



Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
*Memorie e Rendiconti di Chimica, Fisica,
Matematica e Scienze Naturali*
138° (2020), Vol. I, fasc. 2, pp. 151-166
ISSN 0392-4130 • ISBN 978-88-98075-40-9

Della classificazione di oggetti e di fenomeni in astronomia, e della nomenclatura. I contributi italiani

MAURO GARGANO¹ – VALERIA ZANINI²

¹ Istituto Nazionale di Astrofisica, Osservatorio Astronomico di Capodimonte, 80131 Napoli. E.mail: mauro.gargano@inaf.it - ORCID: 0000-0002-4582-704X

² Istituto Nazionale di Astrofisica, Osservatorio Astronomico di Padova, 35122 Padova. E.mail: valeria.zanini@inaf.it - ORCID: 0000-0001-5258-9994

Abstract – *On the Italian contributions to the classification and nomenclature of objects and phenomena in astronomy.* Since antiquity, stars visible to the naked eye have been grouped into constellations illustrating the feats of heroes and myths that are peculiar to each culture. When Galilei turned his telescope to the sky, it was clear to everybody that stars were far more numerous and complex than scientists could ever imagine; so new names and new mappings were soon necessary. Furthermore, the physical and chemical analysis of celestial bodies, which was introduced in the mid-19th century, suggested to Secchi a first standard for the spectral classification of stars. Moreover, the use of the telescope allows astronomers to investigate the physical nature of the Moon and Mars as well. From the 17th century to the beginning of the 20th century, many scientists have thus devoted themselves to delineate and characterise the surface of these two celestial bodies. Selenography and areography were founded, and in these disciplines the Italian astronomers Riccioli and Schiaparelli played a leading role respectively. Their contribution to the nomenclature of the Moon and Mars still represents today a fundamental instrument for planetary cartography.

Keywords: nomenclature; astronomy; constellations; stellar spectroscopy; selenography; areography

Riassunto – Sin dall'antichità, le stelle visibili all'occhio umano furono raggruppate in costellazioni che raccontavano le gesta di eroi e miti peculiari di ogni cultura. Quando poi Galilei rivolse il suo cannocchiale al cielo, divenne chiaro a tutti che gli astri erano molto più numerosi e complessi di quanto ci si potesse mai aspettare; così nuovi nomi e nuove mappature si resero ben presto necessarie. A metà Ottocento, poi, l'analisi fisica e chimica dei corpi celesti suggerì a Secchi l'affermazione di un primo criterio per la classificazione spettrale delle stelle. L'introduzione del telescopio, inoltre, consentì agli astronomi di investigare anche la natura fisica della Luna e di Marte. Dal Seicento fino agli inizi del Novecento, moltissimi scienziati si dedicarono a delineare e caratterizzare la superficie di questi due oggetti celesti. Erano nate la selenografia e l'areografia, per le quali Riccioli e Schiaparelli giocarono un ruolo di primo piano, rispettivamente. Il loro contributo per la nomenclatura della Luna e di Marte è ancora oggi strumento fondamentale della cartografia planetaria.

Parole chiave: nomenclatura; astronomia; costellazioni; spettroscopia stellare; selenografia; areografia

1. La forma delle costellazioni e la fisica delle stelle

All'alba della storia dell'umanità, gli uomini già guardavano con meraviglia lo splendente Sole, la Luna luminosa e il cielo ricco di stelle. Lo sfondo cosmico scrutato dalle prime civiltà non era molto diverso da quello che vediamo oggi, mentre era sostanzialmente diverso il modo con cui interagivano con esso. Ogni popolo della Terra ha imparato a osservare gli astri per orientarsi nello spazio geografico e nel tempo ciclico delle stagioni. Ancora fino alla metà del secolo scorso, i moti di Sole e Luna erano comunemente utilizzati per regolare la quotidianità della vita contadina e questo era ancor più vero alle origini della civiltà, quando non vi era altro strumento per osservare il firmamento se non gli occhi. In questa fase della storia, tutti i popoli ebbero la necessità di misurare lo scorrere del tempo e ben presto l'esperienza osservativa portò ad accorgersi che i cicli delle stagioni, così come quelli delle semine e dei raccolti, erano legati ai periodici ritorni del Sole, della Luna e di alcuni astri nello stesso punto della volta celeste. Si manifestò quindi l'esigenza di identificare chiaramente quali gruppi di stelle apparissero nel cielo in un determinato momento agricolo o rituale; e così ogni cultura trasferì nel firmamento le immagini dei propri miti, le raffigurazioni di animali veri e fantastici e le rappresentazioni di oggetti legati alla propria quotidianità.

Il cuore della nomenclatura stellare cui facciamo riferimento ancor oggi risale alle 48 costellazioni classiche della cultura greca, che a sua volta attinse alla tradizione astronomica dei Sumeri e dei Babilonesi, i quali intorno al 3000 a.C. registravano su tavolette di argilla nomi di costellazioni come il Toro, il Leone e lo Scorpione (Britton & Walker 1997). La prima menzione di altri gruppi di stelle, oggi identificati con l'Orsa Maggiore, Orione, le Pleiadi e le Iadi, risale ai poemi epici di Omero e alle opere di Esiodo dell'VIII secolo a.C. Tuttavia, fu l'astronomo e matematico greco Eudosso di Cnido, vissuto nel IV secolo a.C., a dare una prima descrizione dei 48 asterismi della civiltà ellenica. Venti furono mutuati direttamente dalle costellazioni mesopotamiche; dieci, pur conservando lo stesso raggruppamento di stelle, ricevettero un nuovo nome, mentre i rimanenti 18 furono concepiti *ex novo*. In queste nuove costellazioni si ritrovano i personaggi più direttamente legati alla mitologia greca, come Pegaso, Ofiuco e Andromeda (Kanas 2012).

Sebbene l'opera di Eudosso sia andata perduta, essa sopravvive nei *Φαινόμενα* del poeta ellenico Arato di Soli (310 ca.-240 a.C.). Questo trattato racconta le conoscenze astronomiche in forma poetica attraverso la sto-

ria della civiltà greca e la narrazione mitologica che legava tra loro le costellazioni. Arato descrisse, così, l'aspetto e l'assetto di ogni asterismo in cielo e per alcune specifiche stelle riportò informazioni sulla loro luminosità e posizione (Lamb 1848).

Intorno al 150 a.C., Claudio Tolomeo (ca. 100-175 d.C.) pubblicò il *Μαθηματικὴ Σύνταξις*, monumentale trattato noto con il nome arabo di *Almagesto*, ovvero il grandissimo, in cui l'astronomo alessandrino presentò la più completa teoria astronomico-matematica dell'antichità, compendio di tutte le teorie precedenti. L'opera include anche un catalogo di 1022 stelle, che descrive dettagliatamente le costellazioni greche. Per ogni stella Tolomeo indicò la luminosità, o magnitudine, su una scala decrescente da 1 a 6, e identificò quelle più brillanti con nomi propri derivati dalla tradizione antica. Ciascuna stella era poi descritta con le sue coordinate e, soprattutto, con la posizione occupata all'interno della figura artistica dell'asterismo, secondo una consuetudine che si era già consolidata nei secoli precedenti. In tal modo, ad esempio, Arturo era *nella frangia della tunica* di Boote mentre Capella era *sul gomito destro* dell'Auriga (Tolomeo 1515). Nei secoli successivi l'opera di Tolomeo divenne la colonna portante dell'astronomia araba e poi della cultura europea, e l'*Almagesto* è ancora oggi un punto di riferimento fondamentale quando si parla di nomenclatura stellare classica.

In epoca moderna, l'inizio della navigazione transoceanica avviata da Colombo evidenziò la necessità di aggiornare la cartografia celeste, in particolare quella dello sconosciuto emisfero australe. Le stelle erano, infatti, fondamentali punti di riferimento per determinare la longitudine e, di conseguenza, la posizione delle navi in mezzo all'oceano. Nel corso del '500, pertanto, si cominciarono a introdurre nuove costellazioni raggruppando tra loro le stelle del cielo meridionale che si andavano via via svelando. Con l'invenzione e lo sviluppo della stampa si ebbe anche una prolifica produzione di mappe stellari che, pur rifacendosi alla tradizione tolemaica, inclusero anche le nuove costellazioni. Tra gli atlanti più importanti di questo periodo troviamo *De le stelle fisse* di Alessandro Piccolomini (1508-1578). Letterato senese di vasta cultura, Piccolomini frequentò a Padova le lezioni di matematica e astronomia di Federico Delfino (1477-1547) e partecipò attivamente alla vita dell'Accademia degli Infiammati la quale favorì la stampa del suo volume nel 1540 (Tomasi 2015). *De le stelle fisse* rappresenta il primo atlante stellare a stampa della storia. Esso aveva un carattere divulgativo e riscosse un notevole successo, visto che nel corso del XVI secolo fu stampato

in successive quattordici edizioni. L'atlante del Piccolomini, che descrive 47 costellazioni tolemaiche, mancando *Equuleus*, e che presenta le posizioni delle stelle durante il corso dell'anno, è di estrema importanza nella storia della nomenclatura astronomica poiché è il primo testo che identifica le stelle di ogni costellazione secondo un preciso criterio di catalogazione scientifica. Scompaiono le figure mitologiche e gli astri vengono contrassegnati con lettere latine in ordine decrescente di luminosità (*a* è tipicamente la stella più luminosa, *b* è la seconda e così via). Per ciascuna stella Piccolomini diede una breve descrizione della posizione e ne indicò la magnitudine, espressa in un intervallo da 1 a 4. Su ogni tavola, infine, Piccolomini riportò la direzione del polo celeste e quelle del sorgere "dove" e del tramontare "verso dove" degli astri (Fig. 1). *De le Stelle Fisse* era dunque un vero e proprio atlante stellare che permetteva all'osservatore di individuare con certezza la posizione di ogni singolo astro sulla volta celeste. Pur mancando della bellezza artistica degli atlanti coevi o posteriori, il volume di Piccolomini somiglia per molti versi agli attuali atlanti stellari (Piccolomini 1540). Un ulteriore elemento

di modernità fu fornito da Giovanni Paolo Gallucci (1538-1621ca.), accademico nativo di Salò, che introdusse un sistema di coordinate in un atlante stellare (Ernst 1998). L'opera di Gallucci comparve nel 1588 all'interno del *Theatrum mundi et temporis*, una sorta di enciclopedia tematica di carattere astronomico, successivamente ristampato con il titolo *Coelestium corporum et rerum ab ipsis pendentium accurata explicatio per instrumenta, rotulas et figuras*. Le scale graduate di latitudine e longitudine, poste sui margini della tavola, permettevano di leggere agevolmente la posizione delle stelle ripresa dal catalogo di Copernico, pubblicato 45 anni prima.

