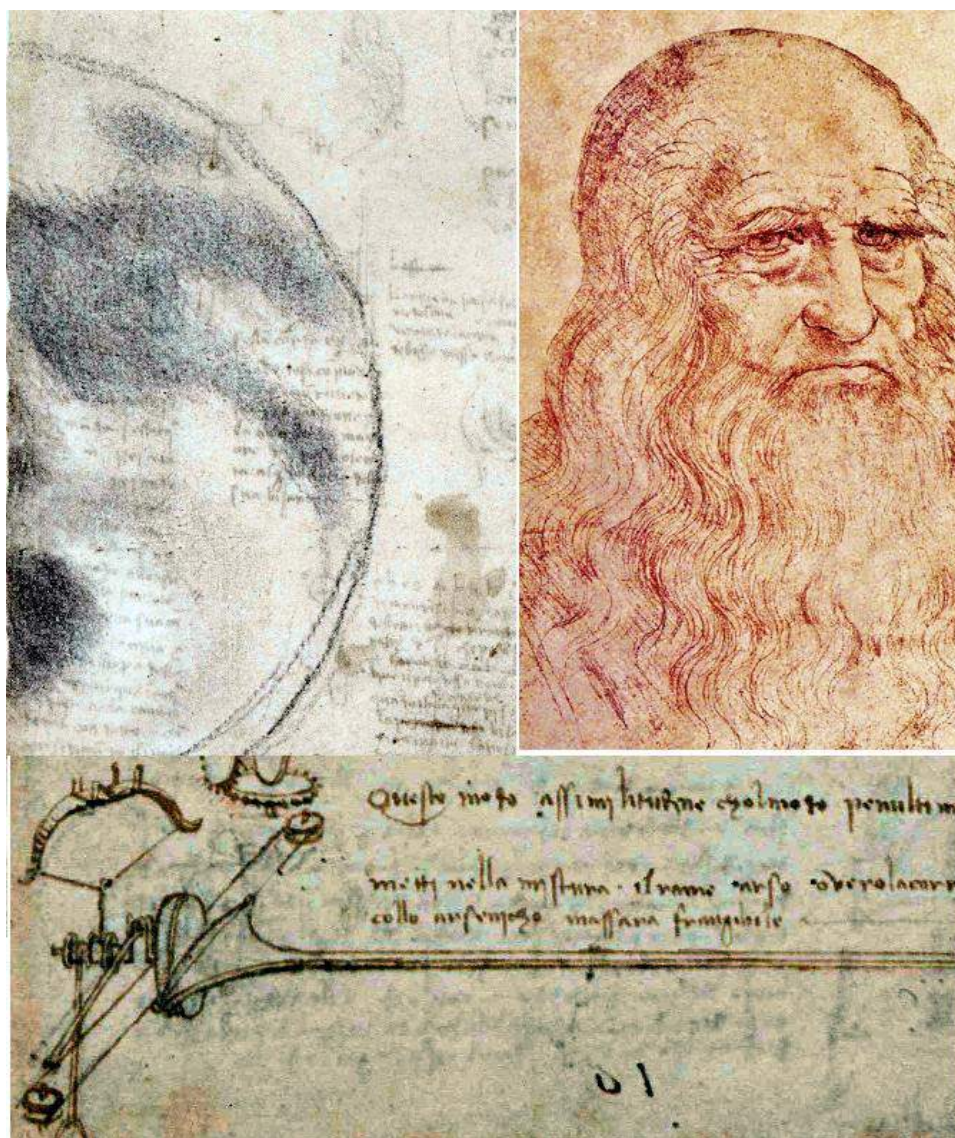


LA LUNA DEL CODICE ATLANTICO ED IL MISTERO DEL “TELESCOPIO” DI LEONARDO

Itinerario astronomico a Milano tra i luoghi di Leonardo

*Un progetto di **Rodolfo Calanca, Marco Monaci, Sofia Sarperi***



Nel 2019 cadono due importantissime celebrazioni, indubbiamente correlate: il 500° della morte del genio del Rinascimento ed il 50° dello sbarco umano sulla Luna.

Un filo indissolubile lega questi due eventi: fu infatti Leonardo a dare il via allo studio scientifico della Luna, precedendo Galileo, dando quindi inizio ad un percorso culturale, scientifico e tecnologico che secoli dopo portò l'uomo sulla superficie del nostro satellite.

LA LUNA DEL CODICE ATLANTICO ED IL MISTERO DEL “TELESCOPIO” DI LEONARDO

A Milano, un “itinerario astronomico” tra i luoghi e i misteri di Leonardo

Per vedere la natura delli pianeti apri il tetto e mostra alla basa un sol pianeta; el moto refresso da tal basa dirà la complessione del predetto pianeta, ma fa che tal basa non ne veda più d'una per volta.

