



Publication Year	2019
Acceptance in OA @INAF	2023-02-08T16:50:41Z
Title	Le Lune di Padova / The Moons of Padova
Authors	CREMONESE, Gabriele; ZAGGIA, Simone; ZANINI, Valeria
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/33292

Gabriele Cremonese, Simone Zaggia e Valeria Zanini

Le Lune di Padova



The Moons of Padova

INAF - Osservatorio Astronomico di Padova

Gabriele Cremonese, Simone Zaggia e Valeria Zanini

Le Lune di Padova

The Moons of Padova

Catalogo della mostra iconografica

Mezzo secolo, 50 anni. Un periodo comparabile con quello della vita umana e persino maggiore del periodo attivo di un lavoratore, oggi. Se dovessi descrivere con una sola parola come potrebbero essere la scienza, la tecnologia e l'umanità, tra un simile lasso di tempo, non avrei dubbio nel definirle "impredicibili". Solo mezzo secolo prima dell'evento che celebriamo quest'anno, portare persone sulla Luna e ritornarle sane e salve sulla Terra era per tutti un sogno, più che una *vision*. Tranne che per pochissimi.

Il seme di quei pochi che coltivarono l'idea del volo spaziale usando la propulsione a razzo - tra questi, Konstantin Ciolkovskij, considerato il "padre dell'astronautica" - richiese tempo per crescere, ma ha poi cancellato, in quel 1969, tutti coloro che in precedenza avevano "dimostrato" l'impossibilità di un simile risultato. Perché c'è sempre qualcuno pronto a dimostrare che esistono limiti invalicabili, insopportabilmente stretti per le menti più brillanti.

Con questa mostra, inserita all'interno di una più ampia rassegna d'incontri, spettacoli e conferenze, abbiamo voluto dunque celebrare i 50 anni del volo dell'Apollo 11, ricordando però che ci sono tante altre lune oltre alla nostra, dentro e fuori il nostro Sistema Solare, che attendono di essere visitate da nuovi esploratori. Scienziati ed innovatori *in primis*, due figure che spesso si incastrano perfettamente in quella dell'astronomo moderno, formatosi alla scuola della nuova scienza inaugurata da Galileo Galilei.

Ripercorrendo la storia dell'esplorazione "lunare" - di qualsivoglia luna si parli - noi astronomi abbiamo lo sguardo rivolto al futuro, ai prossimi 50, impredicibili, anni. E vorremmo coinvolgere in questo sguardo un pubblico più vasto, sperando di accendere una scintilla negli occhi dei più giovani, perché possano "sognare oltre", verso un brillante futuro d'imprese spaziali e di conoscenze scientifiche.

Roberto Ragazzoni

Direttore INAF-Osservatorio Astronomico di Padova

Half a century, 50 years. A timescale comparable with the human lifetime, even larger than the nowadays active period of a worker. If I had to describe with a single word how science, technology and humanity would be in 50 years from now, I would have no doubt defining them as "unpredictable".

Only half a century prior to the event we are celebrating this year, bringing people to the moon and returning them healthy and safe to Earth was basically fiction, rather than a vision, for everyone except for very few pioneers. The dream of those few who cultivated the idea of space flight using rocket propulsion - among these, Konstantin Tsiolkovsky, considered the "father of astronautics" - took time to grow, but then in 1969, prevailed over those who previously had "demonstrated" the impossibility of such a result. This is simply because there is always someone ready to prove that insurmountable limits exist, unbearably tight for the brightest minds.

This exhibition, included in a wider series of meetings, performances and conferences, wanted to celebrate the 50th anniversary of the Apollo 11 flight, keeping in mind that there are several moons in and out our Solar System waiting to be visited by new explorers. Scientists and innovators *in primis*, often perfectly blended in the modern astronomer, trained at the school of the new science inaugurated by Galileo Galilei.

Going back over the history of the "lunar" exploration - of whatever kind of moon we speak of - astronomers look to the future, to the next 50, unpredictable, years. We would like to involve a wider audience in this view, hoping to ignite a spark in the eyes of the youngest, because they can "dream beyond", towards a brilliant future of space ventures and scientific knowledge.

Roberto Ragazzoni

Director of INAF-Astronomical Observatory of Padua

La Luna è l'oggetto celeste a noi più vicino e anche quello che più di ogni altro, nel corso dei secoli, ha acceso la curiosità, lo stupore e l'immaginazione dell'Uomo. Da Luminare della notte e da misuratore del tempo, quale essa è stata per i popoli antichi, la Luna è poi divenuta oggetto di desiderio e di conquista impossibili, come testimoniano il fantastico viaggio sulla Luna di Astolfo, narrato da Ludovico Ariosto, o quello di Barbicane, Ardan e Nicholl, magistralmente descritto dalla penna di Jules Verne.

Con l'avvento dell'astronomia telescopica, divenne evidente che la nostra Terra non è l'unico pianeta del Cosmo a godere di un satellite naturale perennemente in orbita attorno a sé, ma che altre, e altrettanto affascinanti Lune, ruotano con imperitura grazia attorno ad altri pianeti, sia nel nostro Sistema Solare che fuori di esso.

La mostra iconografica *Le Lune di Padova* è nata proprio per raccontare le scoperte e gli studi fatti sulla Luna, e sulle innumerevoli Lune che popolano il Cielo, dagli astronomi che a Padova sono nati o hanno operato. A partire da Galileo Galilei, che nel 1609 per la prima volta nella storia dell'umanità rivolse il suo telescopio verso il nostro satellite, rivelando la sua vera natura di corpo roccioso, con montagne e avvallamenti simili a quelli terrestri, sino i recentissimi studi sul ghiaccio lunare condotti dal team dei planetologi padovani, passando attraverso alle numerose scoperte di altre Lune che hanno costellato la storia dell'astronomia degli ultimi 400 anni.

Gabriele Cremonese, Simone Zaggia e Valeria Zanini
Curatori della mostra

Of all the celestial objects, Moon is the closest to us and, over the centuries, it has stimulated the Man's curiosity, wonder and imagination more than any other. In ancient times, it was a guide in the night and a time measurer, then it has become the object of impossible desire and conquest, as evidenced by the fantastic journey to the Moon carried out by Astolfo, told by Ludovico Ariosto, or that of Barbicane, Ardan and Nicholl, masterfully described by Jules Verne.

After the birth of telescopic astronomy, it became apparent that our Earth is not the only planet in the Universe with a natural satellite perpetually in orbit around itself, but other fascinating Moons revolve around other planets, both in our Solar System and outside it.

The iconographic exhibition *The Moons of Padova* tells the discoveries and studies made about the Moon, and about the countless Moons that populate the Sky, by astronomers who were born or operating in Padua.

The exhibition starts from Galileo Galilei, which pointed his telescope to our satellite in 1609 - for the first time in human history - and revealed its true nature of rocky body, with mountains and depressions like the Earth's ones, and arrives up to the very recent studies on the lunar ice, led by the team of Paduan planetologists, passing through the numerous discoveries of other Moons that have studded the history of astronomy of the last 400 years.

Gabriele Cremonese, Simone Zaggia e Valeria Zanini
Curators of the exhibition

30
 Adi 7. di Gennaio 1610 Giove si vedeva col Cannone ad
 3. stelle offe coti * * * delle quali restil'annone
 niuno si vedeva. * * * a d. d. appariva coti * * * ora dag



2.8
 cio' è d.
 vicina
 l'altra
 te tre
 l'he
 bli ad
 ella
 utopi
 era
 pi era
 mitata
 i Giove
 * * *
 videtali
 tabilim
 ano come
 ro
 vide l'ent
 x d sono
 * * *
 stitij
 era di
 ad fac
 mostro
 e he più
 l'innat



Galileo e la Luna

La superficie della Luna non è affatto liscia, uniforme e di sfericità esattissima, come di essa Luna e degli altri corpi celesti una numerosa schiera di filosofi ha ritenuto, ma al contrario, disuguale, scabra, ripiena di cavità e di sporgenze, non altrimenti che la faccia stessa della Terra, la quale si differenzia qua per catene di monti, là per profondità di valli.

Così Galileo Galilei (1564-1642) nel suo *Sidereus Nuncius* pubblicato nel marzo del 1610 dà inizio alla descrizione delle mirabolanti scoperte astronomiche compiute grazie al cannocchiale da lui perfezionato e che l'anno precedente, proprio da Padova, primo nella Storia, egli rivolse verso il Cielo. Galileo aveva costruito il suo primo 'cannone' (così chiamò all'inizio la grossa canna cui applicò alle estremità le due lenti) nella tarda primavera del 1609 e lo aveva via via migliorato, fino a donarne una copia al Doge di Venezia, che lo ricompensò lautamente. Nell'autunno di quello stesso anno, dopo aver levigato lenti sempre più precise, egli lo puntò alla Luna. Un'attenta e accurata osservazione delle chiazze luminose, nella parte in ombra, e delle piccole macchie oscure, nella parte illuminata, e del loro modificarsi al passare delle ore e dei giorni, lo aveva convinto che si trattava del gioco di luci e ombre creato dal sorgere del Sole sul suolo lunare, in stretta analogia a quanto accadeva sulla Terra. Da esperto di pittura, quale egli era, Galileo dipinse con amabile maestria il grande luminaire della notte, realizzando la prima immagine telescopica della Luna. Con Galileo l'idea di un mondo celeste perfetto e incorruttibile, che si era consolidata ormai da millenni, crollò bruscamente, sconvolgendo la cultura dell'epoca.

Nell'immaginario collettivo di molti padovani, e non solo, la torre della Specola sarebbe il luogo dal quale il celebre pisano avrebbe eseguito queste straordinarie scoperte. In realtà Galilei non frequentò mai

quest'Osservatorio, perché la sua edificazione sulla preesistente torre maggiore del Castelvecchio della città non fu messa in atto se non a partire dal 1767, cioè circa 150 anni dopo che egli lasciò Padova per trasferirsi a Firenze, alla corte dei Medici. Purtroppo, Galileo è da sempre presente in Specola, nel grande dipinto realizzato alla sommità della torre da Giacomo Ciesa nel 1773. La scena mitologica che sovrasta il ritratto ci mostra la figura di un giovane proteso in ammirazione verso la Luna che sembra, a sua volta, guardarlo amorevolmente. È il mito del pastore Endimione di cui Selene, la Luna, s'innamorò, ricambiata. Galileo, come un novello Endimione, per primo conobbe la reale natura della Luna e ne svelò al mondo il mistero.

