattea, particolare, Tintoretto, 1575-1580 (Londra, National Gallery).

sue posizioni teologiche non ortodosse, andò anche più in là. Bruno sosteneva non solo l'infinità dell'universo, ma che l'universo stesso non ha centro (come del resto affermava anche il Cusano) e che non era necessario immaginare il Sole al centro per il semplice motivo che il centro è dappertutto e in nessun luogo. Affermava, inoltre, che la Terra è un pianeta come gli altri e soprattutto che le stelle fisse sono tanti soli attorno ai quali, forse, orbitano pianeti come la Terra e gli altri del sistema solare.

In seguito Galileo riuscì anche a precisare un valore massimo per il diametro apparente delle stelle e, di conseguenza, un valore minimo per la loro distanza. Nel *Dialogo sui massimi sistemi*, pubblicato nel 1632, che costituisce la *summa* delle riflessioni di Galileo sulla cosmologia, con un famoso ed ingegnosissimo esperimento, giunse alla conclusione che le stelle più luminose non erano più grandi di 5" (un decimo del diametro apparente di Giove quand'è alla minima distanza da noi) e quelle più deboli visibili a occhio nudo (di sesta grandezza) non più di 5/6 di secondo. Supponendo che una stella di sesta grandezza sia grande come il Sole, e poiché il diametro apparente del Sole è mezzo grado, ovvero 30', ossia 1800", la distanza delle stelle di sesta grandezza non poteva essere inferiore a 1800:5/6, ovvero a 2160 volte la distanza del Sole dalla Terra, ovvero 227 volte la distanza di Saturno dal Sole, come calcolata da Tycho Brahe.

Si trattava di un risultato rilevantisimo, per il dibattito cosmologico. Infatti, essendo le stelle così lontane, non c'era da stupirsi se non era possibile misurare la

loro parallasse. A questa distanza, infatti, il loro spostamento parallattico sulla sfera celeste doveva essere dell'ordine di 1,5', sicuramente al di là delle capacità di osservazione con strumenti di mira ad occhio nudo. E, ai tempi di Galileo, non si era ancora arrivati al punto di installare mire graduate sui telescopi anche se, sempre nel *Dialogo*, egli arriva a immaginare un altro ingegnoso dispositivo che poteva consentire di arrivare alla misura della parallasse. Inoltre molti astronomi, fra cui Brahe, la cui opinione di grande osservatore era tenuta nella massima considerazione, avevano stimato che i diametri delle stelle fossero molto più grandi, da 20" per le stelle più deboli a 2' per quelle più luminose. Ora, stimando la loro parallasse, come abbiamo visto, sull'ordine di grandezza della minima rilevazione, sugli 1-2", se esse erano davvero così angolarmente estese, dovevano essere enormi, grandi come l'intera orbita della Terra attorno al Sole. Se la loro parallasse era ancora minore, dovevano essere grandi in modo inconcepibile.

Invece, i risultati di Galileo andavano nella direzione giusta: ora sappiamo che nemmeno con grandissimi telescopi è possibile misurare direttamente i diametri delle stelle e che la loro parallasse è veramente minuscola. Solo fra il 1837 e il 1839 fu possibile misurare le distanze delle stelle più vicine, trovando che la più prossima a noi, Alfa Centauri, si colloca 130 volte più lontano, in termini relativi, e quasi 3000 volte più lontano in termini assoluti (essendo di molto sottostimata, all'epoca, come abbiamo visto, la distanza Terra-Sole), del valore minimo dato da Galileo!

I pianeti medicei

L'osservazione, e la scoperta, più clamorosa, doveva però riguardare non le stelle, ma i pianeti, e in particolare Giove (v. tav. 19). In quelle sere di dicembre il grande pianeta si trovava esattamente sopra la costellazione di Orione, a poca distanza apparente dalle Pleiadi. Si trovava allora pressoché al massimo di luminosità e la sua luce gialla, maestosa, superava di gran lunga quella delle più luminose stelle di Orione. Era, in quel momento, ben tre volte e mezzo più brillante della più luminosa stella del cielo, Sirio, visibile contemporaneamente, con il suo fulgore biancazzurro, sotto i piedi di Orione.

Come detto, nel mese di dicembre Galileo aveva già osservato Giove con i suoi cannocchiali più deboli. Ma, nei primi giorni di gennaio del 1610 si era costruito un nuovo strumento più potente, probabilmente da una trentina di ingrandimenti. E con quello era tornato ad osservare Giove:

Dunque il giorno 7 gennaio dell'anno 1610, a un'ora di notte, mentre osservavo con il cannocchiale gli astri, mi si presentò Giove; poiché mi ero preparato uno strumento eccellente vidi (cosa che prima non mi era accordata per la debolezza dell'altro strumento), che intorno a quello stavano tre stelline, piccole ma luminosissime; e quantunque le credessi del numero delle fisse, tuttavia destarono in me una certa meraviglia, poiché sembravano disposte esattamente secondo una linea retta e parallela all'eclittica, e più splendenti delle altre di grandezza uguale alla loro.