Cod. Arundel, f. 279^v

Se terrai osservate le particelle delle macchie della Luna, tu troverai in quelle spesse volte gran varietà, e di questo ho fatto prova io medesimo disegnandola.

Manoscritto M, f. 19^r

PREMESSA

SUL CONTRIBUTO DI LEONARDO DA VINCI E, IN GENERALE, DEGLI SCIENZIATI E TECNOLOGI ITALIANI, ALLO STUDIO ED ALLA CONQUISTA DELLA LUNA

Nel 2019 cadono due importantissime celebrazioni, indubbiamente correlate: il 500° della morte del genio del Rinascimento ed il 50° dello sbarco umano sulla Luna.

Un filo indissolubile lega questi due eventi: fu infatti Leonardo a dare il via allo studio scientifico della Luna, preparando la strada a Galileo e dando così inizio ad uno straordinario percorso culturale, scientifico e tecnologico che secoli dopo portò l'uomo sulla superficie del nostro satellite.

Intorno al 1511, mentre si trovava a Milano, Leonardo esegue il primo disegno della superficie lunare, probabilmente realizzato con un dispositivo ottico che precorreva Galileo. Esso è contenuto nel Codice Atlantico oggi conservato nella Biblioteca Ambrosiana di Milano.

Nel 1609, Galileo osserva con il cannocchiale da lui perfezionato il vero sbalorditivo aspetto della Luna, le sue montagne, i crateri: “...la superficie della Luna non è affatto liscia... ma al contrario, disuguale, scabra, ripiena di cavità e di sporgenze” (da: Galileo Galilei, *Sidereus Nuncius*, Venezia 1610).

Qualche decennio dopo, un altro italiano, il gesuita Giovanni Battista Riccioli, attribuisce alle configurazioni visibili sulla superficie della Luna una sua variopinta toponomastica, tuttora in uso e la pubblica nella monumentale opera *Almagestum Novum* (Bologna 1651).

Ai nostri tempi non dobbiamo dimenticare, tra gli altri, una grande figura di manager e di ingegnere, con origini lucane, Rocco Petrone (1926-2006) che fu prima "Direttore delle operazioni di lancio" del centro spaziale Kennedy e poi, nel 1969, poco dopo il successo della missione Apollo 11, fu nominato direttore dell'intero Programma Apollo.

Così, quando rileggiamo le prime pagine dei quotidiani del 20 luglio 1969, ad esempio il *Resto del Carlino*, che titolò: “Alle 22,15 Armstrong e Allen si poseranno col Lem nel Mar

della Tranquillità”, il nostro pensiero deve doverosamente rivolgersi agli eroici astronauti, a Werner von Braun ma anche a Leonardo, Galileo, Riccioli (al quale dobbiamo la denominazione di Mar Tranquillitatis), Petrone...

LEONARDO A MILANO

Fra la primavera e l'estate del 1482 Leonardo si trovava già a Milano probabilmente su incarico di Lorenzo il Magnifico, nell'ambito delle sue politiche diplomatiche con le signorie italiane, in cui gli artisti fiorentini erano inviati come "ambasciatori" del predominio artistico e culturale di Firenze.

In quell'occasione Leonardo scrisse una famosa "lettera d'impiego" in cui descriveva innanzitutto i suoi progetti di ingegneristica, di apparati militari, di opere idrauliche, di architettura, e solo alla fine, di pittura e scultura.

Appare chiaro che Leonardo fosse già intenzionato a restare a Milano, città che doveva affascinarlo per la sua apertura alle novità scientifiche e tecnologiche e pure per il desiderio degli Sforza di farla diventare la vera capitale culturale della Penisola. A Leonardo, dopo qualche tempo, viene assegnato uno studio-laboratorio all'interno della "Corte Vecchia", oggi Palazzo reale, di fianco al Duomo.

LEONARDO DA VINCI E LUCA PACIOLI A MILANO

Il frate Luca Bartolomeo de Pacioli (Borgo Sansepolcro, 1445 circa – Roma, 19 giugno 1517) è stato un religioso, matematico ed economista italiano, autore della *Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni e Proportionalità* e della *Divina Proportione*.

Fu legato da profonda amicizia con Leonardo, il quale inserì cinquantanove suoi disegni geometrici nel *De divina proportione* che l'amico matematico scrisse nel 1496, quando erano ambedue a Milano alla corte di Ludovico il Moro. Per cinque anni Pacioli e Leonardo vissero, lavorarono e viaggiarono sempre insieme.