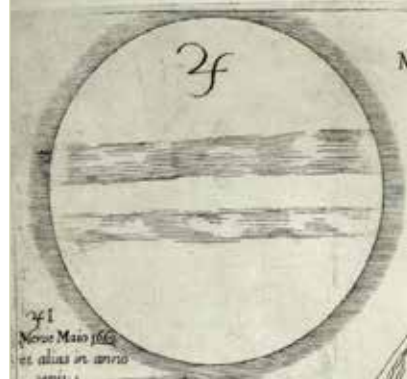
In figura, a sinistra: i disegni originali di Galileo Galilei, vergati di sua mano qui a Padova ed ora conservati a Firenze, presso la Biblioteca Nazionale. A destra: Giacomo Ciesa, *Ritratto di Galileo Galilei*; Galilei è raffigurato con la toga d'ermellino e regge nella mano destra il cannocchiale. Sopra, il mitico pastore Endimione guarda la Luna che lo osserva amorevolmente (Museo La Specola, INAF-Osservatorio Astronomico di Padova).

Galileo and the Moon

In March 1610 Galileo had printed the Sidereus Nuncius, to announce to the World the extraordinary discoveries made with his telescope. In this book five Moon images in different phases were engraved (in the figure, the original drawings): Galileo noticed bright 'excrescences' in the dark portion of the Moon, and small black spots in the illuminated one. Their modifications in the passing of time, convinced him that the fact was due to the variation of the light as the Sun gradually rose above the lunar horizon. In this way, the idea of a perfect and incorruptible celestial world, consolidated for millennia, collapsed abruptly, upsetting the time culture. According to a false tradition, Specola is the place from which Galileo performed his extraordinary astronomical discoveries. Indeed, the Observatory was never attended by the famous scientist, because its institution was not implemented until 1767, that is, about 150 years after Galileo left Padua and moved to Florence. Only his big portrait painted between 1772 and 1773 by Giacomo Ciesa is in the Observatory.

ICON LUNARIS

Ex Duodecim ipsius Phasib, a prima scilicet post α , usq, ad δ subsecutus mense Octobris 1662
Mutin^e ex Astronomica Mahianana Specula per exquisitum vigintiquattuor Palmorum Telescopium diligentissime delineata
a Genesiano Montanario IVD. Mutinense Astronomicorum. III^{us} et Exc^{ellentissimo} D^{omi}ni Marchionis Cornely Mahian^{ensis} Studio.



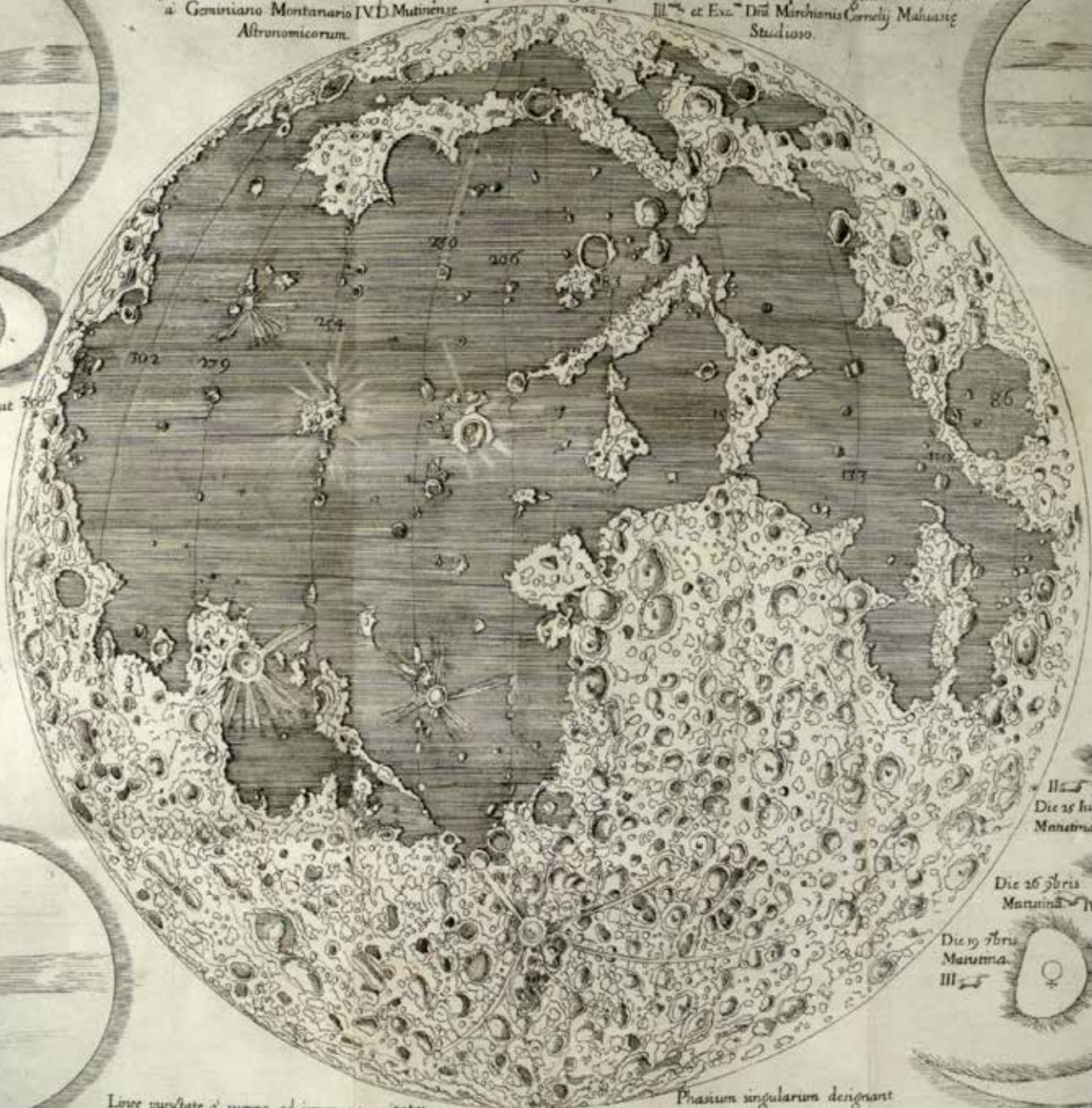
24
Novo Mase 1662
et alius in anno
septius



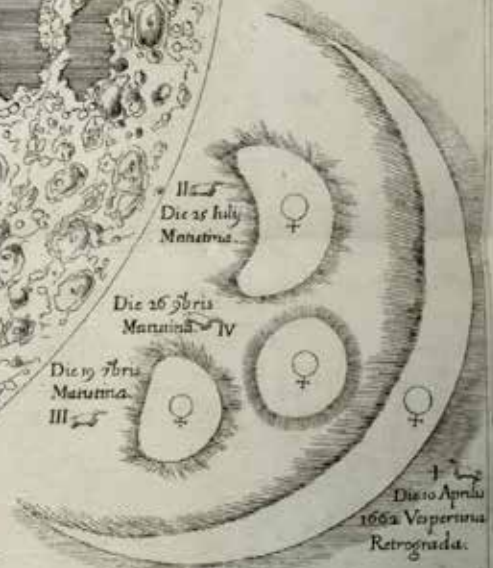
24 III
24 Augusti
et decem per
aliquot dies.



27
Toto anno 1662 talis apparuit



Linee punctatę a summo ad inum, extremitates
numeri vero circa ipsas indicant horam cuiusq, Obseru^{ationis} a α cum Sole numeratam

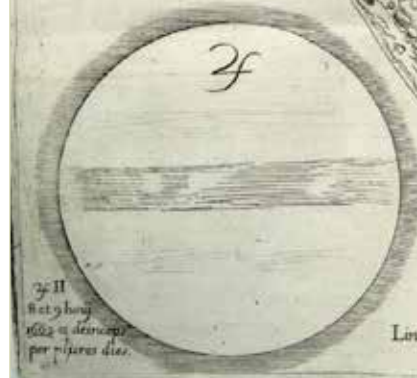


II
Die 25 Julij
Maurina

Die 26 Ibris
Maurina IV

Die 19 Ibris
Maurina III

Die 10 Aprilis
1662 Vesperina
Retrograda.



27 II
Ret^{rograda}
1662 a decem
per quatuor dies

Un reticolo per la Luna

L'astronomo modenese Geminiano Montanari (1633-1687) disegnò una delle più esatte mappe lunari del XVII secolo. Essa fu realizzata grazie all'ausilio di uno speciale reticolo filare di sua invenzione, formato da una 'graticola' di fili d'argento intersecantesi perpendicolarmente tra loro; collocato sul fuoco del cannocchiale kepleriano di 24 palmi (circa 6 metri) che Montanari si era costruito levigando personalmente le lenti, esso generava l'immagine di una griglia di ottantuno quadratini sovrapposta alla Luna, e ciò consentiva di individuare con estrema precisione i dettagli della superficie lunare. Montanari tracciò questa carta osservando la Luna in dodici fasi successive, dal novilunio al plenilunio del mese di ottobre 1662, generando quindi una delle più dettagliate mappe selenografiche dell'epoca.

Grazie alle qualità tecniche e scientifiche che dimostrò di possedere, nel 1664 egli ottenne la nomina a Professore di Matematica all'Università di Bologna, dove si dedicò a studi scientifici vari, dalla meccanica, alla chimica, alla fisiologia. Il suo principale interesse, però, rimase sempre l'astronomia e al periodo bolognese si ascrive anche la sua dimostrazione della variabilità della stella Algol.