Tra l'inizio del '600 e la fine del '700 l'*Uranometria* di Johann Bayer (1572-1625), il *Firmamentum sobiescianum, sive uranographia* di Johannes Hevelius (1611-1687), l'*Atlas coelestis* di John Flamsteed (1649-1719) e l'*Uranographia sive astrorum descriptio* di Johann Elert Bode (1747-1826) segnarono il progressivo sviluppo della cartografia stellare moderna, divenendo i modelli ispiratori per ogni altro successivo atlante. Quello di Flamsteed, astronomo reale dell'Osservatorio di Greenwich, rappresentò la prima opera di cartografia stellare realizzata dopo l'introduzione del telescopio nell'osservazione del cielo.

Proprio a causa del numero sempre maggiore di nuove stelle rivelate, i moltissimi atlanti pubblicati tra il XVII e il XIX secolo presentavano posizioni e nomenclature anche marcatamente diverse tra loro, generando confusione nell'esatta identificazione degli astri, usati come riferimento nella navigazione e negli studi astronomici. Questo problema fu affrontato nel corso della prima assemblea generale dell'Unione Astronomica Internazionale che si svolse a Roma nel maggio 1922 presso l'Accademia dei Lincei. L'Unione Astronomica Internazionale (IAU) era nata nel 1919, anche per iniziativa del celebre matematico Vito Volterra (1860-1940) e di Annibale Riccò (1844-1919), astronomo di Catania, per coordinare gli studi degli astronomi dei paesi aderenti e per promuovere imprese scientifiche di interesse transnazionale (Zanini 2019). Una specifica commissione IAU, presieduta dall'astronomo belga Paul Stroobant (1868-1936), affrontò la questione della nomenclatura e dei confini delle costellazioni, giungendo alla determinazione di 88 costellazioni canoniche e alla standardizzazione dei nomi. Stabiliti a Roma i criteri generali, fu l'astronomo belga dell'Osservatorio di Uccle, Eugène Joseph Delporte (1882-1954), a definirne con rigore i confini, avendo premura che le stelle variabili già scoperte ricadessero nella costellazione originale (Barentine 2016). L'assemblea generale della IAU, tenuta a Leiden nel



Fig. 1. *De lo Scorpione*, tavola XXIX della costellazione zodiacale tratta dal volume di Alessandro Piccolomini *De le stelle fisse*, 1540. Cortesia: INAF-Osservatorio Astronomico di Roma.

1928, ratificò ufficialmente questi confini e nel 1930 Delporte pubblicò i risultati nel volume *Délimitation scientifique des constellations*, fornendo per ogni costellazione le coordinate delle stelle fino alla magnitudine 4.5 per le epoche 1875.0 e 1925.0 (Delporte 1930).

1.1. La classificazione spettrale di Secchi

Nel corso dell'Ottocento l'astronomia subì una profonda trasformazione e da scienza prettamente matematica si trasformò in disciplina fisico-naturale, grazie all'adozione nelle osservazioni dello spettroscopio, uno strumento scientifico fino ad allora usato esclusivamente nei laboratori chimici. Dopo le intuizioni sulla luce da parte di Newton, il quale, servendosi di un prisma, dimostrò che la luce bianca del Sole non era una luce elementare, bensì la composizione di tutti gli altri colori – «[light] is ever compounded, and to its composition are requisite all the aforesaid primary Colours, mixed in a due proportion» (Newton 1671, p. 3083) – occorrerà attendere il XIX secolo perché gli scienziati approfondiscano lo studio della scomposizione della luce stellare. In particolare, nel 1814, l'ottico tedesco Joseph von Fraunhofer (1787-1826) scoprì che lo spettro solare era solcato da righe scure, contandone ben 374 e indicando le nove più intense con lettere da A a I. Seguì un lungo e controverso dibattito sulla loro natura, che giunse a soluzione solo grazie ai lavori di analisi spettrale condotti all'Università di Heidelberg da Gustav Kirchhoff (1824-1887) e Robert von Bunsen (1811-1899), i quali mostrarono un rapporto sistematico tra gli spettri e gli elementi chimici (Kirchhoff & Bunsen 1861) e una diretta corrispondenza tra le linee di Fraunhofer e le righe spettrali osservate in laboratorio (Kirchhoff 1860). Si aprì, così, la strada all'analisi spettrochimica anche in astronomia, che consentì di investigare e comprendere la natura fisica e la composizione intrinseca degli oggetti celesti.

In Italia le prime ricerche di spettroscopia stellare furono condotte a Firenze dal direttore della Specola Giovan Battista Donati (1826-1873) il quale, analizzando gli spettri di quindici stelle osservate tra il 1859 e il 1860, evidenziò un'inattesa corrispondenza tra i colori e gli spettri stellari: «Le stelle bianche hanno strie che si rassomigliano tra loro, e lo stesso accade per le stelle gialle, le arancione, e le rosse» (Donati 1866). Qualche anno più tardi, nel 1864, Donati – anche in questo caso, primo astronomo della storia a farlo – osservò lo spettro di una cometa identificando tre bande luminose, oggi note come bande di Swan, dovute al carbonio biatomico che contribuisce al colore verdastro della chioma di alcune comete (Bianchi *et al.* 2016).

Gli studi di Kirchhoff e Donati richiamarono l'attenzione di Angelo Secchi (1818-1878), astronomo gesuita, direttore della Specola del Collegio Romano, il quale nel dicembre del 1862 avviò un'osservazione sistematica di oltre quattrocento spettri stellari per verificarne diversità e somiglianze (Chinnici 2019). Le sue ricerche furono presentate nel 1867 alla Società italiana dei XL e pubblicate negli Atti di questa con il titolo: *Sugli spettri prismatici delle stelle fisse* (Secchi 1868). Illustrando il catalogo delle sue osservazioni, Secchi espose una prima versione della sua classificazione spettrale e introdusse il termine «tipo spettrale» in riferimento a una stella. L'astronomo gesuita divise le stelle in tre tipi: il I° formato dalle stelle calde (di tipo A o B, secondo la classificazione moderna), il cui prototipo era Vega (α Lyr); il II° tipo era composto solo da 12 stelle, rappresentate da α Herculis, stelle oggi definite supergiganti rosse; infine il III° tipo raccoglieva le stelle simili al Sole, oggi classificate come F, G o K. Nel 1868 Secchi presentò un'altra comunicazione, seguita dalla pubblicazione di una seconda memoria, nella quale introdusse un quarto tipo spettrale per quelle stelle definite *curiose* «che sono per lo più di colore rosso di sangue e di piccola grandezza» (Secchi 1877, p. 96). Il IV° tipo è rappresentato dalla stella, oggi nota come HD 110914, che Secchi chiamò “*La Superba*” (Secchi 1869). Queste sono stelle fredde caratterizzate da una sovrabbondanza di carbonio che le contraddistingue da tutte le altre (Fig. 2). Questa classificazione spettrale trovò ampio risalto anche in successive pubblicazioni di Secchi, come *Le Soleil* (1870) e *Le Stelle* (1877), opere stampate in diverse edizioni e in più lingue.

Gli studi di Secchi rappresentarono il primo tentativo di classificare le stelle sulla base delle loro caratteristiche chimico-fisiche e aprirono la strada alla moderna nomenclatura spettroscopica stellare che fu sviluppata sul finire dell'Ottocento dall'astronomo americano Edward C. Pickering (1846-1919) all'Osservatorio di Harvard. Gli spettri stellari ottenuti da Pickering furono pubblicati nel 1890 nel *Draper catalogue of stellar spectra* con una suddivisione in classi più fini contrassegnate ciascuna da una lettera (Pickering 1890). Il criterio di classificazione stellare fu perfezionato nel 1901 con la definizione delle classi O, B, A, F, G, K e M, sistema in vigore ancora oggi (Cannon & Pickering 1901).