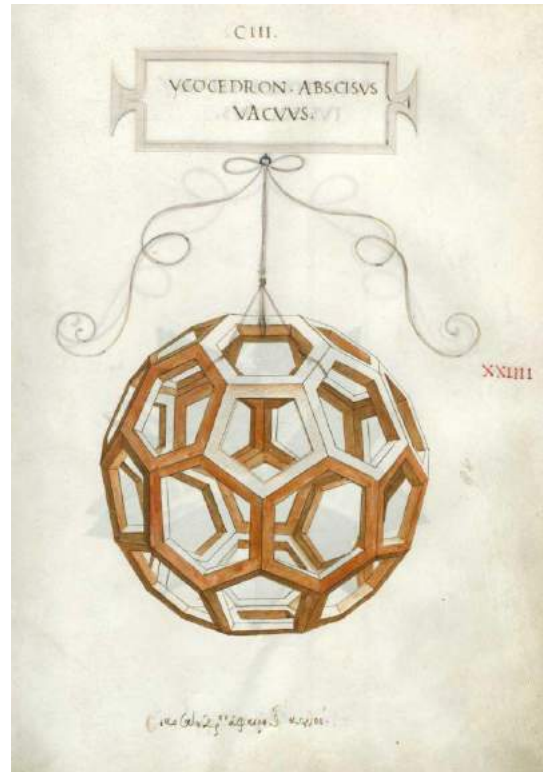
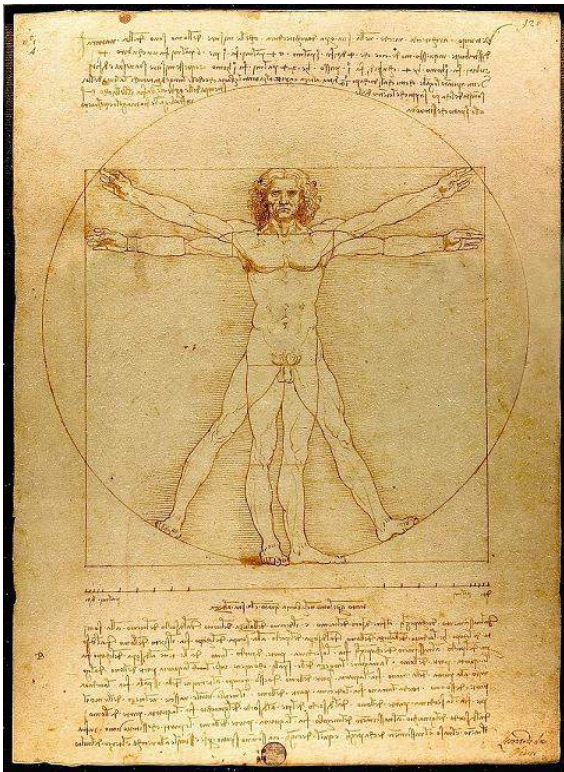
Il sommo artista era affascinato dai calcoli di Pacioli, poiché attorno al 1490 egli stesso disegnò la celebre rappresentazione delle proporzioni ideali del corpo umano inscritto in un quadrato e in un cerchio, il cosiddetto uomo vitruviano.

Per Leonardo, l'uomo è, insomma, scientificamente proporzionato, e da qui il passo è breve per considerare un'arte scientifica anche il disegno, un saper vedere ciò che la natura ha compiuto.

La matematica era considerata da Pacioli la scienza su cui tutte le altre si basano. Dalla matematica discendono i calcoli utili per l'architettura e per l'armonia musicale. Le figure dei poliedri che Leonardo inserì nel libro di fra Luca sono disegnate in un modo originale, con le facce aperte, in modo da presentare lucidamente l'intera forma del solido, la cui simmetria rientra nelle eredità euclidee del Rinascimento italiano.

E' interessante notare che Pacioli sembra avesse insegnato a Bologna al tempo della permanenza di Copernico in quella università; è anche stata avanzata l'ipotesi che una

sorta di legame, oggi invisibile e purtroppo senza prove documentali dirette, possa aver unito Copernico a Pacioli e quest'ultimo a Leonardo, e che ciò abbia avuto un ruolo non trascurabile nella formulazione delle idee proto-elioentriche del sommo vinciano.



L'uomo vitruviano; qui Leonardo dimostra come il corpo umano possa essere armoniosamente inscritto nelle due figure "perfette" del cerchio, che rappresenta il Cielo, la perfezione divina, e del quadrato, che simboleggia la Terra. Per Leonardo le proporzioni umane hanno un profondo significato "cosmico".

De divina proportione di Luca Pacioli. Tavola XXIII, folio 103 recto. Icosaedro tagliato vuoto. Disegno di Leonardo da Vinci.

Colpiscono, infatti, le parole contenute nel manoscritto W.L. (foglio 132r), che rompono drasticamente con la tradizione tolemaica: "El sol no si move", facendo pensare che Leonardo abbia elaborato una primitiva idea elioentrica di stampo copernicano. La sua felice intuizione, che rinnega la centralità della Terra, è rafforzata dal seguente brano: "Come la Terra non è nel mezzo del cerchio del Sole, né nel mezzo del mondo, ma è ben nel mezzo de' suoi elementi, compagni e uniti con lei, e chi stesse nella Luna, quand'ella insieme col Sole è sotto a noi, questa nostra Terra coll'elemento dell'acqua parrebbe e farebbe ofizio tal qual fa la Luna a noi" (Codice F, foglio 41v).