Divenuto ormai scienziato di fama internazionale, per poterlo avere al suo servizio la Serenissima istituì appositamente la cattedra di 'Astronomia e Meteore' presso lo Studio patavino. Nel 1678, ottenuta la cattedra a Padova, egli divenne quindi consulente della Repubblica di Venezia in materie eterogenee, dalla supervisione delle acque a quella della Zecca, fino alla balistica delle artiglierie. In terra veneta continuò le osservazioni astronomiche e in particolare si interessò alle comete del 1680 e del 1682 (ovvero la cometa di Halley) e le sue osservazioni confluirono nei dati utiliz-

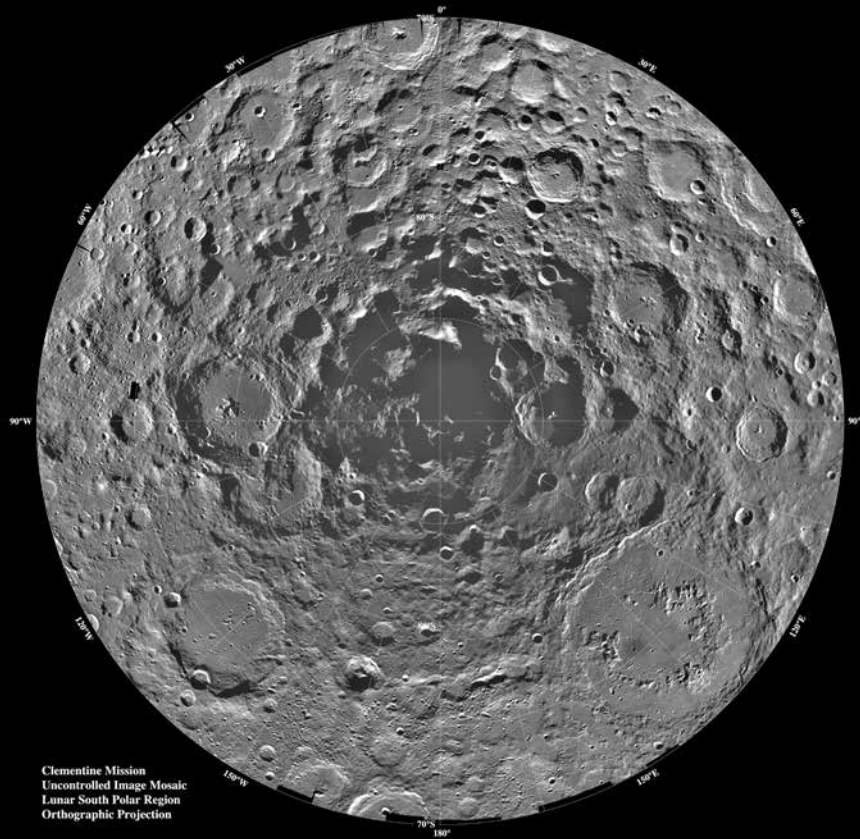
zati da Newton per elaborare la teoria della gravitazione universale.

Montanari può anche essere considerato un precursore della lotta alle fake-news: per dimostrare la falsità delle teorie oroscopiche ideò, infatti, un almanacco di previsioni astrologiche basate esclusivamente sul caso e sulla fantasia dei redattori. Tale almanacco riscosse un grande successo di pubblico e continuò a essere edito fino alla stampa de *L'astrologia convinta di falso col mezzo di nuove esperienze, e Ragioni Fisico-Astronomiche, o sia la caccia del Frugnuolo* (1685), forse la sua opera più celebre, con la quale intese dimostrare, con metodologia scientifica, l'inconsistenza dell'astrologia e la sua estraneità alla scienza astronomica.

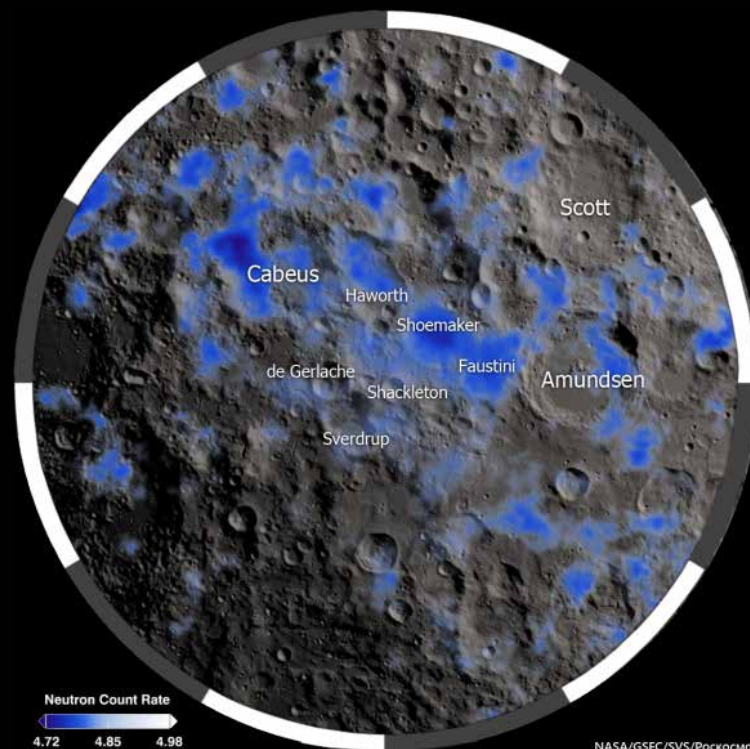
In figura: la grande mappa lunare (84x44 cm) di Geminiano Montanari, pubblicata all'interno del volume *Ephemerides novissimae motuum coelestium* (Modena 1662) del Marchese Cornelio Malvasia, suo mecenate.

A reticule for the Moon

*Geminiano Montanari (1633-1687) invented a special reticule, made by two sets of silver threads at right angles, inserted in the focal plane of his Keplerian telescope. So, on October 1662, he observed twelve Moon phases' sequence overlapped by a grid divided in equal squares and drew one of the most detailed selenographic maps of the 17th century (in the figure). Being an internationally renowned scientist, the Republic of Venice instituted the chair of 'Astronomy and Meteor' in order to have him as professor at the University of Padova. Montanari was also a precursor of the fight against fake-news. In order to demonstrate the astrology's hoax, in fact, he drawn up an almanac of random astrological predictions, according on the imagination of the editors, for 18 years. This was a very successful almanac, so in 1685 he published *L'astrologia convinta di falso (Lying Astrology)*, his most famous work, to explain scientifically the deceptions of astrology.*



Clementine Mission
Uncontrolled Image Mosaic
Lunar South Polar Region
Orthographic Projection



Neutron Count Rate
4.72 4.85 4.98

NASA/GSFC/SVS/Рокосмос

Una granita lunare

Nel 1998 la NASA lanciò la missione Lunar Prospector e, oltre alla mappatura della composizione chimica superficiale della Luna, uno degli obiettivi era la ricerca dell'acqua sulla Luna. La presenza di acqua nei crateri polari venne ipotizzata pochi anni dopo proprio con le misure indirette del Lunar Prospector.

Perché ai poli lunari? Perché l'asse di rotazione della Luna è perpendicolare alla sua orbita attorno alla Terra e al Sole, quindi i crateri d'impatto ai poli della Luna sono perennemente in ombra, con temperature medie di -190°C , consentendo la permanenza del ghiaccio d'acqua anche per miliardi di anni.

Solamente nel 2009 la NASA lanciò la sonda LCROSS (Lunar CRater Observation and Sensing Satellite) per cercare direttamente l'acqua lunare. Essa era costituita da un 'impattore', il primo stadio del lanciatore, destinato a precipitare sulla superficie lunare su cui si ipotizzava la presenza del ghiaccio, seguito da un satellite con gli strumenti necessari per misurare l'acqua, che effettivamente venne trovata nella nuvola sollevata in seguito all'impatto e nella regione circostante.

Lo schianto avvenne nel cratere Cabeus, vicino al Polo Sud, ma l'evidenza di acqua venne confermata in seguito anche in altre regioni vicine, grazie alle misure della sonda LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) che ancora oggi è in orbita attorno alla Luna.

La presenza d'acqua fu successivamente confermata in molte altre zone lunari, anche grazie alle immagini fornite da altre sonde che erano operanti prima di LCROSS, ma i cui dati non erano stati analizzati nella maniera più appropriata. È difficile stimare la quantità di acqua presente sulla Luna con le misure attuali; alcuni autori ipotizzano che sulla superficie del cratere Cabeus ce ne sia il 6% in massa, mescolata con la polvere lunare, chiamata regolite.

Diverse agenzie spaziali internazionali hanno iniziato a progettare rover e lander da sganciare proprio ai poli, per andare ad analizzare l'acqua lunare in situ e capirne così l'origine e la quantità presente. I ricercatori dell'Osservatorio Astronomico di Padova saranno in prima linea anche su questo fronte!

In figura, in alto: immagine del polo sud lunare composta da un mosaico di 1500 immagini riprese dalla sonda Clementine nel 1994. Le regioni polari della Luna sono di particolare interesse per la ricerca del ghiaccio lunare, perché presentano aree perennemente ombreggiate. In particolare, al polo sud l'area che rimane in ombra è più vasta di quella al polo nord (Credit: NASA/JPL). In basso, a sinistra: illustrazione artistica del satellite LCROSS mentre si avvicina all'impatto con il polo sud lunare (Credit: NASA/JPL). In basso, a destra: Immagine ottenuta dalla sonda LRO sulla presenza di idrogeno al polo sud lunare (Credit: NASA/Roscosmos).

A lunar 'granita'

In 1998 NASA Lunar Prospector mission mapped the Moon's surface chemical composition and searched for water which was later indirectly measured in the polar craters. The poles are perpetually in shadow, with average temperatures of -190°C , allowing the water to remain frozen even for billions of years. In 2009, the LCROSS probe sent an 'impactor' on the lunar surface to find water in the cloud raised following the impact. The crash occurred in the Cabeus crater finding directly water but evidence was later confirmed in other neighboring regions, thanks to the Lunar Reconnaissance Orbiter. It is difficult to estimate the amount of water present on the Moon, in Cabeus crater there is 6% in mass, mixed with the lunar dust. Several international space agencies have begun to design rovers and landers to be dropped right at the poles, to go and analyze lunar water in situ and thus understand its origin and quantity.

