

Riflessioni per una trasposizione didattica sull'uso di fonti storiche: il caso delle macchie solari di Galileo

Nicoletta Lanciano – Dip. Di Matematica, Univ. "La Sapienza" Roma - ITALIA

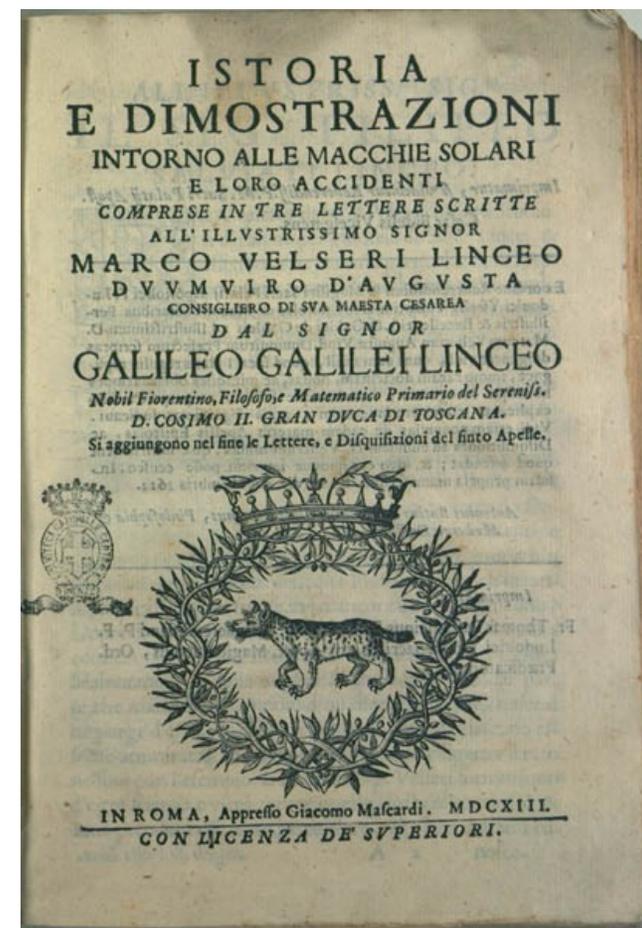
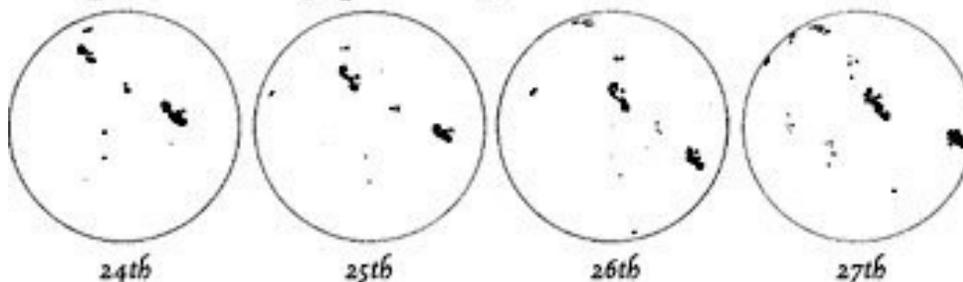
Le dispute dell'epoca di Galileo (1564-1642)

sulle macchie solari, osservate per la prima volta con il telescopio,

e non immaginate né previste nell'Astronomia precedente:

gli aristotelici consideravano il Sole purissimo ed incorruttibile

Sunspots drawn by Galileo, June 1612



La domanda usuale è (nella storia scritta dagli uomini)

- Chi fu **il primo** a vederle?

Però sono importanti anche le altre domande

- Chi si è messo
 - a disegnarle qualche volta? a disegnarle **molte volte**?
 - a proporre **ipotesi di interpretazione** ?
 - a dar loro un **valore "cosmologico"**?

La domanda usuale è (nella storia scritta dagli uomini)

- Chi fu **il primo** a vederle?

Però sono importanti anche le altre domande

- Chi si è messo
 - a disegnarle qualche volta? a disegnarle **molte volte**?
 - a proporre **ipotesi di interpretazione** ?
 - a dar loro un **valore "cosmologico"**?



Alcune domande meno individualiste sono (in una visione della storia più femminile)

- Quale è **il contesto** in cui si è sviluppato un interesse sulla luce, l'ottica nelle scienze e nelle belle arti, in Europa all'inizio del 1600?
- **Quali fattori più** tecnici hanno permesso di osservare il Sole con occhi nuovi?
- **Quali collaborazioni** nella Comunità Scientifica dell'epoca hanno permesso di ottenere risultati positivi e nuovi?