L'OTTICA E L'ASTRONOMIA DI LEONARDO

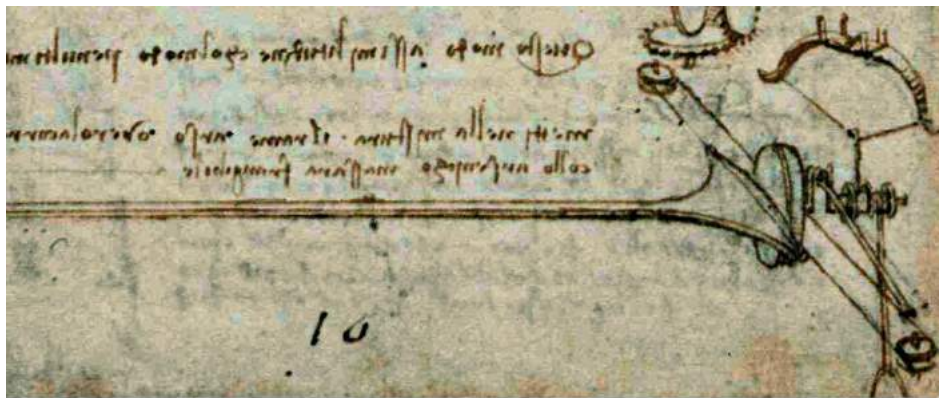
Gli studi leonardeschi sull'ottica e la visione sono inseparabilmente legati ai suoi interessi in campo astronomico. Infatti, l'esame del Ms. F e del Codice Arundel conferma

che nel 1508 Leonardo scrisse un trattato su «la Terra e le sue acque», nel quale egli principalmente cercava di dimostrare che la Terra era una «stella» come la Luna e, viceversa, che la luna aveva oceani come la terra. Scrivendo questo trattato egli dovette indirizzarsi verso una teoria contrastante, secondo la quale la Luna doveva considerarsi come uno specchio convesso. Nello stesso tempo egli sentiva la necessità di stabilire che lo scintillio delle stelle fosse un'illusione che nasceva nell'occhio.

Per queste ragioni Leonardo decise che il suo trattato sulla terra e le sue acque, cioè il trattato sull'astronomia, necessitava di un'estesa prefazione sull'ottica. Alcuni studiosi ritengono che il Manoscritto D costituisce un abbozzo dettagliato di questa prefazione sull'ottica e che il Manoscritto F ci offre un altro abbozzo della stessa prefazione e, in aggiunta, fornisce valide tracce relativamente al trattato astronomico vero e proprio.

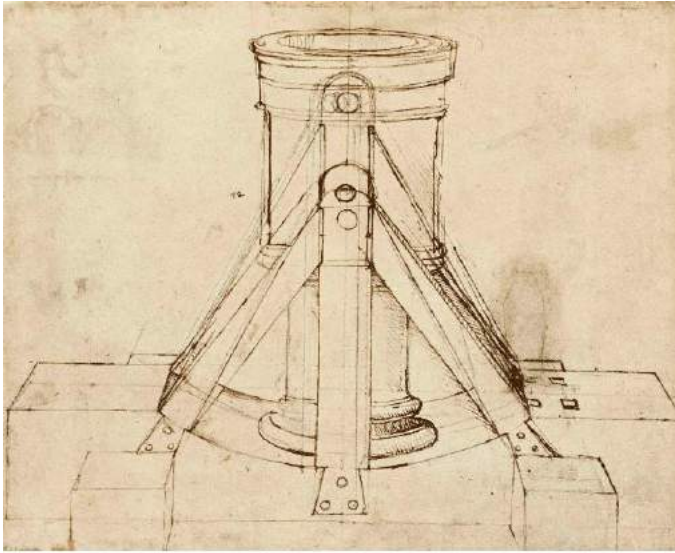
LEONARDO, LE LENTI E LA LAVORAZIONE DEGLI SPECCHI CONCAVI

Nei suoi studi di ottica, Leonardo dedica particolare attenzione alle lenti, sia come strumenti di ricerca scientifica, in particolare in ambito astronomico, sia come correttore dei difetti dell'occhio. Particolarmente nota e famosa è la frase contenuta nel f. 190 del Codice Atlantico: “Fa occhiali da veder la luna grande”. Nel Codice F, f. 25, parla della costruzione di un paio di occhiali, e ne dà le specifiche, mentre nel Codice Atlantico, f. 244, cerca di rendere conto del perché le lenti convergenti correggono la miopia.