2. La “scoperta” della superficie lunare

A differenza di tutti gli altri corpi celesti visti dagli uomini come stelle fisse o erranti nel cielo, la Luna era l'unico oggetto a mostrare una superficie sufficientemente estesa per distinguerne diversi dettagli. Tuttavia,

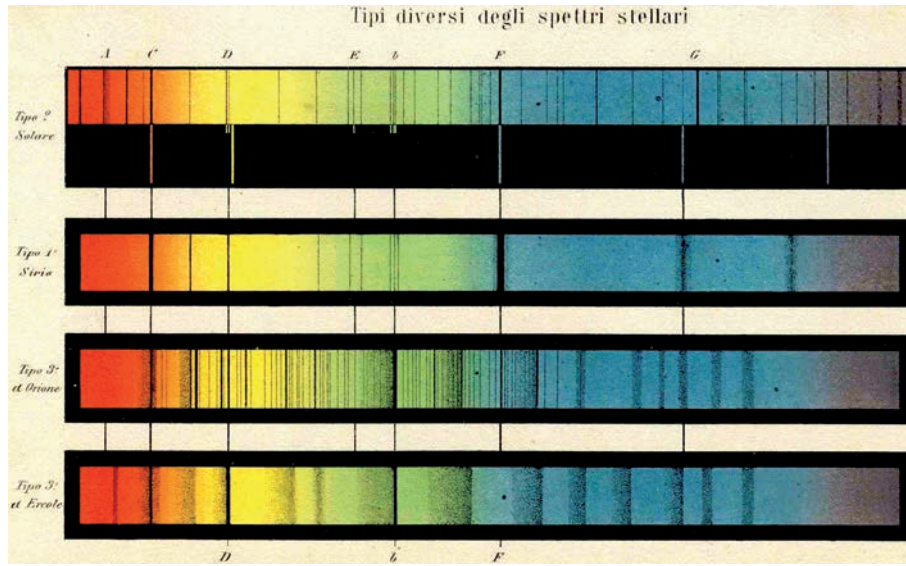


Fig. 2. Figura pro nomenclatura et libratione lunari, tavola tratta dall'*Almagestum novum* di Giovan Battista Riccioli, 1651. Cortesia: INAF-Osservatorio Astronomico di Brera.

l'alternanza di macchie chiare e scure catturò più l'immaginazione che l'interesse scientifico degli osservatori e fu più naturale riconoscere in quelle strutture immagini di animali, persone e oggetti, piuttosto che le caratteristiche fisiche del suolo lunare (Withaker 1989). Anche nei testi scientifici medievali la Luna, come del resto il Sole, era rappresentata con un simbolismo antropomorfo secondo un modello iconografico ben consolidato. La superficie lunare cominciò a essere dipinta in modo realistico solo in epoca tardo-medievale e rinascimentale, dopo l'introduzione della rappresentazione naturalistica nell'arte pittorica operata da Giotto: celebre è la sua cometa della natività dipinta nella Cappella degli Scrovegni a Padova.

Le prime tracce di una rappresentazione 'naturale' della Luna sono presenti nelle opere del pittore fiammingo Jan van Eyck (1390ca.-1441). I critici d'arte parlano di una rivoluzione ottica introdotta da van Eyck in riferimento al suo modo di guardare il mondo, di un'accuratezza realistica nel trattare la luce come se il pittore fiammingo avesse precise conoscenze su come essa assorbe, riflette e si rifrange (Depoorter 2020). Nelle sue opere, come il foglio 93v. delle *Ore di Torino*, il manoscritto a cui lavorò il giovane van Eyck tra il 1422 e il 1424, il polittico dell'*Agnello mistico*, realizzato tra il 1426 e il 1432, la *Madonna del cancelliere Rolin* del 1435 e il dittico della *Crocifissione e giudizio universale*, la superficie lunare, con i suoi crateri, è accuratissima. In particolare nella *Crocifissione*, alle spalle di uno dei due la-

droni, la Luna, vista di primo mattino intorno all'ultimo quarto, è dipinta con realistico dettaglio, così come le nuvole, le rocce e le persone. La grande novità nelle raffigurazioni della Luna introdotta dal pittore fiammingo rispetto a tutti i suoi predecessori e contemporanei è straordinaria, tanto da non potersi escludere che gli astronomi delle corti per le quali van Eyck aveva lavorato abbiano avuto una fondamentale influenza nella sua arte (Depoorter 2020, p. 230).

La prima rappresentazione nota di un cielo astronomico fu dipinta sulla cupola della sagrestia vecchia di San Lorenzo a Firenze con la consulenza scientifica di Paolo dal Pozzo Toscanelli (1397-1492), matematico e astronomo fiorentino (Forti 1993). Non è certa la data dell'affresco, due le date più probabili fornite dai moderni software astronomici: il 3 luglio 1442, oppure il 6 luglio 1439, data quest'ultima che potrebbe celebrare il concilio di Firenze voluto da papa Eugenio IV. Sicuramente l'affresco presenta una Luna in fase crescente dipinta con dettagli reali delle zone chiare e scure, comprese le irregolarità della superficie sul terminatore. Infine non si possono non menzionare gli schizzi della Luna di Leonardo da Vinci (1452-1519) che riproducono fedelmente la superficie lunare: il più grande mostra solo la metà della Luna piena, ma vi si possono distinguere i mari che oggi chiamiamo *Tranquillitatis*, *Fecunditatis*, *Imbrium* e *Nectaris* (Pasachoff & Olson 2019).

La strada verso lo studio sistematico della superficie lunare fu aperta solamente da Galileo Galilei (1564-

1642) e dal suo *perspicillum*, anche se un programma osservativo rivolto a chiarire la vera natura della Luna era stato pianificato pochi anni prima, in epoca ancora pre-telescopica, dallo scienziato inglese William Gilbert (1544?-1603). Il suo studio era descritto nel manoscritto *De mundo nostro sublunari philosophia nova*, che conteneva anche una mappa lunare, ma l'opera fu stampata solo nel 1651. In questo lavoro Gilbert introdusse, per la prima volta, il termine 'selenografia', poi ripreso da Francis Bacon nel suo *Novum organum*, facendone così il neologismo che indica questo tipo di studi: «Hinc inæqualitates luminosi & opaci in Luna distinctius cernuntur & locantur; adeo ut fieri possit quædam Selenographia» (Bacon 1620). La mappa di Gilbert riporta 13 nomi di configurazioni lunari, identificate con altrettanti toponimi geografici: isole, mari, regioni... Essa è considerata da diversi storici contemporanei la prima mappa lunare della storia (Pumfrey 2011).

L'introduzione del telescopio nelle osservazioni cambiò radicalmente l'approccio degli astronomi allo studio della Luna. I disegni eseguiti da Galileo sono universalmente noti e costituiscono la prima rappresentazione scientifica del nostro satellite naturale osservato attraverso il cannocchiale. Alcuni storici anglosassoni puntualizzano che le prime osservazioni telescopiche sono quelle di Thomas Harriot (1560-1621), il quale guardò la Luna nel luglio del 1609; tuttavia i suoi risultati osservativi non si avvicinano né nelle intenzioni né nella resa al progetto scientifico elaborato da Galilei. A Harriot va dato merito, però, di essere tornato a osservare con sguardo nuovo la Luna dopo aver avuto tra le mani il *Sidereus Nuncius*. I suoi disegni del 1611, che identificano le caratteristiche della superficie lunare con numeri e lettere dell'alfabeto, rappresentano infatti il primo tentativo 'telescopico' di mappatura del nostro satellite.

Il programma selenografico di Galilei era di tipo topografico, così com'era stato nelle intenzioni di Gilbert e di Harriot, ed era nato per chiarire se la superficie lunare avesse o meno una natura montuosa al pari della Terra, così come l'astronomo pisano sosteneva. A differenza degli studi degli astronomi inglesi, i risultati di Galilei raggiunsero ben presto tutto il continente, dove furono conosciuti, diffusi, condivisi e replicati. L'esistenza di alte montagne sulla Luna fu una delle prime scoperte operate da Galileo con il suo cannocchiale. Questa sua affermazione, discussa a Mantova nel maggio 1611 (Galilei 1611), suscitò un intenso dibattito che vide gli scienziati gesuiti attaccare duramente la tesi dell'astronomo pisano. Il maggiore indiziato di questa presa di posizione anti-galileiana fu Giuseppe Biancani (1566-1624) che

però in una lettera a Christoph Grienberger cercò di discolarsi: «ho sentito gran dispiacere che il Galileo si sia offeso, massime che conosco che ha ragione ... massime che amo et ammiro il Galileo, non solo per la sua nativa dottrina, et invenzione; ma anco per l'antica amicizia, che già contrassi con lui in Padova dalla cortesia, et amorevolezza del quale restai legato» (Biancani 1611).

2.1. La selenografia nelle ipotesi di Hevelius e di Riccioli

Alle soglie degli anni trenta del XVII secolo prese corpo un secondo e più ambizioso progetto di tipo cartografico che «mirava a tracciare le caratteristiche della Luna con l'accuratezza bidimensionale necessaria per utilizzare le mappe durante le eclissi lunari per la determinazione delle longitudini» (Pumfrey 2011, p. 195).

È interessante sottolineare come nel 1646 sia stata pubblicata una prima serie di disegni della Luna osservata in tutte le sue fasi, un vero e proprio atlante lunare realizzato da Francesco Fontana (1585ca.-1656). L'avvocato napoletano si era interessato alla nuova scienza di Galilei da molti anni, costruendo da sé telescopi di grande qualità con i quali realizzò 28 accurati disegni della superficie lunare senza però proporre alcuna interpretazione sulla sua natura (Gargano 2019). Pur non utilizzando alcuna nomenclatura cartografica, Fontana identificò le diverse zone eterogenee per forma e luminosità definendo *Fonti*, le grandi macchie, e *Fonticole* le altre, e poi ancora *Fiumi* e *Fiumiciattoli*, *Margherite* e *Margheritucole*, *Gemme* e *Gemmucole* per descrivere altre particolarità del suolo lunare. Tuttavia Fontana non riuscì a riprodurre tutti i dettagli da lui osservati perché, come sottolineò, alcune zone della superficie non erano disegnabili da mano umana: «ad humana manu indisegnabilia». L'astronomo napoletano evidenziò anche come la Luna non fosse un corpo fisso, ma che avesse un proprio moto intorno al suo asse: «Lunare corpus non esse coeli fixam partem, sed circa seipsam volui» (Fontana 1646). Era questo il fenomeno della librazione che Galileo chiamava 'titubazione' e che sarebbe stato successivamente spiegato e studiato a fondo da Hevelius, Riccioli e Cassini (Whitaker 1989).

Tra i principali protagonisti del programma scientifico mirato a utilizzare la selenografia come strumento per la determinazione della longitudine vi è certamente Johannes Hevelius, ricco birraio di Danzica. In precedenza, nel 1628, Michiel Florent van Langren (1598-1675), astronomo olandese e cosmografo di Filippo IV di Spagna, aveva già elaborato un metodo per la misura delle longitudini basato sull'osservazione delle fasi lunari.