Figure, above: image of the south lunar pole composed of a mosaic of 1500 images taken by the Clementine probe in 1994. Below, left: artistic illustration of the LCROSS satellite as it approaches the impact with the south lunar pole; right: image obtained from the LRO probe on the presence of hydrogen at the south lunar pole.



Nuove Lune per un nuovo Cielo

Il giorno 7 gennaio del corrente anno 1610, alla prima ora della notte seguente, mentre guardavo gli astri celesti con il cannocchiale, mi si presentò Giove; e poiché m'ero preparato uno strumento proprio eccellente, m'accorsi (ciò che prima non era affatto accaduto per la debolezza dell'altro apparecchio), che gli stavano accanto tre Stelline, piccole invero, ma pur lucentissime; le quali, per quanto fossero da me credute del numero delle fisse, tuttavia mi destarono una qualche meraviglia, per il fatto che apparivano disposte secondo un'esatta linea retta e parallela all'Eclittica, e più splendide delle altre loro pari per grandezza. [...] Il giorno 13 furono da me viste quattro Stelline [...]: formavano press'a poco una linea retta, ché la media delle occidentali di un poco si scostava dalla retta verso settentrione.

Con queste parole nel *Sidereus Nuncius* Galileo annuncia la scoperta più strabiliante da lui compiuta con il suo cannocchiale, osservando il cielo sud dalle finestre della sua casa padovana, sita nell'odierna via Galileo Galilei, in quelle fredde sere invernali del gennaio 1610: quattro nuovi pianeti, mai visti da alcuno prima di quel momento, sono in movimento attorno a Giove, in assoluta analogia con quanto fa la Luna attorno alla Terra nel sistema Copernicano.

Proprio questo diventerà uno degli argomenti principali per sostenere la validità del nuovo Sistema del Mondo, contro l'antica teoria geocentrica. La fisica aristotelica, infatti, prevedeva che il Cosmo potesse avere un unico centro di rotazione, che il sistema tolemaico aveva individuato nella Terra. Il sistema Copernicano, invece, ne prevedeva necessariamente due: il Sole, centro di rotazione per tutti i pianeti, e la Terra, centro di rotazione per la Luna.

La scoperta inconfutabile di un nuovo centro di rotazione attorno a Giove permetterà a Galileo di dare una spallata definitiva alla vecchia fisica aristotelica, avviando il processo di sviluppo della nuova fisica - e della nuova scienza - che si completerà alla fine del XVII secolo con la teoria della gravitazione universale di Isaac Newton.

In figura: Giove con tre delle sue Lune galileiane, che proiettano la loro ombra sul gigantesco pianeta, sono immortalati da questa incredibile istantanea del telescopio spaziale Hubble. Europa, Callisto e Io sono distinguibili da sinistra (in basso) a destra (in alto) in una rara congiunzione tripla. Si possono distinguere per i loro colori: Europa è quasi bianca, a causa del ghiaccio di cui è rivestita, mentre la superficie craterizzata di Callisto la rende di un marrone scuro. Il vulcanico Io, infine, appare invece giallastro. Le lune galileiane hanno diametri da 3.000 a 5.000 chilometri circa, paragonabili per dimensioni alla luna terrestre (Credits: NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team STScI/AURA).

New Moons for a new Sky

On January 1610 Galileo discovered four satellites revolving around Jupiter, just as the Moon around the Earth in the Copernican system. This discovery was one of the main arguments to support the new World System, against the ancient geocentric theory. For the Aristotelian physics, in fact, Cosmos had a single rotation center, the Earth. The Copernican system, on the other hand, needed two ones: the Sun, rotation center for all the planets, and the Earth, rotation center for the Moon.

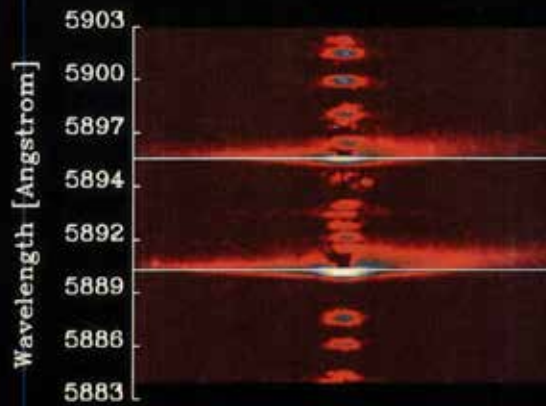
The incredible discovery of a new center of rotation around Jupiter was the kiss of death for the old Aristotelian physics. The development of a new physics - and a new science - started and it was completed at the end of the seventeenth century with the theory of the universal gravitation of Isaac Newton.

Photo shows Jupiter with three of the four Galilean Moons: Europa, Callisto and Io are visible from left (bottom) to right (top) in a rare triple conjunction.



IO ASIAGO ECHELLE DATA

NAME = IODAT:AI922004T



← JUPITER 1 R_J

OBJECT = IO
 DATE = 20/02/1989
 TIME = 19:02:31

MAG LONG = 269.59°
 J CML = 343.65°
 IO SGC = 254.06°



21-OCT-1991 10:26

Io e la sua atmosfera

Nel ventesimo secolo, con l'inizio dell'esplorazione spaziale, le sonde Voyager si sono avvicinate a Giove e ai suoi satelliti scoperti a Padova da Galileo Galilei nel 1610, fornendoci per la prima volta delle immagini ravvicinate di questi nuovi mondi.

Sin da subito Io, uno dei quattro satelliti medicei, si rivelò estremamente interessante e gli scienziati si resero conto che esso rappresentava il corpo più attivo del Sistema Solare: l'enorme forza mareale dovuta alla vicinanza di Giove genera, infatti, un'intensa attività vulcanica, tanto che se Io avesse un oceano d'acqua, la sua marea raggiungerebbe un'altezza di 15 km.

All'inizio degli anni '80, nel corso di una campagna osservativa, ci si accorse che questa luna gioviana presentava un fenomeno strano e ben visibile. Successive osservazioni spettroscopiche portarono alla scoperta di una grande nube di atomi neutri di sodio che circonda l'intero satellite, come rappresentato nell'immagine in figura (in basso a destra) che ci mostra Io avvolto in una nuvola gialla di sodio mentre orbita attorno a Giove.

Stimolati da queste scoperte, alla fine degli anni '80 gli astronomi padovani Cesare Barbieri e Gabriele Cremonese decisero di fare delle osservazioni specifiche di questa nube di sodio, utilizzando il telescopio Copernico da 182 cm di Cima Ekar ad Asiago, che era dotato di uno spettrometro echelle ad alta risoluzione. A quell'epoca il Copernico rappresentava il più grande telescopio italiano e, insieme allo spettrometro echelle, era sicuramente competitivo a livello internazionale. Inoltre non era difficile ottenere diverse notti osservative. Le osservazioni proseguirono per qualche

anno, per alcune notti al mese, ogni qualvolta Giove era visibile, quindi in estate o in inverno.

Diversi studenti del corso di laurea in Astronomia dell'Università di Padova, durante il loro lavoro di tesi, contribuiscono sia alle osservazioni telescopiche che all'analisi dei dati di questa interessantissima atmosfera di Io.

In figura, in alto: la superficie butterata del satellite Io, dovuta alla caldere attive, e sul bordo un'eruzione in atto (Credit: NASA/JPL/University of Arizona). In basso, a sinistra: tipico spettro ad alta risoluzione della nube di sodio di Io, ottenuto a Cima Ekar. Le fasce orizzontali rosse rappresentano le due righe in emissione degli atomi di sodio alla lunghezza d'onda di 5900 Angstrom (1 Angstrom corrisponde a 10^{-10} metri).

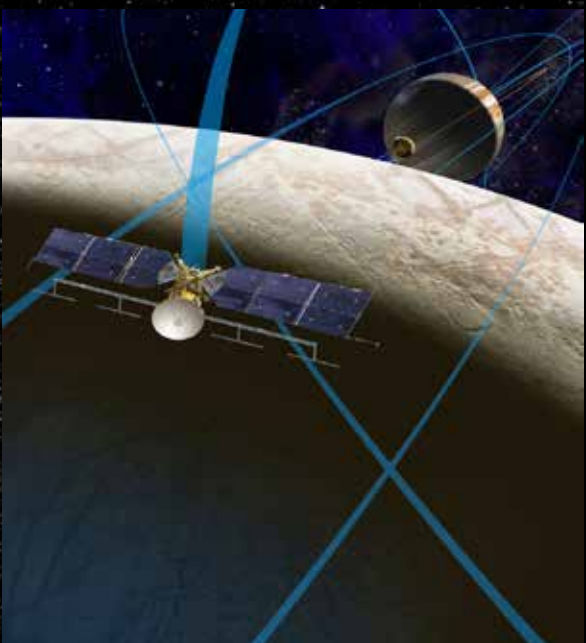
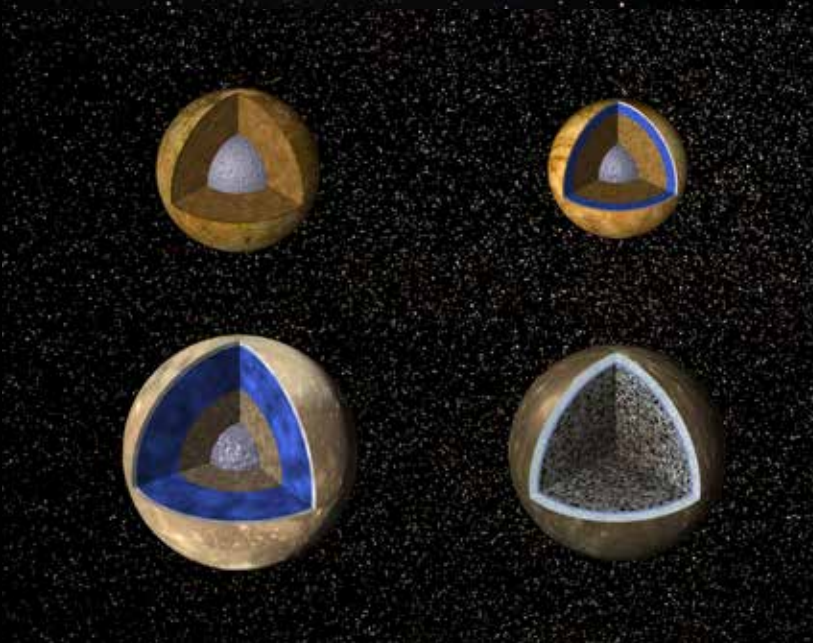
Io and its atmosphere

With the start of space exploration, the Voyager probes approached Jupiter and its satellites discovered in Padua by Galileo Galilei, providing for the first time close-up images of these new worlds. Io proved to be extremely interesting

as the most active body of the Solar System: enormous tidal deformations are induced by the proximity of Jupiter generating an intense volcanic activity. In the early '80s, during an observational campaign, it was noticed that Io presented a strange and clearly visible phenomenon. Spectroscopic observations led to the discovery of a large cloud of yellowish neutral sodium atoms surrounding the entire satellite (see figure, below, left). Paduan astronomers C, Barbieri and G. Cremonese using the 182 cm telescope of Cima Ekar repeatedly observed the satellite for many years monitoring this very interesting atmosphere.