Il nuovo strumento gli mostrò quindi degli astri che con i precedenti cannoc-

chiali non era riuscito a scorgere. Potevano essere delle stelle fisse però, singolarmente, erano tutte disposte su una stessa linea, e questa linea giaceva sul piano su cui si vedono spostarsi il Sole e i pianeti in cielo (v. tav. 20). Quanto poi alla contraddittoria affermazione che sembravano più brillanti delle altre stelle di pari luminosità, Galileo probabilmente intende dire che, anche se dovevano essere stelle non più brillanti della settima grandezza (altrimenti sarebbero state visibili anche a occhio nudo), viste al telescopio sembravano più luminose della settima (e, in effetti, lo sono, essendo di quinta grandezza, ma risultando invisibili senza cannocchiale a causa della grande vicinanza al fulgore abbagliante di Giove). La sera del 7 gennaio due stelle si trovavano ad oriente di Giove ed una ad occidente. Quella più ad est e quella ad ovest sembravano più luminose dell'altra. Subito però Galileo non si cura più di tanto della loro luminosità relativa, né della loro distanza da Giove, credendole appunto delle stelle fisse. La sera successiva, tuttavia:

Essendo io, il giorno otto, non so da qual destino condotto, ritornato alla medesima indagine, trovai una disposizione molto diversa: infatti le tre stelline erano tutte a occidente rispetto a Giove e più vicine fra loro che nella notte antecedente ... A questo punto, quantunque non pensassi affatto al reciproco avvicinamento delle stelle, tuttavia cominciai a soffermarmi su come Giove potesse trovarsi più ad oriente di tutte le stelle fisse predette, quando il giorno prima era ad occidente di due di esse: e perciò temetti che Giove fosse diretto diversamente dal computo astronomico e con il proprio moto avesse oltrepassato quelle stelle ...



Tav. 16. La costellazione di Orione ripresa sopra il Piz Serauta nel massiccio della Marmolada, illuminato dalla Luna. Da notare, in alto, il gruppo della Testa di Orione.

Sembra ci sia una mano invisibile che guida Galileo nel ritornare ad osservare Giove subito, la sera dopo (“non so da qual destino condotto”). Ma egli non sembra credere ai suoi occhi! Dubita addirittura che siano sbagliate le tavole planetarie, che davano per quei giorni Giove in moto retrogrado, cioè da oriente verso occidente. Invece, stando alle stelline, supposte fisse, Giove si era spostato da occidente a oriente, cioè di moto diretto. Sembra che Galileo, dopo aver demolito secolari concetti quali l’incorruttibilità dei cieli, la diversità fra Terra e Luna, l’inesistenza di oggetti che non siano visibili senza strumenti, la notevole dimensione angolare delle stelle fisse, esiti oltremisura di fronte a questo aspetto della scoperta di astri in moto attorno ad un pianeta. In ogni modo, Galileo attende con impazienza la sera successiva, ma è coperto. Tuttavia il giorno dieci è di nuovo sereno e le stelle appaiono ancora in posizione diversa:

... ce ne erano due soltanto ed ambedue ad oriente: essendo la terza, come supposti, nascosta sotto Giove ... avendo visto ciò e comprendendo che simili spostamenti in nessun modo potevano attribuirsi a Giove ed inoltre sapendo che le stelle osservate erano sempre le stesse (nessun’altra infatti, o precedente, o seguente, entro un grande intervallo secondo la linea dello Zodiaco c’era) ... compresi che l’apparente mutazione non era posta in Giove ma nelle stelle osservate, e per questo pensai di dovere osservare da allora in poi il fenomeno con maggiore ocularità e scrupolosità.

Galileo capisce di essere in procinto di fare la scoperta più sensazionale, e non si lascia sfuggire l’occasione:

... Il giorno undici, poi, vidi ... soltanto due stelle ad oriente ... Dunque stabili e fuor da ogni dubbio conclusi che in Cielo c’erano tre stelle vaganti intorno a Giove come Venere e Mercurio intorno al Sole ...

Insomma, non c’era dubbio che questi nuovi pianeti “non mai veduti dal principio del mondo fino ad oggi”, come scrisse Galileo, orbitavano attorno a Giove, erano satelliti di Giove come la Luna della Terra. Ma le sorprese non erano finite:

Il giorno tredici furono viste da me per la prima volta quattro stelline ... tre erano occidentali ed una orientale: formavano all’incirca una linea retta, perché quella che era in mezzo tra le occidentali si scostava un poco dalla retta verso settentrione.

Il fatto che la scoperta del quarto satellite sia giunta così in ritardo è stato talvolta presentato come una stranezza inspiegabile e comunque imputabile alla scarsa qualità dello strumento di Galileo. In realtà, già l’astronomo belga Jean Meeus, nel 1962, chiarì che uno dei quattro satelliti era fuori del campo del cannocchiale nelle sere del 7 e dell’8 gennaio, il 10 gennaio un satellite era troppo vicino al pianeta per poter essere visto e due, essendo troppo vicini fra loro, formavano un’unica immagine, l’11 un satellite era davanti al pianeta e quindi sovrapposto alla sua immagine e uno era ancora troppo vicino a Giove, il 12 due satelliti erano di nuovo troppo vicini fra loro.