Egli realizzò, così, una prima mappa della Luna piena in cui presentava un abbozzo di nomenclatura, poi ampliata e stampata nel 1645. Seguendo la tradizione di Plutarco (Plutarco 1829), van Langren considerò “terre” le aree più chiare della Luna e “mari” quelle più scure. L’astronomo di Amsterdam decise di dare a circa 270 macchie i nomi di importanti personaggi della nobiltà cattolica europea, soprattutto della corte spagnola, e della matematica, come Ferdinando III, Luigi XIV, Cristiano IV, Carlo I, Innocenzo X e Arato, Pitagora, Galileo e Keplero. Ai promontori invece van Langren attribuì i nomi di santi come san Domenico, sant’Ignazio, san Michele e sant’Alberto; mentre per le regioni chiare usò nomi di località geografiche terrestri o di virtù umane come *Roma*, *Terra Dignitatis* e *Terra Sapientiae*, e per quelle scure, ritenute grandi distese d’acqua, i nomi di *Oceanus Philippicus*, *Mare Borbonicum*, *Mare Venetum*, *Mare Astronomicum* e non poteva non esserci il *Mare Langrenianum* (Van Langren 1645). Questo criterio sembra quasi voler fare della toponomastica lunare una forma di propaganda del potere asburgico nella lotta per la supremazia nell’Europa del XVII secolo (Van der Krogt & Ormeling 2014). Il progetto iniziale di van Langren, ossia realizzare un vero e proprio manuale orario delle fasi lunari alle diverse longitudini, non fu mai completato.

Partendo dagli stessi presupposti di van Langren, anche l’astronomo francese Pierre Gassendi (1592-1655) e il mecenate Nicolas-Claude Fabri de Peiresc (1580-1637) elaborarono un progetto di descrizione sistematica della Luna. L’impresa rimase largamente incompiuta sia per la morte di Peiresc, sia per la rinuncia di Gassendi a beneficio dello studio di Hevelius, suo amico e corrispondente. Tuttavia tra il 1634 e il 1635 Claude Mellan (1598-1688), incisore e pittore francese, aveva realizzato tre splendidi disegni della Luna osservata da Aix-en-Provence su commissione di Peiresc e Gassendi. Le tre carte, stampate nel maggio 1637, rappresentano la Luna piena, il primo e l’ultimo quarto, ma tutte prive di qualsiasi tipo di nomenclatura (Beaulieu 1992).

Nel 1639, a Danzica, dopo aver seguito l’eclisse di Sole del 1° giugno, Hevelius decise di dedicarsi allo studio della Luna per realizzare una mappa selenografica. Fu spinto a perseguire questo progetto anche dallo stesso Gassendi, ammiratore delle capacità tecniche e scientifiche di Hevelius e conscio dello stallo in cui si era venuto a trovare il progetto parigino dopo la morte di Peiresc (Gassendi 1644). Incoraggiato dall’astronomo di Parigi, Hevelius allargò allora il piano originale e, invece di limitarsi a eseguire una mappa della Luna piena, disegnò tutte le sue fasi. Alla fine, il lavoro che immaginava di

concludere in pochi mesi gli costò cinque anni di laboriosa e paziente veglia. Per non avere preoccupazioni materiali affidò alla moglie Katharina Rebeschke (1613-1662) il compito di occuparsi degli affari di casa e, soprattutto, del birrifico. Hevelius, rapito completamente dalla sua *Selenographia*, di notte osservava e realizzava i disegni della superficie lunare e la mattina seguente li incideva su rame. Le lastre così ottenute produssero un risultato eccellente che l’incisione ad acquaforte, più rapida, non avrebbe potuto garantire (Beziat 1876).

Nel 1647, finalmente, egli poté stampare a proprie spese questa importante opera intitolata: *Iohannis Hevelii, Selenographia: sive Lunæ Descriptio*. Essa raccoglie 42 differenti fasi di Luna crescente e decrescente e tre grandi mappe intere che mettono in evidenza il fenomeno della librazione lunare. Alle varie fasi di Luna, Hevelius pensò di dare specifici nomi, come *Interlunium*, *Luna corniculata*, *Luna adolescens*, *Luna gibba*, *Luna adulta* e *Plenilunium* per il ciclo crescente e una analoga simile denominazione per le fasi decrescenti, usata in ordine retrogrado. Jean Baptiste Delambre (1749-1822), astronomo e matematico francese, trovò questa scelta poco felice: «Questa lunga nomenclatura non ha avuto fortuna. Semplici numeri sarebbero stati più chiari» (Delambre 1821, p. 438). La tavola Q del volume di Hevelius riporta, poi, la nomenclatura che l’astronomo aveva scelto di attribuire alle varie strutture della superficie della Luna. Egli aveva riscontrato una certa somiglianza delle macchie chiare e scure lunari con la topografia del Mediterraneo orientale fino al Mar Nero. Proiettò, quindi, la geografia terrestre sulla Luna, assegnando alle caratteristiche lunari il nome delle regioni terrestri più somiglianti per forma o posizione. Una mancanza che balza agli occhi è l’esclusione che il luterano Hevelius fece di Roma, epicentro del cattolicesimo, pur essendoci la Sicilia, gli Appennini e il mare Adriatico.

La nomenclatura di Hevelius si diffuse rapidamente nel mondo luterano e protestante, ma pochi anni più tardi un’altra monumentale opera fu data alle stampe, l’*Almagestum novum* dell’astronomo gesuita estense Giovan Battista Riccioli (1598-1671). L’opera aveva lo scopo «di aiutare i suoi confratelli a procurarsi il materiale che essi non potevano facilmente trovare per farsi un’idea propria in merito al copernicanesimo e ai problemi cosmologici del suo tempo» (Casonavas 2002, p. 120). L’*Almagestum* rappresentava infatti una sorta di enciclopedia, che Riccioli chiamava “biblioteca”, in grado di presentare per ogni questione astronomica le posizioni e le soluzioni proposte da tutti gli astronomi antichi e contemporanei. L’opera contiene anche due mappe lunari, realiz-

zate dal confratello e discepolo Francesco Maria Grimaldi (1618-1663), una muta e una seconda che, illustrando anche il fenomeno della librazione, adotta il criterio di nomenclatura proposto da Riccioli. L'intenzione iniziale dei due gesuiti era di confrontare le varie mappe lunari che avevano visto la luce in quegli anni per «vedere fino a che punto si conformassero alla verità». I due astronomi analizzarono sia le tavole della Luna di van Langren ed Hevelius, sia quelle incise dal frate cappuccino boemo Antonius Maria Schyrleus de Rheita (1597-1660) nel 1645, da Fontana nel 1646, da Eustachio Divini (1610-1685) nel 1649 e da Girolamo Sersale (1584-1654) nel 1651. Per le loro osservazioni Grimaldi e Riccioli utilizzarono cannocchiali di Galileo, Evangelista Torricelli (1608-1647), Fontana e Carlo Antonio Manzini (1599-1677), ma soprattutto un telescopio acquistato da un “artefice bavarese”, quasi certamente Johann Wiesel (1583-1662). Oltre a permettere di vedere l'intero disco lunare all'apogeo, il telescopio tedesco aveva un'ottima risoluzione spaziale che consentiva di svelare maggiori dettagli di quanto non facessero gli altri cannocchiali (Van Helden 1974, p. 48).

A differenza dall'astronomo polacco, Riccioli non seguì la toponomastica terrestre né scelse il criterio di van Langren, ma propose una nomenclatura che rendeva omaggio a sapienti antichi e moderni legati al mondo astronomico. Riccioli divise il disco lunare in otto settori e, seguendo il senso orario a partire dalla linea del “Nodus orientalis”, posizionò nel primo e nel secondo ottante gli astronomi-filosofi dell'antica Grecia, come Aristarco, Eratostene e Archimede; nel terzo e nel quarto gli studiosi di cultura latina, tra cui Seneca, Manilio e Plinio, e così via fino a collocare gli scienziati a lui contemporanei nel settimo e nell'ottavo spicchio (Fig. 3). Il criterio di Riccioli s'impose gradualmente, sia perché era facile da estendere alle nuove strutture che successivamente si sarebbero potute identificare sulla superficie lunare, sia forse per una certa dose di autocompiacimento negli astronomi che intravedevano la possibilità di scolpire, a imperitura memoria, il proprio nome sulle mappe della Luna. Se nella selenografia di van Langren ci sono diversi crateri dedicati a nobildonne come Elisabetta di Boemia, Anna d'Austria e Cristina di Svezia, nella nomenclatura di Riccioli trovarono spazio solo due figure femminili, ossia santa Caterina d'Alessandria, martire del IV secolo e patrona di teologi e filosofi, e la scienziata neoplatonica di Alessandria, Ipazia, martire della libertà di pensiero e dell'emancipazione femminile. Inoltre l'astronomo gesuita, sostenitore del modello geocentrico, pur non censurando gli scienziati sostenitori



Fig. 3. Tipi diversi degli spettri stellari, tavola della prima classificazione spettrale delle stelle pubblicata da Angelo Secchi nel volume *Le stelle*, 1877. Cortesia: INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte.

dell'ipotesi eliocentrica, preferì posizionare Copernico, Galilei e Keplero nell'Oceano delle Tempeste, mentre per sé e Grimaldi individuò due crateri nella più confortevole Terra del Calore.

Tra i principali promotori della nomenclatura di Riccioli ci fu Gian Domenico Cassini (1625-1712) il quale era legato all'astronomo gesuita da profonda stima; i due infatti ebbero modo di conoscersi personalmente negli anni in cui Riccioli completava la sua opera e Cassini teneva la cattedra *ad Mathematicam* presso l'ateneo bolognese (Casanovas 2002). Quando nel 1671 fu chiamato da Luigi XIV a dirigere l'Osservatorio di Parigi, Cassini portò con sé in Francia la nomenclatura di Riccioli che divenne d'uso corrente anche olttralpe. Lo stesso Cassini realizzò nel 1680 una mappa selenografica di straordinaria qualità tecnico-scientifica: una grande Luna di 54 cm di diametro, destinata a diventare il prototipo delle successive mappe per gli astronomi francesi. Riprodotta in scala ridotta da Philippe de la Hire (1640-1718), la mappa di Cassini fu infatti la carta di riferimento della *Connaissance des Temps*, le effemeridi francesi, per la determinazione delle longitudini tramite il metodo delle eclissi lunari e venne stampata ininterrottamente dall'Observatoire de Paris fino al 1796, all'epoca della direzione di Jérôme de la Lande (1732-1813).