In the figures, above: the pockmarked surface of the satellite Io, due to the active caldera, and on the edge an eruption in progress. Below: typical high resolution spectrum of Io's sodium cloud, obtained at Cima Ekar. The red horizontal bands represent the two lines in emission of the sodium atoms at the wavelength of 5900 Angstrom ($1 \text{ Angstrom} = 10^{-10} \text{ m}$).

2001: A SPACE ODYSSEY



Una 'succulenta' missione!

Oggi sappiamo che Giove ha decine di satelliti che gli orbitano attorno, ma i quattro satelliti galileiani sono quelli che più hanno stimolato l'interesse degli scienziati e degli scrittori di fantascienza. Le prime immagini ravvicinate di Io, Europa, Ganimede e Callisto, in ordine di distanza da Giove, arrivarono nel 1979 dalle sonde *Voyager*, che ci passarono vicino nel loro viaggio verso i confini del sistema solare. Nel 1996 la sonda *Galileo*, orbitante attorno a Giove per moltissimi mesi, ha fornito molti più dati anche se, a causa di un guasto, solo una piccola percentuale dei dati raccolti fu trasmessa a Terra. Fu comunque sufficiente per farci notare che le caratteristiche fisiche e la struttura interna dei quattro satelliti sono tra loro completamente diverse: Europa e Ganimede presentano al loro interno un oceano di acqua liquida, evidenziato sia da osservazioni della superficie che dai modelli teorici, assente negli altri due, in particolare Io, che invece subisce l'elevata forza mareale di Giove. Ganimede inoltre è l'unico satellite dell'intero Sistema Solare ad avere un campo magnetico.

È incredibile pensare che già nel 1951 – 45 anni prima della missione *Galileo* – Arthur Clarke, scrittore e scienziato, nel suo libro *The Sentinel* scriveva che Europa aveva acqua liquida ed era abitato da forme di vita diverse da noi! È sui libri di Clarke che Stanley Kubrik realizzò nel 1968 la sua celebre 2001 Odissea nello spazio. La fantascienza diventò scienza solo trent'anni dopo, ma dalla sonda *Galileo* in poi ancor oggi le agenzie spaziale internazionali approvano nuove missioni per esplorare Giove e i suoi satelliti, soprattutto Europa e Ganimede, per capire l'origine e la consistenza dei loro oceani di acqua liquida. In particolare, nel 2014 l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ha approvato la nuova grande missione JUICE ('succo', in inglese), con l'obiettivo di orbitare attorno a Giove per un anno e mezzo, passando due volte vicino a Europa e poi inserirsi in orbita attorno a Ganimede per 6 mesi. JUICE verrà lanciata nel 2022 con l'Ariane 5 per arrivare su Giove nel

2030. In questa missione l'Osservatorio Astronomico di Padova, con il team guidato da Gabriele Cremonese, riveste un ruolo importante perché è responsabile – nella scienza, nella pianificazione delle osservazioni e nell'analisi ottica – della camera Janus, che salirà a bordo di JUICE.

In figura, in alto: un richiamo al film 2001 Odissea nello spazio e JUICE, con i suoi grandi pannelli solari, 80 metri quadrati, necessari per fornire energia elettrica al satellite e i suoi strumenti alla grande distanza dal Sole cui deve arrivare, ben 780 milioni di km (Credit: European Space Agency). In basso, a sinistra: L'immagine ci mostra la possibile struttura interna dei quattro satelliti galileiani che sono, nell'ordine dall'alto a sinistra: Io, Europa, Ganimede e Callisto. Le superfici sono mosaici di immagini ottenute nel 1979 dalla sonda *Voyager*, mentre le caratteristiche interne sono dedotte dal campo gravitazionale e dalle misurazioni del campo magnetico effettuate dalla sonda *Galileo* (Credit: NASA/JPL). In basso, a destra: anche la NASA è impegnata nell'allestimento di nuove missioni verso Giove e i suoi satelliti, e sta studiando la missione Europa Clipper che dovrebbe essere lanciata nel 2022, con l'obiettivo di esplorare Europa, compiendo 45 flyby, cioè 45 incontri ravvicinati con il satellite (Credit: NASA/JPL-Caltech).

A 'juicy' mission

Jupiter has dozens of satellites, but the four Galilean satellites are the ones that have most stimulated the interest of scientists and science fiction writers. The first close-up images of Io, Europa, Ganymede and Callisto, arrived in 1979 from the Voyager probes. In 1996, the Galileo probe, showed us how Europa and Ganymede may have an ocean of liquid water below the iced crust absent in the other two satellites. It is incredible to think that already in 1951 Arthur C. Clarke, writer and scientist, in his book The Sentinel wrote that Europe had liquid water and was inhabited by life forms different from us! Clarke's books inspired Stanley Kubrik to produce his famous 2001, A Space Odyssey in 1968. In 2014 the European Space Agency (ESA) approved the new great JUICE mission to be launched in 2022, passing twice close to Europe and then enter orbit around Ganymede for 6 months. The G. Cremonese's team is responsible of the Janus camera of JUICE. In the figure, above: A reference to "2001, A Space Odyssey" and JUICE, with its large solar panels. Bottom, left: The possible internal structure of the four Galilean satellites; right: NASA Clipper mission to be launched in 2022, with the aim of exploring Europe.



10		2.215	2.295	1.5	-0.1	99	99	NRW	Soledad, poi anodo
11	NRW estiva	2.214	2.07	1.3	+0.2	99	76	NRW	nuvola ed occhi di neve alla ore 9 e 10 met. a pioggia a con l'arrivo della neve.
12		1.10,5	1.10,2	3.8	5,1	-22	-21	NRW	non piove la notte seguita a piovere in mattinata, e dopo due a notte
13	Q.A.	1.10,9	1.11,8	6.4	5,4	-7	-0	NRW	nuvola e pioggia.
		2.97	2.97	3.2	5,4	+6		NRW	

100,0
95,0
147,0

La danza del Sole e della Luna

La Luna, assieme al Sole è protagonista di uno dei fenomeni astronomici più emozionanti ai quali l'occhio umano possa assistere, le eclissi, che sono causate dal vicendevole occultamento dei due astri maggiori, quando questi si trovano allineati sullo stesso piano con la Terra. Agli inizi del XIX secolo le teorie del moto lunare e solare erano note con una discreta precisione, pertanto è comprensibile come la prevista eclisse dell'11 febbraio 1804 fosse attesa con curiosità e ansia anche da tutti i cittadini padovani. Tuttavia, ciò che essi non avevano compreso è che l'eclisse non sarebbe stata totale, bensì anulare, seppure con una percentuale di oscurità attorno al 96%; a rovinare l'atteso spettacolo ci si mise pure il maltempo, che rese praticamente impossibile l'osservazione del raro evento astronomico. In città pertanto si sparse la voce che gli astronomi si erano sbagliati nei loro calcoli e che l'eclisse non si era verificata.

Per difendere la credibilità e la dignità della scienza astronomica, Vincenzo Chiminello, direttore dell'Osservatorio Astronomico in quegli anni, si sentì in dovere redigere una pubblica difesa della categoria cui egli apparteneva, pertanto diede alle stampe l'opuscolo *Dell'eclisse solare degli 11 di febbraio 1804. Istruttiva relazione al pubblico in difesa degli astronomi*. Oltre a portare le testimonianze di alcuni colleghi che in diverse parti d'Italia, non flagellate dal maltempo, osservarono con accuratezza il fenomeno, Chiminello spiegò chiaramente perché l'eclisse non aveva provocato *quella qualche durevole oscurità, e fitta come quella della notte*, che voci incontrollate avevano millantato doversi aspettare: *"Rispondo primieramente, perché l'Eclisse non era totale; e restando, benché molto piccola una fase lucida del*

Sole, questa bastò a trattenere quelle tenebre, che il Pubblico s'immaginava, o per desiderio di vedere una cosa mirabile, o per avere inteso in non vero senso la espressione dei Prenuncj Astronomici Massima Oscurità, formula dell'effemeridi, che vuol dire quella maggior oscurazione, che può avere il Sole in una Ecclisse piccola, o grande che sia, non tenebre della Terra".

Insomma, già nel Settecento il direttore della Specola padovana aveva compreso quanto fosse necessaria un'efficace comunicazione scientifica per trasmettere conoscenze corrette e affidabili al vasto pubblico!

In figura, spettacolare immagine dell'eclissi anulare di Sole del 2005 ©Stefan Seip e particolare estratto dal Registro meteorologico del febbraio 1804, che riporta "nuvolo e fiocchi di neve alle ore 9 e 10 mat.; piovgetta la sera e principio della notte" (Archivio Storico dell'Osservatorio Astronomico di Padova).

Moon and Sun dance

*Moon and Sun give rise to one of the most exciting astronomical phenomena, the eclipses, resulted from their mutual occultation, when they are aligned with the Earth. On 11 February 1804 an eclipse was expected in Padova, but the citizens had not understood that it was an annular eclipse, not a total one. Moreover, the weather was bad that day, so nothing could be observed. The rumor spread therefore across the city that astronomers had been wrong and the eclipse had not occurred. Vincenzo Chiminello, director of the Observatory in that time, drafted the brochure *Dell'eclisse solare degli 11 di febbraio 1804. Istruttiva relazione al pubblico in difesa degli astronomi* (Of the solar eclipse of 11 February 1804. Instructive report to the public, in defense of astronomers), to defend the scientists. In this publication he explained clearly because there was no total darkness. In short, already in the eighteenth century the Astronomers had understood the need of an effective science communication, to transmit correct knowledge to the wide public!*

In the figure: 2005 annular eclipse ©Stefan Seip.