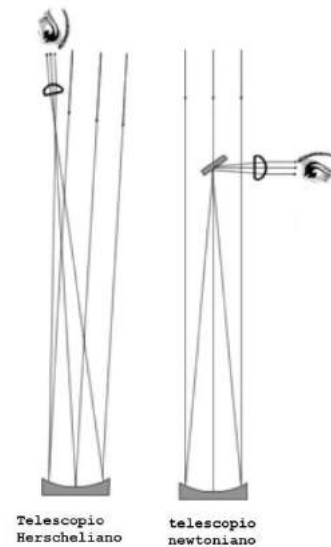
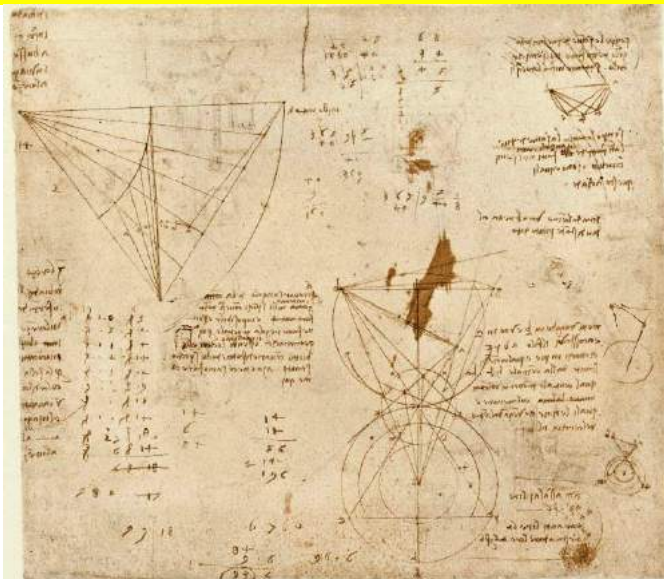


Dal Codice Atlantico (f. 1103v), questa è una straordinaria macchina per la lavorazione degli specchi concavi.

Le sue esperienze sulla rifrazione e riflessione della luce si spingono fino a progettare delle macchine per lavorare delle superficie sferiche fino a 12 metri di raggio di curvatura (codice Atlantico, f. 396v) e a realizzare specchi metallici, dei quali fornisce la ricetta: “metti nella mistura rame arso, ovvero lo corrompi con l’arsenico, ma sarà frangibile” (Codice Atlantico, f. 1103v). La seguente breve annotazione ha scatenato la fantasia di molti (anche la nostra...): “Fa occhiali da vedere la luna grande”, Codice Atlantico, f. 190r a). Certuni pensano che Leonardo si fosse costruito un sistema a cannocchiale che si avvicinerebbe all’invenzione del telescopio riflettore newtoniano.



A sinistra, il “telescopio” di Leonardo (Codice Atlantico, f. 59v-b); a destra, il modello che ne è stato ricavato dal fisico sudafricano André Buys, che suppone si trattasse di un’ottica “herscheliana”.



A sinistra, gli studi di Leonardo sull’ottica degli specchi concavi contenuti nella stessa pagina del suo “telescopio”, Codice Atlantico, f. 59v-a. A destra, gli schemi ottici dei telescopi di Herschel e di Newton. Molto probabilmente, il telescopio di Leonardo era in configurazione herscheliana.

Secondo André Buys, Leonardo fece studi approfonditi sull’ottica degli specchi e arrivò a progettare e forse a costruire una sorta di telescopio riflettore di concezione “herscheliana”. Nel folio 59v-a, dopo aver tracciato specchi e percorsi dei raggi, parla di specchi e di impossibilità di trovare geometricamente l’angolo di incidenza dei raggi, “essendo l’occhio e l’obbietto con varie distanze dallo specchio situati”. E’ evidente che stava cercando delle combinazioni ottiche che fossero descrivibili per via geometrica.

LA LUNA DI LEONARDO

Nell’ambito delle sue ricerche astronomiche la Luna occupa un posto rilevante, tanto da fargli vagheggiare un grande trattato sul nostro satellite. La lettura delle note

sulla Luna (Manoscritto Br. M. , f. 94r) evidenzia la modernità del suo approccio multidisciplinare: “Volendo io trattare della essenza della Luna è necessario in prima...” spiegare la teoria degli specchi piani e gli effetti della riflessione della luce, senza la quale rimarrebbero avvolti nel mistero i fenomeni lunari, come, ad esempio, la luce cinerea.

Il trattato lunare è, all'apparenza, uno dei soliti grandiosi, ma inconcludenti, progetti di Leonardo: questa volta però sostenuto da elementi di teoria ottica di indubbio interesse.