A metà Settecento il gesuita cesenate Melchiorre Dalla Briga (1686-1749) pubblicò nel quarto volume della

Scientia eclipsium ex imperio, et commercio Sinarum illustrata una mappa della Luna rappresentativa della sintesi delle precedenti cartografie sviluppate da Hevelius fino a Cassini. In questa carta, per la prima volta, Dalla Briga identificò e diede un nome a due nuove strutture: la zona indicata con la lettera Ω fu dedicata all'erudito gesuita napoletano Nicola Partenio Giannettasio (1648-1715), mentre la zona ψ fu dedicata ai re magi: «nil vetat insignire nomine S. Melchioris, unius ex tribus Regibus Magis, ... idest S. Gasparis. Tertium S. Balthassaris (sic!)» (Simonelli 1747, p. 133). Zone e nomi che però scomparvero nelle carte successive (Fig. 4).

Nonostante l'iniziale prevalenza della nomenclatura di Riccioli rispetto a quella di Hevelius, il XVIII secolo vide una sostanziale coesistenza di entrambe, com'è testimoniato dalla mappa selenografica di Tobias Mayer (1723-1762). Al fine di implementare la teoria lunare per

la risoluzione del calcolo della longitudine in mare, Mayer disegnò nel 1749 una carta della Luna con una precisione senza precedenti. Questo lavoro rimase però inedito fino al 1775, quando Georg Lichtenberg (1742-1799), professore di fisica all'Università di Göttingen, fece incidere la mappa su rame da Joel Paul Kaltenhofer (1716-1777) con l'aggiunta di una griglia di latitudini e longitudini basata sulle stesse misure fatte da Mayer. La mappa fu orientata con il sud in basso, a differenza della consuetudine dell'epoca di orientare le carte con il sud verso l'alto, seguendo l'inversione dell'immagine prodotta dal telescopio. Riprodotta più volte tra la fine del '700 e gli inizi dell'800, la mappa di Mayer fu sempre affiancata dalla doppia nomenclatura di Riccioli e di Hevelius (Pigatto & Zanini 2001).

Sul finire dell'Ottocento, un importante contributo per una definitiva scelta tra l'ipotesi heveliana e quella



Fig. 4. *Plenilunium nova forma accurate expressum cum maculis claris et obscuris*, tavola selenografica curata da Melchiorre Della Briga, delineata da Ferdinando Sorriano, incisa da Giuseppe Medici e dipinta da Nicola Franchini, 1747. Cortesia: INAF-Osservatorio Astronomico di Brera.

riccioliana fu dato da un altro astronomo tedesco, Johann Hieronymus Schröter (1745-1816). Attingendo al lavoro di Mayer e utilizzando un telescopio realizzato da William Herschel (1738-1822), Schröter studiò attentamente la morfologia lunare evidenziandone i cambiamenti dovuti alle ombre prodotte dalla luce del Sole. Con un lavoro scrupoloso Schröter identificò molte nuove configurazioni lunari alle quali non assegnò nuovi nomi ma, rifacendosi alla nomenclatura di Riccioli, attribuì ad esse i nomi delle configurazioni più vicine, aggiungendo una lettera maiuscola latina (A, B, C, ...) per le depressioni e una minuscola greca (α , β , γ , ecc.) per i rilievi (Whitaker 1999).

Infine nel 1834 la pubblicazione della *Mappa selenographica* degli astronomi tedeschi Wilhelm Beer (1797-1850) e Johann Heinrich Mädler (1794-1874), basata sulla nomenclatura di Riccioli e Schröter, sancì di fatto il definitivo abbandono del criterio di Hevelius. Con il progressivo miglioramento della tecnologia astronomica, avvenuto già a inizio Ottocento, e con l'introduzione della fotografia astronomica, a metà del secolo, non fu sempre facile identificare chiaramente i crateri disegnati da Riccioli con quanto osservato ai telescopi o impresso sulle lastre fotografiche. Alle soglie del XX secolo questa situazione divenne insostenibile e spinse, nel 1905, l'astronoma inglese Mary Adela Blagg (1858-1944) a realizzare un elenco collettivo di tutte le caratteristiche lunari catalogate dagli astronomi fino a quel momento. Questo studio, pubblicato nel 1913, mise in evidenza una lunga lista di discrepanze. Così, durante la prima Assemblea generale della IAU a Roma nel 1922, la commissione per la nomenclatura lunare incaricò Mary Blagg di proseguire il lavoro per giungere a una standardizzazione della terminologia. Partendo dalla nomenclatura di Riccioli, l'astronoma britannica e Karl Müller (1866-1942), astronomo dilettante cecoslovacco, produssero un rinnovato criterio sistematico per i nomi delle strutture superficiali della Luna. Il nuovo standard fu ufficialmente approvato nel 1932 durante la riunione della IAU a Cambridge in Massachusetts e pubblicato nel 1935 nel volume *Named Lunar formations*. Una soluzione sostanzialmente definitiva, almeno fino a quando le missioni spaziali degli anni '60 del Novecento non hanno svelato il lato nascosto della Luna.

3. Marte, una nuova frontiera

Non appena la tecnologia astronomica consentì di osservare il cielo con dettagli fino ad allora inimmaginabili alla vista umana, gli astronomi si spinsero oltre le aristo-

teliche sfere del mondo sublunare e della Luna, puntando cannocchiali e telescopi verso i pianeti del Sistema solare più vicini alla Terra. Il primo che riuscì a osservare Marte, come oggetto dalla superficie estesa e non più semplice astro errante, fu Francesco Fontana nel 1636 a Napoli. Nella sua prima osservazione del pianeta rosso Fontana notò «un'eminenza a' guisa di cono molto negro, et che intorno a questo cono negro ci sia una fascia a' guisa d'Iride, ò arco celeste molto luminoso, come di fuoco» (Gloriosi 1638). In una successiva osservazione del 24 agosto 1638, l'astronomo napoletano verificò una diversa posizione della "nigerrima pilula", intuendo la rotazione del pianeta intorno al proprio asse «quod fortasse Martis gyrationem circa proprium centrum significat» (Fontana 1646, p. 106).

Negli anni a seguire altri astronomi continuarono a osservare Marte, ma la qualità ottica degli strumenti scientifici dell'epoca non permetteva ancora di ottenere immagini più dettagliate della superficie del pianeta. Il gesuita Niccolò Zucchi (1586-1670) osservò Marte da Roma il 23 maggio 1640 senza però distinguere nessuna macchia, né nera né rossa. Dopo di lui, altri gesuiti si cimentarono nelle osservazioni cercando conferme alle affermazioni di Fontana. Così Daniello Bartoli (1608-1685) il 24 dicembre 1644, da Napoli, riuscì a vedere due macchie con un telescopio del confratello Sersale. Per quanto quelle esperienze osservative non fossero esaustive, Bartoli era certo che avrebbero aiutato i futuri astronomi, come ebbe modo di scrivere a Riccioli: «Multa itaque observando, supersunt... nobis aut vobis, ò posteris!» (Riccioli 1651, p. 486). L'attività osservativa dei gesuiti fu molto intensa, avendo a disposizione ottima strumentazione e profonde conoscenze scientifiche. A Bologna, infatti, anche Riccioli e Grimaldi, dopo gli studi selenografici, osservarono Marte tra l'aprile 1651 e il novembre 1657, notando alcune macchie sulla superficie del pianeta; purtroppo, a differenza della Luna, non ci sono pervenuti disegni di queste loro osservazioni, né a stampa né in forma manoscritta. Negli anni a seguire, tra il 1659 e il 1666, gli studi sulle macchie marziane fatti da Christiaan Huygens (1629-1695) a Parigi, Gian Domenico Cassini a Bologna e Robert Hooke (1635-1703) a Londra, aprirono un importante dibattito scientifico sulla rotazione di Marte che in Italia vide Cassini confrontarsi con il gesuita romano Salvatore Serra. Usando un telescopio dell'ottico romano Giuseppe Campani (1635-1715), uno dei più abili costruttori di strumentazione astronomica dell'epoca, Cassini riuscì a osservare e disegnare, a partire dal 6 febbraio 1666, una serie di dettagli della superficie di Marte con una risoluzione

senza precedenti. Inoltre Cassini ottenne il primo valore del periodo di rotazione del pianeta che stimò in 24 ore e 40 minuti, con uno scarto di soli 3 minuti rispetto al valore attualmente accettato (Cassini 1666). A Roma, invece, Serra e il confratello Gille François de Cottignies (1630-1689) osservarono Marte dal 27 al 30 marzo 1666 con due telescopi di Eustachio Divini, il quale rivaleggiava con Campani per la leadership nella produzione della strumentazione astronomica (Righini Bonelli & Van Helden 1981). Misurando la variazione di posizione della macchia nera già individuata sul pianeta da Fontana e Bartoli, i padri gesuiti ipotizzarono un periodo di rotazione di circa 13 ore, molto lontano dal vero (Serra 1666). Queste misure innescarono una controversia con Cassini e Campani, i quali contrastarono questa ipotesi, forti dei loro dati che conducevano a conclusioni ben diverse. I disegni del pianeta realizzati da Cassini, seppur non confrontabili con l'accuratezza delle mappe lunari coeve, restarono per molto tempo quasi gli unici riferimenti per la descrizione topografica della superficie marziana.