Un'eclisse Padovana

"Pertanto, levato prestamente l'elioscopio, apparvero verso il lembo superiore della luna procedendo alla plaga di mezzodì due piramidi altissime e ben marcate di fuoco [...] Queste si presentavano come irregolari colonne di fuoco, ondeggianti, a larga base, che sembravano sorgere dal di dietro del globo lunare. Il colore ne era proporinoviolaceo [...] Appartenevano esse al globo lunare o al globo solare? [...] Intanto dirò che al senso si presentavano come sorgessero dal di dietro del globo lunare. [...] Il sole in questo giorno non presentava nella sua superficie visibile ammassi di macchie rimarchevoli coi cannocchiali; ma nei giorni precedenti erasene mostrata una grande ed estesa catena [...] richiamandola alla memoria, io giudico che al momento dell'ecclisse non fosse lontana dalla posizione occupata sull'estremo bordo occidentale del sole da queste singolari colonne di fuoco".

Il giorno 8 luglio del 1842 di buon mattino, Padova e tutto il nord d'Italia vennero attraversati da una eclisse solare totale dalla durata di 1 minuto e 30 secondi. Alla Specola fervevano le osservazioni, alla presenza di un nutrito numero di ospiti e notabili della città. A descrivere la straordinaria osservazione sono le parole di Giovanni Santini (1787-1877), l'allora direttore dell'Osservatorio. Con l'occhio fisso all'oculare del telescopio Fraunhofer egli osservò le protuberanze solari distaccarsi dalla superficie del Sole e, per primo, ipotizzò che queste piramidi altissime di fuoco potessero essersi originate dal grosso gruppo di macchie solari che solo pochi giorni prima aveva veduto tramontare al bordo della superficie della nostra stella. Si trattava di una congettura audace, che apriva nuovi scenari per la comprensione della fisica solare, ma troppo in anticipo sui tempi. Dovettero trascorrere almeno altri 30 anni, infatti,

prima che una nuova tecnologia fosse a disposizione degli astronomi padovani per la corretta interpretazione del fenomeno: lo spettroscopio. Sarà il successivo direttore dell'Osservatorio, Giuseppe Lorenzoni (1843-1914) ad introdurre alla Specola la nuova astronomia, l'astrofisica appunto, nata dall'applicazione dello spettroscopio al telescopio, disciplina che finalmente ha permesso di conoscere non solo moti e posizione degli astri, ma anche la loro composizione chimica e fisica.

In figura, in alto: Ippolito Caffi, *Eclisse di Sole del 1842 dalle fondamenta nuove di Venezia* (Collezione privata). In basso, a sinistra: telescopio di Fraunhofer da 4 pollici (85 mm) di apertura, del 1822, usato da Santini per osservare l'eclisse (Museo La Specola, INAF-Osservatorio Astronomico di Padova). In basso, a destra: immagine dell'eclisse solare totale del 1842, realizzata dall'astronomo inglese John Frederick Herschel (1792-1871).

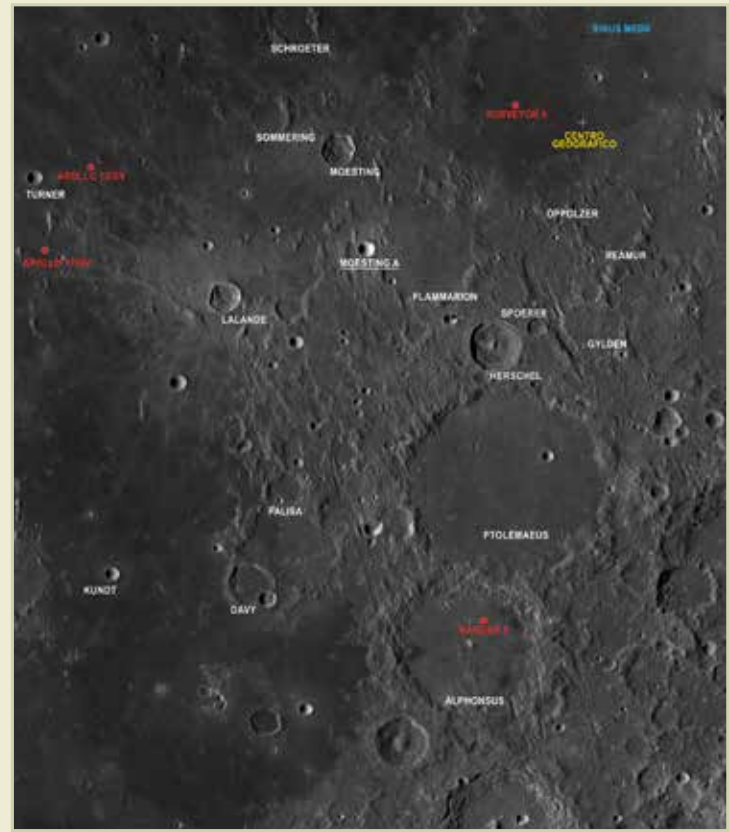
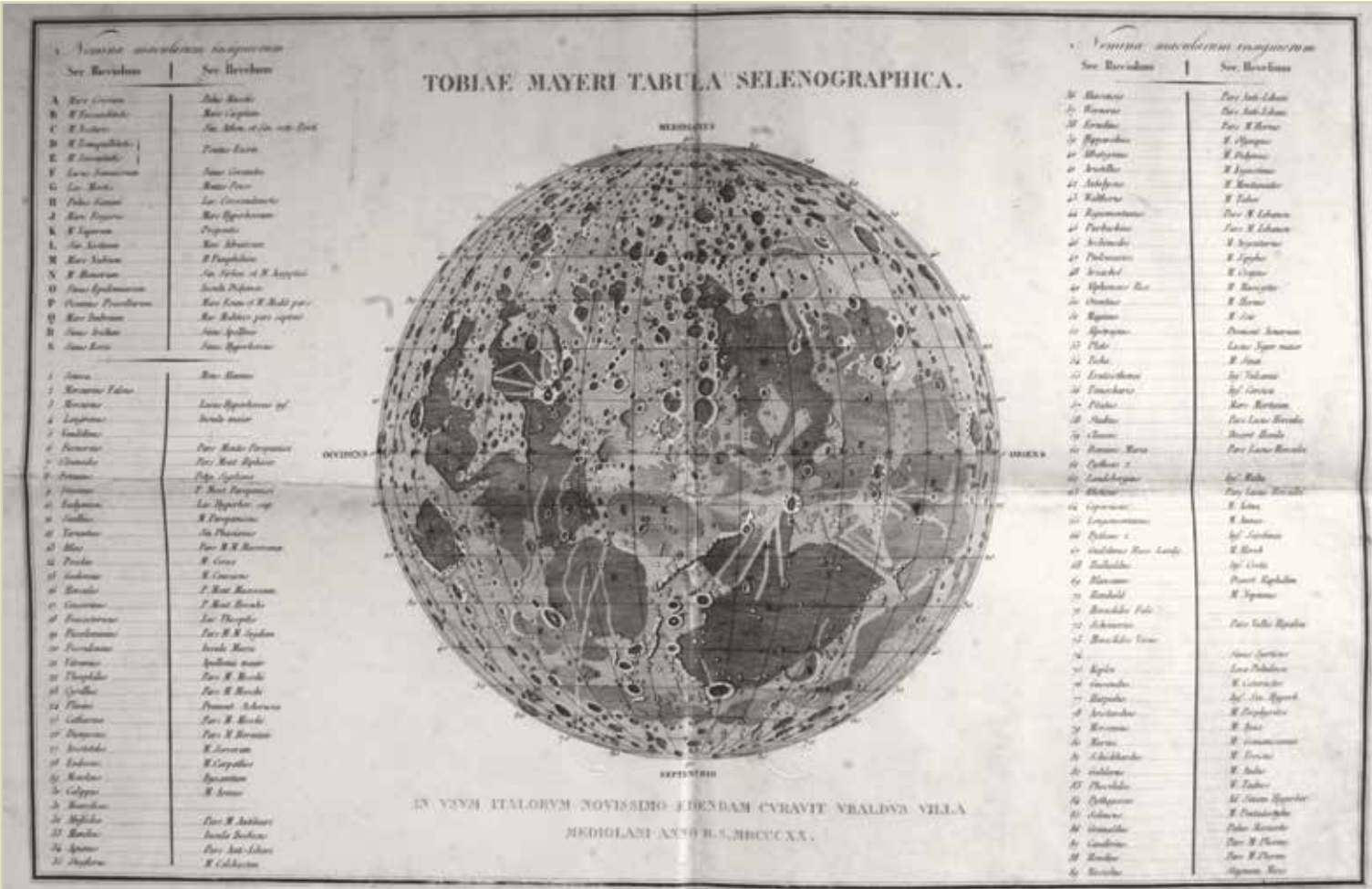
A Paduan eclipse

On 8 July 1842 Padova was crossed by a total solar eclipse. The observation was made at the Observatory, also in the presence of local dignitaries.

Giovanni Santini (1787-1877), director of the Observatory in that time, observed the eclipse with the Fraunhofer telescope. He noticed that the solar protuberances detaching from the surface of the Sun and he was the first to suspect they due to a large group of sunspots set at the edge of the Sun's surface only a few days before. It was a bold claim, ahead to time. At least another 30 years had to pass, in fact, before a new technology - the spectroscope - was available to Paduan astronomers, to correctly understand the phenomenon. Astrophysics - the new astronomy made also with spectroscopic observations - was actually introduced in Padova only by the following director, Giuseppe Lorenzoni (1843-1914).

Thanks to astrophysics, astronomers were finally able to know not only motions and position of the stars, but also their internal composition.

In the figure, above: Ippolito Caffi, Eclisse di Sole del 1842; below: telescope used by Santini and the 1842 solar eclipse observed by John Frederick Herschel.