Infatti, in un'altra parte del stesso manoscritto (Manoscritto Br. M., f. 28r) Leonardo si interroga: “o la Luna à lume da se, o no: s'ell'à lume da se, perché non risplende senza l'aiuto del Sole? E s'ella non à lume da se, necessità la fa specchio sperico [sferico]”.

Poi combatte le opinioni dei seguaci del filosofo greco Posidonio, secondo i quali essa risplende di luce propria: “la Luna non è luminosa per se, ma bene è atta a ricevere la natura della luce a similitudine dello specchio e dell'acqua, o altro corpo lucido” (manoscritto A., f. 64r). Ora, non avendo lume proprio, riceve da altri la luce (cioè dal Sole, Codice Leicester, f. 30r). Ne consegue che anche la luce cinerea è dovuta ad un fenomeno di riflessione multipla della luce solare la quale, dopo aver colpito il nostro pianeta, in piccola parte raggiunge la Luna e da questa viene a sua volta riflessa (Codice Leicester, f. 2r).

In altri passi del Codice Atlantico (f. 83r) Leonardo discute la diversa natura dei raggi solari da quelli lunari ma, allo stesso tempo, ritiene che se questi ultimi fossero raccolti da uno specchio concavo, brucerebbero esattamente come quelli solari: “se il razzo refresso [raggio riflesso] dal simulacro del Sole ne l'acqua è raccolto collo specchio concavo, esso, poi che sia refresso da tale specchio, brucerà; il simile farà quel del plenilunio”.

L'idea di Leonardo di rilevare il “calore” lunare non cadde nel vuoto. Un secolo dopo, Santoro Santorio (1561-1636) focalizzò con uno specchio sferico la luce lunare su di un termometro galileiano e, nel 1685, lo stesso fece Geminiano Montanari (1633-1687) che usò uno specchio ustorio e un termometro di “moto assai delicato”.

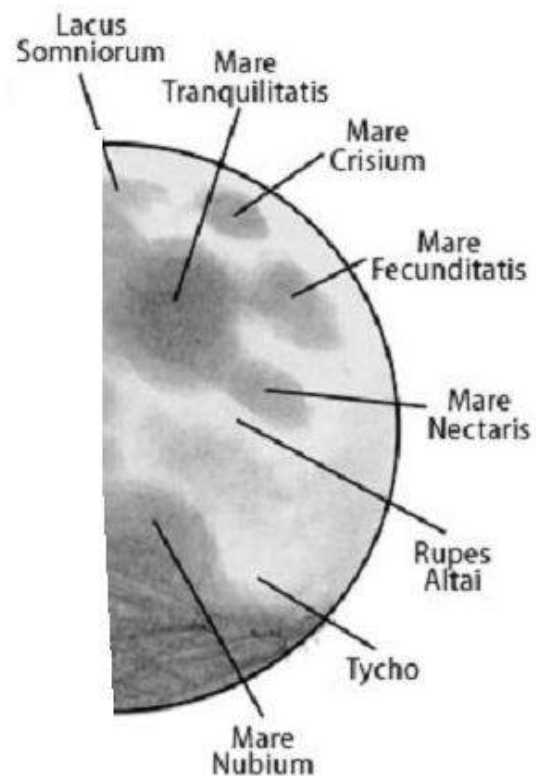
Le esperienze di Santorio e di Montanari, che si muovevano nella scia di Leonardo, erano sì importanti, ma i dispositivi che essi realizzarono erano troppo primitivi per misurare una grandezza così piccola. Il primo ad aver successo fu il fisico Macedonio Melloni che nel 1846 utilizzò un sensibile termomoltiplicatore di sua invenzione.

Per Leonardo la Luna è una massa solida, opaca e “greve” che, circondata dai suoi elementi (aria, acqua e fuoco), si sostiene nello spazio per le stesse ragioni per le quali vi si mantiene la Terra. Essa è a tutti gli effetti una piccola Terra (come scrive nel Manoscritto F., f. 64v) con un brevissimo ciclo stagionale: “à ogni mese un verno e una state, e à maggiori freddi e maggiori caldi, e suoi equinozi son più freddi de' nostri” (Codice Atlantico, f. 303v b).

Un aspetto della Luna che stimola la sua curiosità è la natura delle macchie scure (quelli che per noi oggi sono i “mari” e gli “oceani”). In diversi Codici non accetta l'opinione di coloro che credono che tali macchie siano dovute a vapori che si innalzano

dalla superficie lunare, perché, semplicemente, esse dovrebbero continuamente mutare d'aspetto e posizione (Manoscritto F., f. 84r).