Agli inizi del secolo dei Lumi, Giacomo Filippo Maraldi (1665-1729), astronomo di Perinaldo e nipote di Cassini, fece una serie di osservazioni di Marte dall'Osservatorio di Parigi, tra il 1704 e il 1719, scoprendo le calotte polari. Durante l'opposizione di Marte del 19 settembre 1719 anche l'astronomo veronese Francesco Bianchini (1662-1729) puntò il suo telescopio Campani verso il pianeta rosso, realizzando una serie di disegni che l'astronomo e divulgatore francese Camille Flammarion (1842-1925) definì, ingenerosamente, non gran cosa, «fatti per accrescere le nostre perplessità», dal momento che le strutture immaginate sulla superficie gli sembravano «ossa di morto su un disco bianco» (Flammarion 1892, p. 47). Occorrerà attendere il “secolo delle macchine” perché gli astronomi, contando su tecnologie e ottiche sufficientemente avanzate, potessero cimentarsi in nuove e qualitativamente sorprendenti osservazioni di Marte. Nel 1825 il talentuoso astrofilo polacco Georg Kunowski (1786-1846) osservò la superficie del pianeta con un telescopio di Fraunhofer, uno dei più valenti ottici dell'epoca, smentendo l'ipotesi avanzata da Schröter, secondo la quale le macchie marziane avevano una natura meteorologica. Sulla base di quest'ipotesi Schröter aveva anche compilato un complesso atlante, fondato su osservazioni fatte tra il 1785 e il 1803. L'opera, intitolata *Areographische Fragmente* e corredata da 230 disegni, fu pubblicata solo nel 1873 da François Terby (1846-1911), astronomo belga di Leuven, quando ormai l'ipotesi della natura prettamente meteorologica delle macchie marziane era tramontata.

Nel 1830, Beer e Mädler, osservando Marte nel corso della favorevole opposizione del pianeta, realizzarono un'accurata mappa areografica, distinguendo e marcando con lettere dell'alfabeto alcuni punti della sua superficie. Nella loro mappa, Beer e Mädler riprodussero anche una griglia di coordinate e scelsero come primo meridiano la struttura della superficie che nelle attuali mappe è indicata come *Sinus Meridiani* (Beer & Mädler 1831). La forma e il dettaglio delle macchie osservate erano ancora molto lontani dall'essere precisi, tuttavia gli scienziati dell'Ottocento si convinsero sempre più che Marte fosse un pianeta molto simile alla Terra, come ribadì Secchi dopo le osservazioni compiute durante l'opposizione del 1858:

Resta ancora provato esistere in Marte acqua liquida e mari, essendo questa naturale conseguenza della fusione delle nevi... così l'esistenza di mari e continenti, con vicende di stagioni alternative di nevi e ghiacci, e perciò di vicende meteorologiche nell'atmosfera (Secchi 1859).

3.1. *La cartografia marziana tra le ipotesi di Secchi, Proctor e Schiaparelli*

Convinto che la semplice misura micrometrica delle macchie marziane viste al telescopio, così “sfumate e larghe”, avrebbe dato scarsi risultati, Secchi decise che la via migliore per realizzare una descrizione geometrica accurata della superficie di Marte fosse quella di eseguire una lunga serie consecutiva di osservazioni, dalle quali poter ricavare dei disegni che riproducessero con fedeltà le strutture superficiali del pianeta. Assistito dal confratello Enrico Cappelletti (1831-1899), Secchi realizzò oltre settanta disegni dell'intera superficie di Marte osservato sempre alla stessa ora. Quaranta di questi schizzi furono colorati a pastello da Cappelletti, il quale cercò di usare le giuste tinte per rappresentare in modo naturale i veri colori delle macchie osservate sul pianeta «senza correggere nulla per effetto di contrasto o di altra teoria». Passando poi alla descrizione topografica delle strutture areografiche identificate, Secchi denominò la gran «macchia azzurra a forma di triangolo», indicata con il nome di *Scorpione* nel registro delle osservazioni, con il toponimo di *Canale Atlantico*. Secchi fu il primo a usare il termine ‘canale’ per indicare alcune strutture rettilinee della superficie di Marte, espressione che sarà poi ripresa anche dall'astronomo milanese Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910). Tale termine, erroneamente tradotto in alcuni giornali inglesi con la parola ‘channels’ invece di ‘canals’, alludendo a una loro natura artificiale, alimenterà il dibattito sull'esistenza di vita in-

telligente sul pianeta rosso. Secchi chiamò poi *Istmo* un canale minore che congiungeva due altre macchie azzurre e infine identificò una grande *Isola Rossa* al centro dei due canali. Per le principali conformazioni della superficie segnate nei suoi disegni, l'astronomo del Collegio Romano decise di adottare un criterio di nomenclatura che celebrasse i più famosi navigatori dell'età moderna. Così Secchi localizzò i canali *Cook* e *Franklin*, in omaggio agli esploratori James Cook e John Franklin, il continente *Cabozia*, dedicato allo scopritore italiano Giovanni Caboto, e le grandi macchie chiamate *Columbia*, in onore di Cristoforo Colombo, e *Marco Polo* che celebrava il viaggiatore veneziano (Secchi 1859). Se gli studi di Secchi ebbero un ruolo importante nel confermare l'idea che le strutture osservate su Marte fossero stabili e immutabili, diversamente da quanto sosteneva Schröter, la sua ipotesi cartografica non suscitò particolare interesse.

La soggettività nelle rappresentazioni di quanto osservato su Marte, associata alla limitatezza delle ottiche dei telescopi, rendeva arduo procedere nell'analisi topografica del pianeta così come nella definizione della sua natura fisica. L'applicazione degli spettroscopi negli studi astronomici aveva fornito grandi risultati soprattutto per le ricerche stellari, ma le misure eseguite dall'astronomo francese Jules Janssen (1824-1907) a partire dal 1862 non fecero avanzare le certezze in merito alla natura del pianeta rosso (Janssen 1895). Convinto che la fotografia, ormai entrata di prepotenza nella scienza astronomica, fosse il miglior modo per rappresentare Marte, avendo il vantaggio di restituire la miglior *nuancé* del pianeta rispetto a quanto si possa ottenere dal disegno e dall'*estompage*, l'astronomo belga-brasiliano Luíz Cruls (1848-1908) realizzò nel 1877 presso l'Osservatorio imperiale di Rio de Janeiro, insieme al collega Julião Oliveira de Lacaille (1851-1926), la prima serie di 26 negativi fotografici, operazione che Cruls definì delicata, richiedendo «speciali abilità per ottenere i risultati attesi» (Cruls 1878).

Se il criterio di nomenclatura proposto da Secchi non ebbe seguito, prendeva sempre più corpo l'idea che il pianeta avesse grandi quantità di acqua e di ghiacci e che quindi vi prosperassero flora e fauna. Il volume di Flammarion *La pluralité des mondes habités* (la cui prima edizione è del 1862) contribuì a diffondere nelle comunità astronomiche dell'epoca l'ipotesi che «tra gli uomini di questo sistema solare, quelli di Marte sono i migliori tra tutti» (Flammarion 1864, p. 524).

Nel 1867 l'astronomo inglese Richard Proctor (1837-1888) pubblicò una mappa di Marte basandosi sulle os-

servazioni e sui 27 disegni fatti da William R. Dawes (1799-1868) durante l'opposizione del 1864. L'obiettivo di Proctor era di ottenere un valore molto preciso per il periodo di rotazione del pianeta (Proctor 1867). Confrontando le strutture delineate da Dawes con tutta la principale letteratura sul tema, dalle osservazioni di Cassini fino ai disegni di Secchi, Proctor individuò delle conformazioni superficiali coerenti tra loro. Sulla base di questa organicità, decise quindi di realizzare una dettagliata carta areografica corredata di una nomenclatura associata alle principali caratteristiche della superficie marziana. Nel 1872 Proctor pubblicò *The orbs around us* e, parlando del pianeta della guerra, scrisse espressamente che la superficie di Marte «presenta indicazioni di cui non si può ragionevolmente dubitare» e confermò l'esistenza di continenti e oceani analoghi a quelli terrestri. Tali ipotesi, che sembravano diventare certezze, ebbero un'ulteriore verifica con le misure fatte nel 1872 dall'astronomo tedesco Hermann Carl Vogel (1841-1907) con «quello strumento di ricerca meravigliosamente delicato [che è] lo spettroscopio» (Proctor 1872, p. 105). Vogel aveva compiuto infatti una serie di misure spettroscopiche delle atmosfere planetarie e per Marte identificò 25 linee spettrali, alcune delle quali erano analoghe a quelle dello spettro solare, mentre altre presentavano similitudini con le linee di assorbimento osservate nell'atmosfera terrestre. Sulla base di queste misure, Vogel affermò con certezza che «Marte possiede un'atmosfera che, per composizione, non differisce sostanzialmente dalla nostra, e che, in particolare, è ricca di vapore acqueo» (Vogel 1874). Proctor realizzò dunque una carta che riproduceva tutte le caratteristiche della superficie marziana, ossia oceani, continenti, isole e territori, così come gli apparivano dalle osservazioni di Dawes. «Per comodità di riferimento», scriveva Proctor, «queste caratteristiche hanno ricevuto i nomi di quegli astronomi le cui ricerche hanno in qualche modo contribuito alla nostra conoscenza di questo interessante pianeta». Il criterio scelto era sostanzialmente in continuità con quello adottato da Riccioli per la Luna e che nell'Ottocento si era ormai imposto come il più valido criterio selenografico. Sotto le calotte polari Proctor identificò il mare settentrionale di Schröter e quello meridionale di Phillips, mentre nelle regioni equatoriali individuò quattro estesi continenti a cui attribuì i nomi di Herschel, Dawes, Mädler e Secchi (Proctor 1872).

La scelta di Proctor non riscosse il consenso che ci si sarebbe aspettato; al contrario, ebbe molte critiche in parte per aver dato un rilievo eccessivo agli astronomi

inglesi, ma soprattutto per aver fatto ricorso allo stesso nome per diverse configurazioni della cartografia, tanto che Dawes era il nome di un oceano, di un continente, di un mare, di uno stretto, di un'isola e di una baia. Tra gli astronomi italiani Proctor celebrò la terra di Cassini e di Fontana e il continente di Secchi; omise invece un omaggio a Galilei e ad altri astronomi di non minor valore, come Halley, Le Verrier o Galle. Questa impostazione, seppur tradizionale, non convinse la comunità astronomica, che non adottò la nomenclatura di Proctor nei successivi lavori su Marte. Nonostante l'ingenuità dell'astronomo inglese, che richiama alla memoria il criterio molto discusso di van Langren, la sua mappa di Marte rappresenta il primo reale impulso allo sviluppo della nomenclatura marziana, estendendo oltre la Terra e la Luna la nozione di mappatura di un globo planetario.