Un riferimento lunare

Sin dall'antichità i viaggiatori nel loro cammino, per terra o per mare, hanno avuto la necessità di capire in ogni momento l'esatta posizione del luogo in cui si trovavano. Per orientarsi sono sempre ricorsi all'osservazione del cielo: stabilendo l'altezza della stella polare sull'orizzonte, infatti, si ricava facilmente la latitudine del luogo, mentre la longitudine si ottiene confrontando l'ora locale con l'ora del meridiano di riferimento, di solito quello del porto di partenza. In mancanza di orologi da viaggio di alta precisione questa seconda misura era estremamente complessa, ed era perciò necessario affidarsi ad alcuni particolari fenomeni astronomici come le eclissi lunari o le occultazioni delle stelle da parte della Luna. L'osservazione contemporanea in luoghi diversi di questi fenomeni consentiva di determinare la differenza di longitudine geografica, e quindi la longitudine stessa del luogo. Era però necessario disporre non solo di tavole del moto lunare assolutamente accurate, ma anche di una mappa selenografica estremamente precisa, dato che le osservazioni si facevano calcolando i tempi di immersione e di emersione delle principali macchie lunari dall'ombra dell'eclisse.

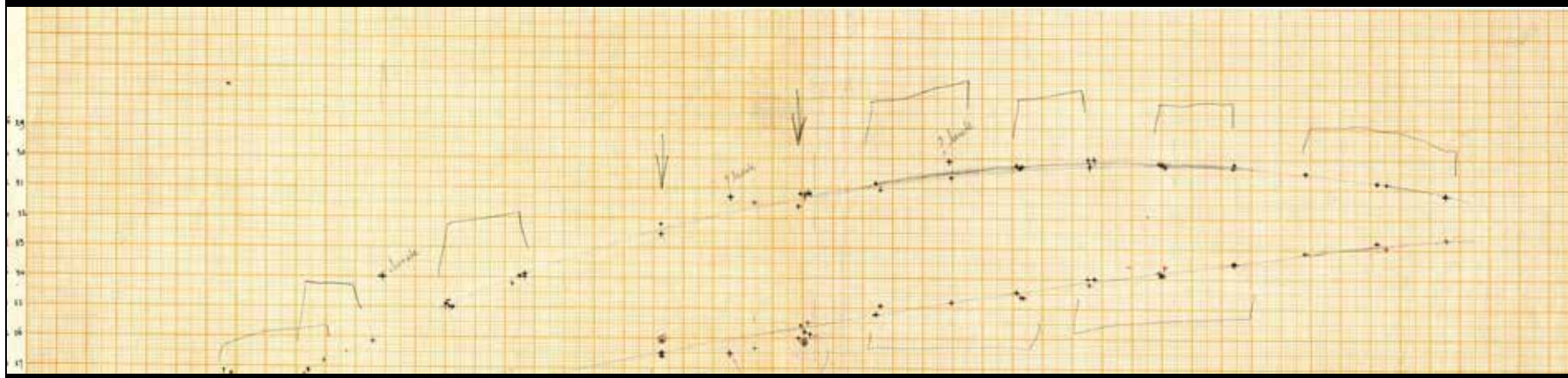
Nel Settecento la mappa lunare di riferimento era quella prodotta da Tobias Mayer (1723-1762), che si rivelò essere di categoria superiore rispetto a tutte le precedenti. Successivamente, nell'Ottocento, gli astronomi scelsero come punto di riferimento fondamentale per determinare la posizione della Luna nello spazio, il cratere Mösting A in quanto esso è situato molto vicino al centro dell'emisfero lunare visibile dalla Terra ed ha una forma circolare dai contorni molto netti. Negli anni 1897 e 1898 Antonio Maria Antoniazzi (1872-1925), all'epoca astronomo assistente all'Osservatorio

Astronomico di Padova, si dedicò all'osservazione di questo cratere, pubblicando un lavoro (*Passaggi dei lembi della Luna e posizioni del cratere Moesting A osservati al circolo meridiano di Padova*) che ottenne un vasto riconoscimento nazionale e internazionale.

In figura, in alto: mappa lunare di Tobias Mayer. Egli osservò la Luna dal febbraio 1748 fino alla metà del 1749, usando telescopi di lunghezza focale compresa tra 3 e 3,5 metri. In basso, a sinistra: fotografia moderna della Luna in cui è evidenziato il cratere Mösting A. In basso, a destra: dettaglio ad altissima risoluzione della zona del cratere. In rosso sono evidenziate le zone di allunaggio delle sonde Ranger 9 e Surveyor 6, che furono spedite sulla Luna in preparazione dello sbarco umano nel 1965 e 1967, e gli allunaggi delle missioni Apollo 15 e Apollo 17, le ultime missioni Apollo, che furono effettuate rispettivamente nel 1971 e 1972.

A lunar reference

*In order to know your position in the sea, you have to observe the sky: from the height of the polar star, you have the latitude, while the longitude is determined by comparing the local time with a reference meridian one. Once, this second measure was made through the observation of lunar eclipses. The immersion and emergence of the main lunar spots from the eclipse shadow were measured, so it was necessary to have a very precise lunar map. In the 18th century the Tobias Mayer's lunar map (above, in the figure) was used as reference point, because it was better than all the previous ones. In the 19th century, astronomers chose specifically the crater Mösting A as fundamental reference point, because it is located very close to the center of the visible side of the Moon. In 1897 and 1898 Antonio Maria Antoniazzi (1872-1925) devoted himself to the observation of this crater and his paper, *Passaggi dei lembi della Luna e posizioni del cratere Moesting A osservati al circolo meridiano di Padova* (*Transits of the Moon's edges and positions of the crater Mösting A, observed at the meridian circle of Padova*), was greatly appreciated. In the figure, below: the position of crater Mösting A in the lunar surface.*



Un nuovo pianeta

"Osservatorio di Copenhagen – Pianeta transnettuniano? [...] Il Lowell Observatory telegrafò che la ricerca sistematica iniziata anni fa, per implementare le osservazioni di Lowell alla ricerca di un pianeta transnettuniano, ha permesso di rivelare un oggetto il quale per sette settimane si è costantemente conformato, in velocità di moto e in traiettoria, a un corpo transnettuniano; alla distanza approssimativa cui è stato assegnato esso è di quindicesima magnitudine; la sua posizione al dodici di marzo, ore tre GMT, era di sette secondi di tempo ad ovest di Delta Geminorum, concordando con la longitudine predetta da Lowell. Shapley".

Questo l'annuncio, il 13 marzo del 1930, della scoperta di un nuovo pianeta oltre Nettuno. Le prime pagine delle principali testate internazionali furono sommerse dalla notizia epocale. Tra la scoperta di Urano e quella di Nettuno erano trascorsi 75 anni e gli astronomi avevano passato i successivi 84 a cercare di individuare, nelle profondità del Sistema Solare, la presenza di un ulteriore pianeta, la cui esistenza era stata ipotizzata sin da quando si erano rivelate delle irregolarità nei moti orbitali dei due precedenti, spiegabili solo tramite la presenza di un perturbatore oscuro. Il nuovo oggetto fu battezzato con il nome di Plutone, in continuità con la tradizione di assegnare ai corpi erranti nomi mitologici; Plutone rappresentava la divinità romana che governava il regno dei morti. A Padova il direttore dell'Osservatorio Giovanni Silva (1882-1957) cominciò a cimentarsi con il nuovo astro ai primi di aprile del 1930, una volta che i colleghi astronomi di Milano e Catania gli ebbero mandato le posizioni del nuovo pianeta. Silva era di formazione un matematico e non poteva che restare intrigato e ammaliato dalla difficoltà che poneva il calcolo dell'orbita di Plutone e dai dubbi che subito vennero avanzati sulla sua identificazione: risultava, infatti, essere troppo debole e si cominciava perciò a sospettare che si potesse trattare in realtà di

una cometa. L'orbita calcolata da Silva si rivelò subito essere una delle più precise e affidabili tra quelle in circolazione e confermò la natura planetaria dell'oggetto. La sua soluzione, una volta pubblicata, riscosse subito un grande successo e fu raffinata con maggiori misure nei mesi successivi.

Plutone rimase legato a Padova venendo regolarmente osservato ai telescopi di Asiago fino a tutti gli anni '80 in previsione di una missione esplorativa come avvenne nel 2015 con New Horizons.

In figura, in alto: composizione di immagini a colori di Plutone (in basso a destra) e Caronte (in alto a sinistra). Caronte è il più grande dei satelliti di Plutone ed è così massiccio rispetto al pianeta principale che il sistema Plutone-Caronte è anche considerato un pianeta doppio. Le immagini sono state scattate dagli strumenti della sonda New Horizons della NASA durante il passaggio attraverso il sistema di Plutone il 14 luglio 2015. (Credit: NASA/JHUAPL/SwRI). In basso: Le prime interpolazioni dei dati osservativi di Plutone, eseguite su carta millimetrata da Silva il 7 aprile 1930 e usate per calcolarne l'orbita.

A new planet

On March 13, 1930, it was announced the discovery of the new planet Pluto after 159 years from the discovery of Uranus and 84 from that of Neptune. The existence of a new planet had been hypothesized by irregularities revealed in the orbital motions of the previous two planets. The director of the Observatory Giovanni Silva (1882-1957) began experimenting with the new object in April 1930. Silva was a mathematician, immediately intrigued by the calculation of Pluton's orbit since there was a doubt that it could actually be a comet. The orbit calculated by him soon proved to be one of the most precise and confirmed the planetary nature of Pluto. The planet was regularly observed at the Asiago telescopes up until the 80s in anticipation of an exploratory mission as it happened in 2015 with New Horizons. In the figure, above: images of Pluto (bottom right) and its largest satellite Charon (top left) taken by the New Horizons spacecraft on the passage through the Pluto system on July 14th 2015. Charon is so massive compared to Pluto that the Pluto-Charon system is considered a double planet. Bottom: The first interpolations of the observational data of Pluto, performed on graph paper by Silva on 7 April 1930 and used to calculate its orbit.