A testimonianza del grande interesse nutrito da Leonardo per la Luna, abbiamo un famoso disegno del primo quarto del nostro satellite, inserito nel Codice Atlantico, 674v. Esso fu realizzato da Leonardo intorno al 1511, a Milano, probabilmente con l'ausilio di uno strumento ottico (forse l'herscheliano sopra descritto) che precederebbe di quasi cento anni il cannocchiale di Galileo. Secondo alcuni storici, è proprio questo disegno lunare che dimostrerebbe il fatto che Leonardo si servì di un dispositivo ottico a basso ingrandimento per definire meglio i contorni dei particolari visibili sulla superficie lunare.



Il disegno lunare tracciato da Leonardo nei suoi ultimi anni milanesi (tra il 1511 e il 1513) e conservato nel codice Atlantico (f. 674v). Esso apre, di fatto, lo studio scientifico del nostro satellite.

Qui sono indicate alcune delle principali configurazioni lunari visibili nel disegno di Leonardo, secondo la toponomastica, tuttora in uso, introdotta dal gesuita G.B. Riccioli nel 1651.

IDEE PER CELEBRARE LEONARDO A MILANO

EVENTI CELEBRATIVI

Per celebrare il contributo astronomico e scientifico di Leonardo a Milano il nostro team propone i tre seguenti eventi:

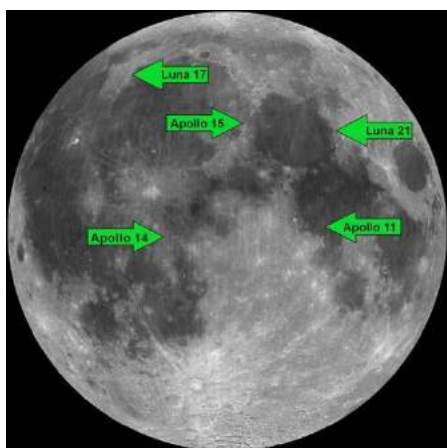
- 1) Un'apertura "astronomica" delle celebrazioni leonardesche, di grande impatto scientifico/culturale e mediatico;
- 2) Un tour di "astronomia leonardesca" a Milano nei luoghi sforzeschi e fino ai giorni nostri;
- 3) **5 ottobre 2019: LA NOTTE INTERNAZIONALE DELLA LUNA DI LEONARDO DA VINCI**

APERTURA CELEBRAZIONI: LUNAR LASER RANGING

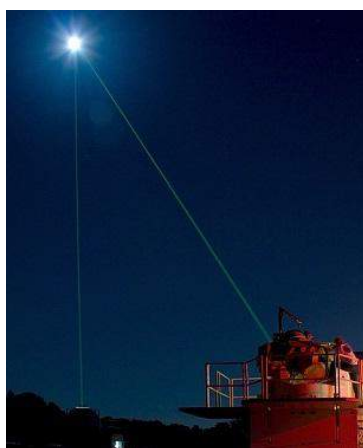
In apertura delle celebrazioni leonardesche si propone un'esperienza di laser ranging lunare, https://it.wikipedia.org/wiki/Esperimento_Lunar_Laser_Ranging, utilizzando come bersaglio il pannello retroriflettente dell'Apollo 15. Lo si potrebbe fare il 15 aprile (data nascita di L.), oppure il 2 maggio (giorno morte).

La distanza così misurata darebbe una risposta sperimentale alla domanda: **di quanto si è spostata la Luna dai tempi della morte di Leonardo?**

E' un evento basato su di una collaborazione internazionale (con un notevole impatto mediatico web e TV), che potrebbe coinvolgere sia l'Osservatorio INAF di Brera, sia L'Osservatorio della Costa Azzurra (Nizza), che ha già condotto in passato tale esperimento. A "premere il bottone" per attivare il raggio laser in direzione della Luna, sarà il sindaco di Milano. L'evento ha un notevole significato simbolico.



Posizione dei riflettori catarifrangenti lasciati sulla superficie lunare dalle missioni Apollo.



Laser puntati sulla Luna per misurare la distanza dalla Terra.



Il laser colpisce la superficie lunare

PERCORSO “ASTRONOMICO” VINCIANO A MILANO (DI IERI E DI OGGI), MA ANCHE UN PERCORSO CELESTE...

Un tour articolato, che tocca sia i luoghi di Leonardo sia i centri culturali e scientifici moderni con una spiccata propensione astronomica nella città di Milano comprende:

- Corte Vecchia, Palazzo Reale. Lì Leonardo ebbe il suo primo studio/laboratorio;
- Gli orti di Leonardo, Palazzo delle Stelline (qui Leonardo osservava le stelle);
- Il Castello Sforzesco, dove si tenevano le grandi sfarzose feste con la scenografia di Leonardo. Le cronache ricordano quella del 13 gennaio 1490, che ebbe il suo punto forte nella rappresentazione cosmologica dei pianeti;
- Ricordiamo la meridiana settecentesca in duomo;
- Lo storico osservatorio astronomico di Brera, tuttora sede di attività di ricerca e di didattica scientifica;
- Il planetario Hoepli, uno dei più importanti nel suo genere;
- Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia "Leonardo da Vinci", Il più grande museo della scienza e della tecnologia in Italia, uno dei più importanti in Europa e nel mondo.