Il 1877 fu l'anno della svolta nella cartografia di Marte grazie all'opera di Schiaparelli, direttore dell'Osservatorio astronomico di Brera. Come ebbe a scrivere un suo successore alla direzione, Emilio Bianchi (1875-1941), il valore degli studi di Schiaparelli sulle «apparenze superficiali del rosso pianeta» consiste nell'aver cambiato profondamente le tecniche di osservazione e interpretazione dei fenomeni sottraendosi al «campo della disegnazione capricciosa» a favore di un approccio rigoroso attraverso le misurazioni micrometriche (Bianchi 1936). Durante l'opposizione del settembre 1877 Schiaparelli approfittò dell'occasione presentandosi non tanto per un interesse specifico nello studio dei pianeti, ma per verificare se l'accuratezza delle misure micrometriche fatte a stelle doppie con il suo telescopio producesse risultati altrettanto soddisfacenti anche nell'osservazione delle superfici planetarie. Inoltre, confessò l'astronomo milanese, volle appurare direttamente se corrispondeva al vero quanto si «suole narrare sulla superficie di Marte, sulle sue macchie e sulla sua atmosfera». Incoraggiato dalle buone osservazioni compiute, Schiaparelli si convinse che «l'interpretazione dei fenomeni osservati su Marte è cosa ancora in gran parte ipotetica» e decise di proseguire le misure per ottenere una «descrizione del pianeta non per mezzo di dischi o di ritratti di Marte fatti a misura d'occhio, ma dietro principi e con metodi geometrici» (Schiaparelli 1878).

Tentando una strada scientifica nuova, il più possibile non suggestionabile dalle sensazioni dell'astronomo, Schiaparelli poté delineare un profilo delle caratteristiche della superficie marziana più vicino alla realtà, almeno nelle linee generali. Se è vero che alcune delle conclusioni a cui giunse Schiaparelli, interpretando le rigorose misure, lo condussero verso spiegazioni che sollevarono

molte critiche, come la geminazione dei canali di Marte¹, va certamente riconosciuto all'astronomo di Brera il merito di aver proposto all'intera comunità scientifica un criterio 'impersonale' nelle misurazioni.

Definita la direzione dell'asse di rotazione del pianeta e individuati con il micrometro ben 62 punti fondamentali sulla superficie, Schiaparelli determinò la descrizione topografica di Marte, «precisamente come il geografo compie la descrizione di un paese della Terra». Nella comunicazione letta all'Accademia dei Lincei nella seduta del 5 maggio 1878, Schiaparelli spiegò che avrebbe voluto usare la nomenclatura già definita da Proctor, ma la complessità della sua mappa l'avrebbe costretto ad abolire alcuni nomi e a crearne molti altri: «Grandi isole sono sprofondate al fondo del mare (Isole di Phillips e di Jacob) o ad ogni modo non sono più isole». Decise allora di creare una «nomenclatura speciale». Al pari di Hevelius, Schiaparelli aveva notato una stretta analogia tra la superficie marziana e alcune regioni terrestri e pensò a una nuova nomenclatura, «fatta mentre stava lavorando al cannocchiale», che si ispirasse alle denominazioni geografiche. Ma a differenza di Hevelius non trasferì mari e montagne terrestri sul pianeta rosso, piuttosto elaborò un originale criterio di classificazione, rifacendosi a «nomi di geografia poetica e di archeologia mitica ... il cui suono desta nell'animo tante belle rimembranze». Spuntarono così il mare Cimmerio, la terra dell'Eden, il Golfo dei Titani, il Capo Circeo, il Lago di Tritone, per citare solo alcuni nomi della sua prima areografia (Schiaparelli 1878). Dal 1877 al 1888 l'astronomo italiano realizzò sette mappe areografiche arricchendo di dettagli topografici la cartografia marziana. Nonostante lo scienziato di Brera dichiarasse di non voler «sollecitare per essa l'approvazione degli Astronomi, né l'onore di passare nell'uso generale», sta di fatto che l'articolazione delle sue mappe di Marte restò l'unico riferimento fino alle soglie del volo spaziale (Fig. 5).

Durante la settima assemblea generale dell'IAU, tenuta a Zurigo nel 1948, l'astronomo francese Georges Fournier (1881-1954) evidenziò l'assenza di una nomenclatura marziana precisa e unanime: «gli osservatori han-

¹ Durante l'opposizione del 1881, Schiaparelli si convinse di aver osservato la geminazione dei canali, ovvero uno sdoppiamento delle linee, insieme a variazioni di spessore, lunghezza e colore che l'astronomo imputava allo scioglimento delle nevi e alle successive inondazioni. Questa divenne la prova inconfutabile dell'origine artificiale dei canali. Fu l'astronomo teramano Vincenzo Cerulli (1859-1927) che ne diede la corretta interpretazione imputando tale fenomeno a suggestioni ottiche dovute a immagini vaghe e indistinte del pianeta (Maggini 1924).



Fig. 5. *Mappa aerografica* composta, calcolata e delineata da Giovanni Virginio Schiaparelli, litografia di Alberto Moldenhauer, 1878. Cortesia: INAF-Osservatorio Astronomico di Padova.

no aggiunto alla nomenclatura di Schiaparelli, da una parte, un certo numero di nuovi oggetti, dall'altra hanno sostituito i nomi di strutture già nominate senza un'apparente necessità» (Lyot 1950). Si decise quindi di procedere a una revisione completa facendo «piazza pulita di tutte le designazioni di caratteristiche effimere e di piccole dimensioni che ingombrano le carte e le cui identificazioni sono incerte». La commissione IAU che si occupava delle osservazioni dei pianeti e dei satelliti decise di istituire una sub-commissione che elaborasse una proposta in tal senso da far approvare nella successiva assemblea generale dell'Unione che si sarebbe tenuta per la seconda volta in Italia, sempre a Roma. Qui nel 1952, presso le aule dell'Università La Sapienza, la commissione IAU esaminò i suggerimenti di Fournier e di altri esperti planetologi. L'astronomo francese propose di assegnare a ogni specifica struttura marziana il nome più antico tra quelli riportati nelle carte areografiche degli astronomi che, a partire da Schiaparelli, avevano realizzato mappe del pianeta, come Cerulli, Percy B. Molsworth (1867-1908), René Jarry-Desloges (1868-1951), Eugène M. Antoniadi (1870-1944) e lo stesso Fournier. Tali ipotesi furono ritenute troppo stringenti e presenta-

vano non poche incongruenze; la decisione fu, così, rimandata all'assemblea IAU del 1960 a Mosca. In questa occasione furono approvati definitivamente i principi generali per la designazione e identificazione delle regioni marziane, rifacendosi al criterio classico proposto da Schiaparelli per le grandi strutture della superficie e indicando quelle minori solamente con le loro coordinate planetarie (Kuiper 1960). La delibera definitiva della IAU fu accompagnata da sei carte planisferiche di Marte realizzate da Glauco de Mottoni y Palacios (1901-1988), ingegnere e astronomo italiano. De Mottoni, astronomo non professionista che a Genova aveva formato un proprio osservatorio, fu uno dei maggiori esperti mondiali del pianeta rosso e su questo settore di ricerca collaborò con gli Osservatori di Merate e di Parigi. Usando le lastre fotografiche ottenute all'Osservatorio francese di Pic du Midi durante le opposizioni di Marte del 1941, 1943, 1946, 1948, 1950 e 1952, egli redasse la mappa finale della superficie marziana riportando i soli dettagli rivelatisi essere sufficientemente permanenti durante gli undici anni di osservazioni. Lo studio di de Mottoni continuò anche negli anni a seguire, implementato dalle osservazioni ottenute con i principali telescopi terrestri

fino al 1967 e poi arricchito dalle fotografie delle sonde statunitensi Mariner VI e VII² nel biennio successivo (De Mottoni 1970). Egli pubblicò così, per la prima volta, uno studio comparativo sistematico di opposizioni di Marte molto distanti che permisero di distinguere le variazioni stagionali osservate nell'aspetto del suolo marziano da quelle di carattere secolare.

4. Conclusioni

Mentre il metodo di classificazione delle stelle proposto da Alessandro Piccolomini non sopravvisse nel tempo, soppiantato da quello introdotto nell'*Uranographia* da Bayer, il quale era ricorso all'alfabeto greco anziché a quello latino, la toponomastica di Giovan Battista Riccioli per la Luna e quella di Giovanni Virginio Schiaparelli per Marte surclassarono ogni altra proposta, imponendosi come le nomenclature standard. Pur partendo da criteri difformi, l'approccio sistematico e metodico adottato dai due italiani aveva convinto appieno la comunità scientifica internazionale; altrettanto aveva fatto la classificazione spettrale di Secchi. Sebbene quest'ultima non sia più utilizzata nella sua forma originale, avendo subito una radicale trasformazione dopo i lavori del gruppo di ricerca di Edward Pickering la figura di Angelo Secchi è ancor oggi celebrata come una delle massime autorità che hanno portato alla nascita della moderna astrofisica.