A me stupisce invece un fatto contrario, e cioè che la scoperta dei satelliti di Giove non sia avvenuta prima. Infatti, è del

tutto evidente che anche un cannocchiale galileiano da 10 ingrandimenti mostra tutti e quattro i satelliti. Due e talvolta tre sono addirittura visibili con strumenti da 7 e 8 ingrandimenti che mi sono costruito, e uno, e talvolta due, addirittura con uno da 4 ingrandimenti. Più che l'ingrandimento, tuttavia, deve aver giocato la scarsa qualità dei primi strumenti di Galileo, che lo costringeva a usarli con dei diaframmi. Riguardo a questi, così scriveva il padre Clavio a Galileo il 17 dicembre 1610: "Desiderarei di sapere che serve tanta grandezza, se ha da coprirsi in questo modo." Al che Galileo rispose, pochi giorni dopo:

... per 2 ragioni: l'una, per potergli lavorare più giusti, essendo che una superficie spaziosa si mantiene meglio nella debita figura che una piccola; l'altra è, che volendo veder più grande spazio in un'occhiata, si può scoprire il vetro: ma bisogna presso all'occhio mettere un vetro meno acuto et scorciare il cannone, altamente si vedrebbero gli oggetti assai annebbiati.

Ovvero, è più facile lavorare lenti più grandi che più piccole, e inoltre se si osserva senza diaframma le immagini sono confuse, perché la parte centrale delle lenti, come sappiamo oggi, è quella meno affetta dalle varie aberrazioni ottiche. Togliendo il diaframma, però, si aumenta il campo di vista (vedendo "più grande spazio in un'occhiata"), che aumenta ancora usando un "vetro meno acuto", ovvero una lente di maggior focale, importante indizio del fatto che Galileo utilizzava diversi oculari con lo stesso obiettivo, come si fa modernamente, variando quindi l'ingrandimento (in que-

sto caso diminuendolo) senza cambiare telescopio. Certo è che l'utilizzo di diaframmi molto piccoli, come dovevano essere i primi usati da Galileo, riduceva moltissimo la quantità di luce in entrata, impedendo la percezione degli astri più deboli.

Tuttavia, sono ugualmente del parere che Galileo abbia visto anche con il cannocchiale meno potente delle stelle attorno a Giove, ma non vi abbia fatto subito caso, pensando che fossero del numero delle stelle fisse, distribuite a caso attorno al pianeta. Ritornando a guardare Giove con un telescopio più potente, non poteva non restare colpito dalla presenza di quegli astri, e soprattutto, come visto, non notarne la singolare disposizione e, poi, i movimenti reciproci.

Ma questi sono solo dettagli. La cosa importante era la dimostrazione che i seguaci di Tolomeo avevano torto su almeno un punto importante, e cioè che la Terra fosse l'unico centro di moto nell'universo. Ecco Giove, attorno a cui, in modo indiscutibile, rivolgevano ben quattro nuovi pianeti. In un'ottica copernicana, inoltre, era un altro punto di vantaggio. Infatti i detrattori di Copernico puntavano l'attenzione su un apparente paradosso del modello eliocentrico: come mai se tutti i pianeti giravano attorno al Sole, la Luna rimaneva ad orbitare, solitaria, attorno alla Terra? Alla luce delle scoperte di Galileo questo fatto non era più un'eccezione: attorno a Giove c'erano non uno, ma ben quattro satelliti. Per inciso, il termine "satellite", che deriva dal latino e significa "scorta", fu applicato in astronomia per la prima volta da Keplero in quello stesso 1610, proprio in occasione della scoperta del Pisano.

Nelle settimane successive, comprendendo profondamente l'importanza della scoperta, sfidando il freddo intenso delle notti invernali padovane ma favorito dall'eccezionale limpidezza e stabilità del cielo che regnavano sovrane in quel periodo dell'anno, Galileo continuò ad osservare i quattro nuovi pianeti, talvolta anche più volte per notte, collezionando alla fine ben 65 osservazioni, fino al 2 marzo. Era sommamente importante investigare dettagliatamente la vera natura e i movimenti dei nuovi astri, non solo per il loro valore come prova indi-

retta del sistema copernicano, ma anche perché Galileo si proponeva di trarre da essi dei vantaggi concreti: in primo luogo ben presto si prefisse di intitolare la nuova scoperta alla casa Medici, cosa da cui Galileo poteva sperare di trarre benefici economici e di prestigio. In secondo luogo, una volta che fosse riuscito a misurare esattamente i periodi orbitali dei satelliti, e quindi ad elaborare delle tavole di previsione delle loro posizioni, avrebbe potuto sperare di risolvere l'ormai annoso problema del calcolo delle longitudini in mare.