UN TOUR CELESTE DEDICATO A LEONARDO

Leonardo ha dato il proprio nome anche ad oggetti celesti, spesso visibili anche al telescopio (ad esempio, nelle serate di apertura al pubblico dell'Osservatorio di Brera-Merate):

- Il cratere Da Vinci, sulla Luna, 38 Km di diametro, a nord-ovest del Mar Fecunditatis;
- Il cratere marziano Da Vinci, di 100 Km di diametro, all'interno di Xanthe Terra;
- L'asteroide 3000 Leonardo della fascia principale degli asteroide, scoperto all'Osservatorio di Siding Spring in Australia nel 1981 da Schelte Bus, ha un diametro compreso tra i 5 ed i 10 Km.

4-5 OTTOBRE 2019: “L’ASTRONOMIA DI LEONARDO A MILANO E LA NOTTE INTERNAZIONALE DELLA LUNA DI LEONARDO DA VINCI”

4 OTTOBRE

“Leonardo: l’ottica, la luce e le stelle”

- Inaugurazione dell'evento, con lo spettacolo culturale: **“Leonardo: l’ottica, la luce e le stelle”**, con la partecipazione di studiosi di Leonardo, astronomi e musicisti; una serata all’insegna della cultura divulgativa proposta sotto forma di spettacolo

culturale/scientifico/ludico particolarmente indicato per un pubblico curioso ed attento. Non va dimenticato che Leonardo era un grande specialista di scenografia ed autore di *boutade* di grande successo alla corte milanese di Ludovico il Moro.

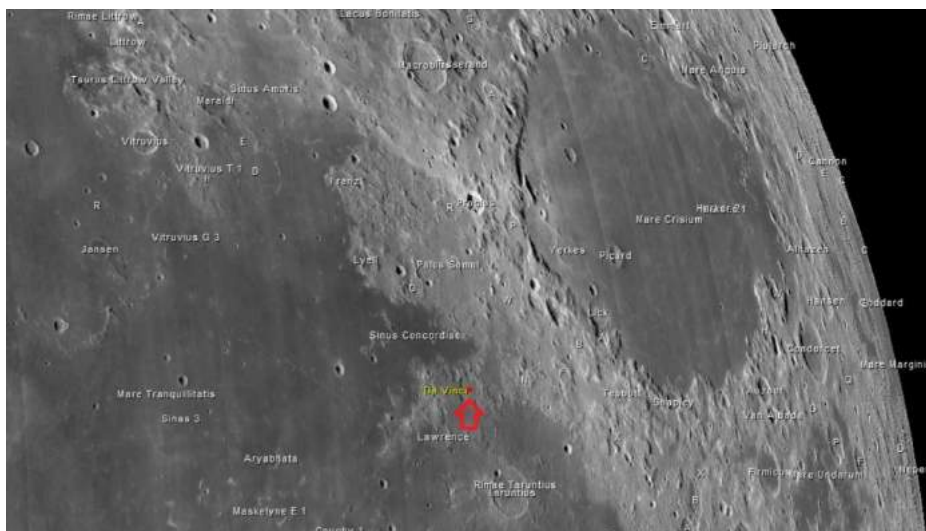
Si tratterà un percorso culturale che prende l'avvio dalla mitologia lunare degli antichi popoli dell'area mediterranea, fino ad arrivare alle raffigurazioni della Luna nella letteratura e nella scienza. Si citeranno Dante, Ariosto, Leonardo, Galilei, Leopardi, Calvino. Gli intermezzi musicali, anch'essi ispirati a soggetti astronomici, creeranno un'atmosfera di grande suggestione.

5 OTTOBRE

- CONFERENZE PER LE SCUOLE
- MUSICA E TESTI DEDICATI A LEONARDO DA VINCI
- **Dalle ore 21: STAR PARTY: "LA LUNA DI LEONARDO"**

Si vuol celebrare questo importante evento storico e culturale nella serata del **5 ottobre 2019**, in concomitanza con l'evento internazionale: "**International Observe the Moon Night**", <http://observethemoonnight.org/> , patrocinato, tra gli altri, dalla NASA. In quella serata, in centinaia di località sulla superficie terrestre milioni di persone osserveranno simultaneamente la Luna, attraverso migliaia di telescopi.

Uno degli obiettivi del nostro team è di chiedere agli organizzatori dell'International Observe the Moon Night e all'International Astronomical Union (IAU) che la notte della Luna del **05 Ottobre** sia ufficialmente denominata **NOTTE INTERNAZIONALE DELLA LUNA DI LEONARDO DA VINCI**.



Il cratere lunare Da Vinci, dedicato a Leonardo