BIBLIOGRAFIA

- Bacon F. (1620) *Instauratio magna*. Londini, apud Ioannem Billium.
- Barentine J.C. (2016) *The lost constellations. A history of obsolete, extinct, or forgotten star lore*. Cham, Springer.
- Beaulieu A. (1992) L'énigmatique Gassendi: prévôt et savant. *La vie des sciences* 9: 205-229.
- Beziat L.C. (1876) *La vie et les travaux de Jean Hévelius*. Rome, Imprimerie des Sciences Mathématiques et Physiques.
- Biancani G. (1611) Lettera a Cristoph Grienberger. Parma, 14 giugno, Biblioteca nazionale centrale di Firenze, *Fondo galileiano*, Gal. 53.
- Bianchi E. (1936) Schiaparelli, Giovanni Virginio. *Enciclopedia italiana di scienze, lettere ed arti* 31: 77-79.
- Bianchi S., Galli D. & Gasperini A. (2016) *Le origini dell'astrofisica a Firenze*, in Chinnici I. (a cura di), *Starlight: la nascita dell'astrofisica in Italia*. Napoli, Arte'm, pp. 14-33.
- Beer W. & Mädler J.H. (1831) Physische Beobachtungen des Mars bei seiner Opposition im September 1830. *Astronomische Nachrichten* 8: 447-459.
- Britton J. & Walker C. (1997) *Astronomia e astrologia in Mesopotamia*, in Walker C. (a cura di), *L'astronomia prima del telescopio*. Bari, Dedalo, pp. 51-86.
- Cannon A.J. & Pickering E.C. (1901) Spectra of bright southern stars photographed with the 13-inch Boyden telescope as part of the Henry Draper Memorial. *Annals of Harvard College Observatory* 28: 129-263.
- Casanovas J. (2002) *L'astronomia dopo Keplero*, in Borgato M.T. & Leo O. (a cura di) *Giambattista Riccioli e il metodo scientifico dei gesuiti nell'età barocca*. Firenze, Olschki, pp. 119-131.
- Cassini G.D. (1666) *Martis circa axem proprium revolubilis observationes Bononiae a Jo. Domenico Cassino habitae*. Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, B4/2 (2).
- Chinnici I. (2019) *Decoding the Stars: a biography of Angelo Secchi, Jesuit and scientist*. Leiden, Boston, Brill.
- Cruls L. (1878) *Mémoire sur Mars. Taches de la planète et durée de sa rotation d'après les observations faites pendant l'opposition de 1877*. Rio de Janeiro, Typographia Nacional.
- Delambre G.B. (1821) *Histoire de l'astronomie moderne*. Paris, M. V. Courcier.
- Delporte E. (1930) *Atlas Céleste*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Depoorter M. (2020) *Jan van Eyck's discovery of nature, in Martens M. et al. (eds.), Van Eyck. An optical revolution*. Gent, Hannibal, pp. 204-235.
- De Mottoni y Palacios G. (1970) *Cartografia del pianeta Marte basata su documentazione fotografica internazionale a partire dal 1907. IV. opposizioni dal 1960 al 1967*. Genova, Sobrero.
- Donati G.B. (1866) Intorno alle striae degli spettri stellari. *Annali del R. Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze per il 1865*, n. s., I.
- Ernst G. (1998) Gallucci, Giovanni Paolo. *Dizionario Biografico degli Italiani* 51: 740-743.
- Flammarion C. (1864) *La pluralité des mondes habités*, 2.ème éd. Paris, Didier.
- Flammarion C. (1892) *La planète mars et ses conditions d'habitabilité*. Paris, Gauthier-Villars.
- Fontana F. (1646) *Novae coelestium, terrestriumq. rerum observationes*, Neapoli, apud Gaffarum.
- Forti G. (1993) The XV century skies painted in Florence. *Memorie della Società Astronomica Italiana* 64: 651-654.
- Galilei G. (1611) *De lunarium montium altitudine problema mathematicum ter habitum Mantuae*. Biblioteca nazionale centrale di Firenze. *Fondo galileiano*, Gal. 53.
- Gargano M. (2019) Della Porta, Colonna, and Fontana: the role of Neapolitan scientist at the beginning of the telescope era. *Journal of Astronomical History and Heritage* 22: 45-59.
- Gassendi P. (1644) Lettera a Hevelius, Parigi, 23 marzo 1644, *Opera Omnia*, 6: *Epistolae*, Lugduni, sumptibus Laurentij Anisson, & Ioannis Baptistae Deuenet, pp. 182-184.
- Gloriosi C. (1636) Lettera ad Antonio Santini, Biblioteca nazionale centrale di Firenze. *Fondo galileiano*, Gal. 95, cc. 78r-79r.

² Le immagini della sonda Mariner IV nel 1965, seppur le prime del pianeta Marte scattate dallo spazio, non erano risultate apprezzabili per la cartografia areografica sia per la qualità delle fotografie, sia per la mancata contemporaneità tra le osservazioni spaziali e quelle terrestri.

- Janssen J. (1895) Sur la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de la planète Mars. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* **121**: 233-237.
- Kanas N. (2012) *Star Maps. History, Artistry, and Cartography*. Chichester, Springer-Praxis.
- Kirchhoff G. (1860) Ueber die Fraunhofer'schen Linien. *Annalen der Physik* **185**: 148-150.
- Kirchhoff G. & Bunsen R. (1861) Chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen. *Annalen der Physik* **189**: 337-381.
- Kuiper G.P. (1960) 16. Commission pour les Observations physiques des planetes et des satellites. *Transactions of the International Astronomical Union* **10**: 249-264.
- Lamb J. (1848) *The Phenomena and Diosemeia of Aratus*. London, John Parker.
- Liot B.F. (1950) 16. Commission pour les Observations physiques des planètes et des satellites. *Transactions of the International Astronomical Union* **7**: 160-169.
- Maggini M. (1924) Sulle linee di Marte e sulla loro «geminazione». *Memorie della Società Astronomica Italiana* **3**: 118-129.
- Newton I. (1671) A letter of Mr. Isaac Newton, professor of the mathematicks in the University of Cambridge; containing his new theory about light and colors. *Philosophical Transactions*, **6**: 3075-3087.
- Pasachoff J. & Olson R. (2019) Depictions of the Moon in Western Visual Culture. *Oxford Research Encyclopedia of Planetary Science* (<https://bit.ly/35jiBPf>).
- Piccolomini A. (1540) *De le stelle fisse*. Venetia, al Segno del Pozzo.
- Pickering E.C. (1890) The Draper catalogue of stellar spectra photographed with the 8-inch Bache telescope as a part of the Henry Draper memorial. *Annals of Harvard College Observatory* **27**: 1-388.
- Pigatto L. & Zanini V. (2001) Lunar maps of the 17th and 18th centuries. Tobias Mayer's map and its 19th century edition, in Barbieri C. & Rampazzi F. (eds.) *Earth-Moon Relationships*, Padova, Kluwer Academic Publisher, pp. 365-377.
- Plutarco (1829) *Della faccia che si vede nel cerchio lunare* in Adriani M., *Opuscoli di Plutarco*, Tomo V, Milano, coi tipi di F. Sonzogno, pp. 317-377.
- Proctor R.A. (1867) A new determination of the diurnal rotation of the planet Mars. *Monthly notices of the Royal Astronomical Society* **27**: 309-312.
- Proctor R.A. (1872) *The orbs around us*, London. Longmans, Green.
- Pumfrey S. (2011) The selenographia of William Gilbert: his pre-telescopic map of the Moon and his discovery of lunar libration. *Journal for the History of Astronomy* **42**: 193-203.
- Riccioli G.B. (1651) *Almagestum novum astronomiam veterem novamque*. Bononiae, Ex Typographia Haeredis Victorij Benatij.
- Righini Bonelli M.L. & Van Helden A. (1981) *Divini and Campani. A forgotten chapter in the history of the Accademia del Cimento. Supplemento agli Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza* 1981.
- Schiaparelli G.V. (1878) Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte fatte nelle Reale Specola di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz durante l'opposizione del 1877. *Atti della R. Accademia dei Lincei. Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali*, s. 3, **2**: 308-346.
- Secchi A. (1859) Osservazioni di Marte fatte durante l'opposizione del 1858. *Memorie dell'Osservatorio del Collegio Romano*, n.s., **3**: 17-24.
- Secchi A. (1868) Sugli spettri prismatici delle stelle fisse. *Atti della Società Italiana delle Scienze detta dei XL*, s. III, **I(I)**: 67-104.
- Secchi A. (1869) Sugli spettri prismatici delle stelle fisse: memoria seconda. *Atti della Società Italiana delle Scienze detta dei XL*, s. III, **II(II)**: 73-133.
- Secchi A. (1877) *Le stelle*. Milano, Dumolard.
- Serra S. (1666) *Martis revolubilis observationes romanae ab afflictis erroribus vindicatae*. Romae, Dragonellus.
- Simonelli G.F. et al. (1747) *Scientia eclipsium ex imperio, et commercio Stnarum illustrata, Pars quarta*. Lucae, typis Salvatoris, & Jo. Dominici Marescandoli.
- Tolomeo C. (1515) *Almagestum Cl. Ptolemei Pheludiensis Alexandrini astronomorum principis*. Venetijs, ingenio labore & sumptibus Petri Liechtenstein Coloniensis.
- Tomasi F. (2015) Piccolomini, Alessandro. *Dizionario Biografico degli Italiani* **83**: 203-208.
- Van der Krogt P.C.J. & Ormeling F.J. (2014) Michiel Florent van Langren and lunar naming, in Tort i Donada J. & Montagut i Montagut M. (a cura di), *Els noms en la vida quotidiana*, Barcelona, Generalitat de Catalunya, pp. 1851-1868.
- Van Helden A. (1974) The telescope in the Seventeenth century. *Isis* **65**: 38-58.
- Van Langren M.F. (1646) *Plenilunii Lumina austriaca Philippica*.
- Vogel H. C. (1874) *Untersuchungen über die Spectra der Planeten*. Leipzig, Engelmann.
- Whitaker E.A. (1989) Selenography in the seventeenth century, in Taton R. & Wilson C. (eds.), *Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 119-143.
- Whitaker E.A. (1999) *Mapping and Naming the Moon: A History of Lunar Cartography and Nomenclature*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Zanini V., Gargano M. & Gasperini A. (2019) Italian Astronomers in the IAU: the contribution and role of Italian astronomers from the foundation to the Second World War, in Sterken Ch., Hearnshaw J. & Valls-Gabaud D. (eds.), *Under One Sky: The IAU Centenary Symposium*. Proceedings of the International Astronomical Union **349**: 248-255.