Osservatorio Astrofisico della R. Università di Padova
in Asiago

Fotografia eseguita il 24 - 5 - 1942 - XX con la camera
Newtoniana del riflettore parabolico di m. 1,24 costruito
dalle Officine Galileo di Firenze



La Luna da Asiago

"[...] Magnifico Rettore [...] ti esposi il desiderio, anzi la necessità che l'insegnamento dell'Astronomia a Padova riprendesse un più vivo alimento dalla ricerca scientifica, indirizzando questa agli elementi più moderni della fisica degli astri, che in questi ultimi decenni ha tanto esteso la conoscenza dell'Universo nello spazio e nel tempo..."

Così il Direttore dell'Osservatorio di Padova Giovanni Silva (1882-1957) ringraziava il Rettore dell'Università di Padova, Carlo Anti (1889-1961) il 27 maggio del 1942, giorno dell'inaugurazione del telescopio newtoniano da 122 cm, dedicato a Galileo Galilei, presso il nuovo Osservatorio Astrofisico di Asiago: il grande telescopio era allora il più potente e moderno telescopio in Europa. Dopo lunghi decenni di totale abbandono e infinite suppliche, gli astronomi padovani potevano finalmente utilizzare uno strumento al passo con i tempi e altamente concorrenziale per l'epoca.

Per oltre 60 anni l'Osservatorio di Padova aveva potuto contare solamente sul canocchiale 'Dembowski', dotato di un ben misero doppietto acromatico da 19 cm, collocato in una infelice posizione sulle rive del fiume Bacchiglione di fronte alla Specola e totalmente inadatto alle sfide della moderna astrofisica che esigeva la possibilità di produrre spettri, come anche di ottenere fotografie degli astri da studiare. Il percorso per ottenere una strumentazione più moderna fu lungo e partì quando Silva scrisse un memoriale da sottoporre al Ministero competente, nel quale espose le gravi deficienze della Specola patavina. Fu necessario però aspettare la fine del 1932 e l'elezione del nuovo rettore all'Università Carlo Anti perchè Silva potesse finalmente contare su di un potente alleato in grado di aiutarlo nel reperire le risorse necessarie alla realizzazione di un moderno Osservatorio astrofisico; meno di 10 anni dopo, Silva e Anti poterono inaugurare assieme il

telescopio Galileo da 122 cm di Asiago, uno dei più grandi monumenti all'autarchia italiana dell'epoca fascista, tutt'oggi funzionante e ancora in buona efficienza.

La nascita dell'Osservatorio Astrofisico di Asiago ha permesso una fortissima crescita dell'astronomia padovana a partire dagli anni '50 dello scorso secolo. L'osservatorio è stato via via potenziato con ulteriori strumentazioni e telescopi che hanno permesso di utilizzare al meglio la capacità di raccolta luce del telescopio Galileo. Fra di essi due telescopi a grande campo di tipo Schmidt.

In figura, in alto, a sinistra: la prima immagine della Luna ottenuta pochi giorni prima dell'inaugurazione del telescopio Galileo, il 24 maggio del 1942 (UNIPD); al centro: un'immagine attuale del telescopio Galileo (S. Zaggia); a destra: il telescopio Schmidt 60/90 inaugurato nel 1967. In basso: una immagine della Luna piena ottenuta con il telescopio Schmidt 60/90 (P. Ochner e S. Dalle Ave).

The Moon from Asiago

On 27 May 1942 the new 122 cm Newtonian telescope at the Asiago Astrophysical Observatory was dedicated to Galileo Galilei, at the time it was the largest most powerful and telescope in Europe: after long decades of total abandonment and endless pleas, Paduan astronomers could finally use a highly competitive telescope. For over 60 years Padua Observatory could only use the 'Dembowski' telescope, with a very poor 19 cm achromatic doublet, placed in an unfortunate position on the banks of the Bacchiglione, totally unsuited to the challenges of the modern astrophysics. The path to get a more modern instrumentation started in 1932 with the election of the new rector of Padova University, Carlo Anti, who strongly supported the director Silva for the new instrument. The birth of the Asiago Astrophysical Observatory has allowed a very strong growth of Paduan astronomy since the 1950s.

Above, left: The first image of the Moon obtained a few days before the inauguration of the Galileo telescope, 24 May 1942. Above, right: a current image of the Galileo telescope. Below, left: the Schmidt 60/90 telescope inaugurated in 1967. Bottom, right: an image of the full Moon obtained with the Schmidt 60/90 telescope.



Paura intorno a Marte

Nel 1877, nel corso della straordinaria opposizione che permise a Schiaparelli di osservare i famosi 'canali' di Marte, l'americano Asaph Hall scoprì che il pianeta rosso aveva anch'esso due satelliti, ma molto più piccoli ed irregolari della Luna. Si tratta di Phobos (paura, in greco), con dimensioni tra 18 e 27 km, e Deimos (terrore), con dimensioni tra 10 e 15 km.

L'origine di Phobos è sempre stata un mistero per gli astronomi, e ancora oggi ci sono più teorie a riguardo, una delle quali suggerisce che esso sia un asteroide di passaggio catturato da Marte miliardi di anni fa, mentre per altre esso è un frammento del pianeta stesso, formatosi insieme.

Phobos orbita attorno a Marte in un'orbita quasi circolare a circa 10000 km dalla superficie del pianeta. In passato Phobos ha subito un forte impatto che incredibilmente non l'ha distrutto, ma che ha lasciato però come segno un grande cratere, chiamato Stickney, con un diametro di 9 km, cioè almeno un terzo dell'intera dimensione del satellite.

Sono molto strane anche le striature che ricoprono buona parte della sua superficie, e anche in questo caso ci sono diverse teorie sulla loro origine, che spaziano dalle conseguenze del grande impatto che originò Stickney, al rotolamento di frammenti di satellite o di materiale proveniente addirittura da Marte stesso.

È tale l'interesse per Phobos che l'Agenzia Spaziale Giapponese (JAXA) sta realizzando una missione spaziale, Mars Moon eXplorer, che verrà lanciata nel 2024. MMX si inserirà in orbita attorno a Phobos, con l'obiettivo di prelevare un campione della sua superficie per riportarlo sulla Terra nel 2029. In vista di questa missione, alcuni ricercatori padovani, tra cui Maurizio

Pajola, stanno attentamente studiando le immagini più recenti di Phobos.

In figura, in alto: immagine di Phobos ripresa nel 2008 dalla fotocamera ad alta risoluzione Imaging Science Experiment (HiRISE) a bordo del *Mars Reconnaissance Orbiter* della NASA, che orbita attorno a Marte da oltre 13 anni. È evidente il grande cratere Stickney in basso a destra, che con un diametro di 9 km è la sua principale caratteristica. Si notano anche delle striature collegate al cratere: potrebbe trattarsi di frane di materiali che cadono all'interno sotto l'effetto della debole gravità di Phobos (meno di un millesimo della gravità terrestre) (Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona). In basso a sinistra: Asaph Hall (1829-1907) scoprì le lune di Marte, Phobos e Deimos, con il rifrattore Clark di 26 pollici (66 cm) dell'U.S. Naval Observatory di Washington. In basso a destra: Phobos al tramonto, visto da Marte, immortalato dal rover Curiosity nel 2014 (Credit: NASA/JPL/MSSS/Justin Cowart CC-BY-3.0).

Fear around Mars

In 1877, Asaph Hall (1829-1907) discovered that Mars have two tiny satellites, much smaller and more irregular than the Moon: Phobos (fear, in Greek), with dimensions between 18 and 27 km, and Deimos (terror) between 10 and 15 km. The origin of Phobos has always been a mystery. One theory suggests that it is a passing asteroid captured by Mars billions of years ago, while another says it is a fragment of the planet itself. In the past Phobos suffered a strong impact that incredibly did not destroy it, but which left however as a sign a large crater, called Stickney, with a diameter of 9 km, that is at least a third of the entire size of the satellite. The Japanese Space Agency (JAXA) is carrying out a space mission, Mars Moon eXplorer, which will be launched in 2024. MMX will orbit Phobos, taking a sample of the its surface bringing back to Earth in 2029. Paduan researchers, including Maurizio Pajola, are carefully studying the most recent images of Phobos in view of the MMX mission.

In the figure, above: Phobos taken in 2008 by HiRISE on the Mars Reconnaissance Orbiter. Bottom left: Asaph Hall. Bottom right: Phobos at sunset, seen from Mars, immortalized by the Curiosity rover in 2014.



Il terzo pianeta

Il 16 dicembre 1992 la sonda Galileo, in viaggio verso Giove, guardò indietro da una distanza di circa 6,2 milioni di chilometri per catturare questa straordinaria visione del terzo pianeta del sistema solare e del suo satellite: Terra e Luna. La Luna è in primo piano; il suo percorso orbitale va da sinistra a destra. La Terra dai colori vivaci contrasta fortemente con la Luna, che riflette solo circa un terzo della luce solare rispetto al nostro mondo. Nella parte inferiore del disco terrestre, l'Antartide e l'Australia sono ben visibili. Per la Luna invece è visibile il bacino del Polo Sud-Aitken, uno dei più grandi e antichi crateri d'impatto lunare. Questa iconica immagine mostra chiaramente la straordinarietà e l'unicità del pianeta Terra-Luna.

The third planet

On December 16, 1992 the Galileo probe, traveling towards Jupiter, looked back from a distance of about 6.2 million kilometers to capture this extraordinary vision of the third planet of the solar system and its satellite: Earth and Moon. The Moon is in the foreground; its orbital path goes from left to right. The brightly colored Earth strongly contrasts with the Moon, which reflects only about a third of sunlight compared to our world. In the lower part of the terrestrial disk, Antarctica and Australia are clearly visible. For the Moon, on the other hand, the South Pole-Aitken basin is visible, one of the largest and oldest lunar impact craters. This iconic image clearly shows the extraordinary and unique nature of the planet Earth-Moon.

La mostra *Le Lune di Padova* è un evento della Rassegna "Destinazione Lune",
organizzata dall'Osservatorio Astronomico di Padova per celebrare i 50 anni
dall'allunaggio e per festeggiare i 20 anni dell'Istituto Nazionale di Astrofisica

@2019 INAF - Osservatorio Astronomico di Padova
Tutti i diritti riservati/All rights reserved