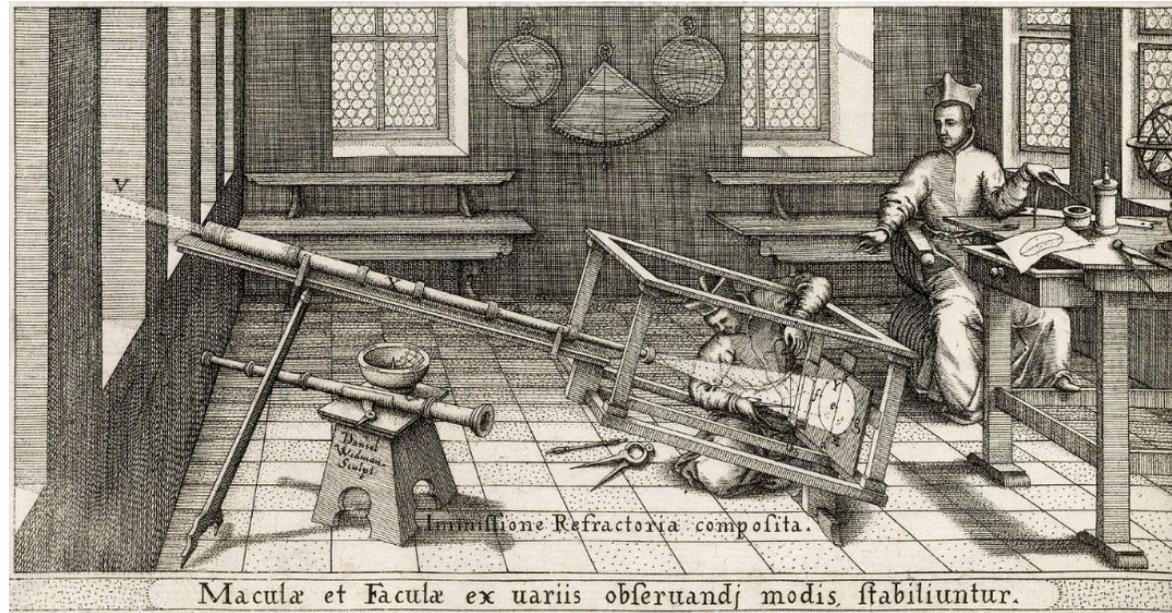
I Cinesi già avevano visto le macchie nel Sole a occhio nudo, secoli prima.

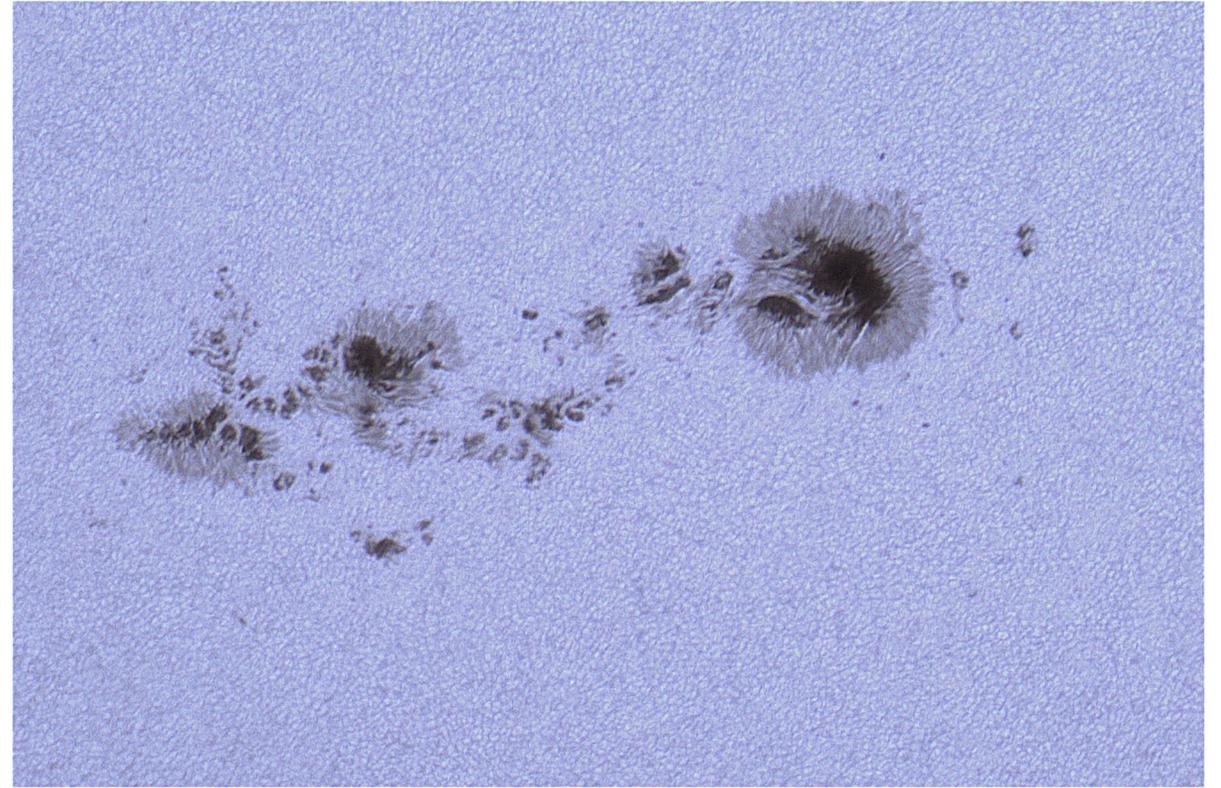
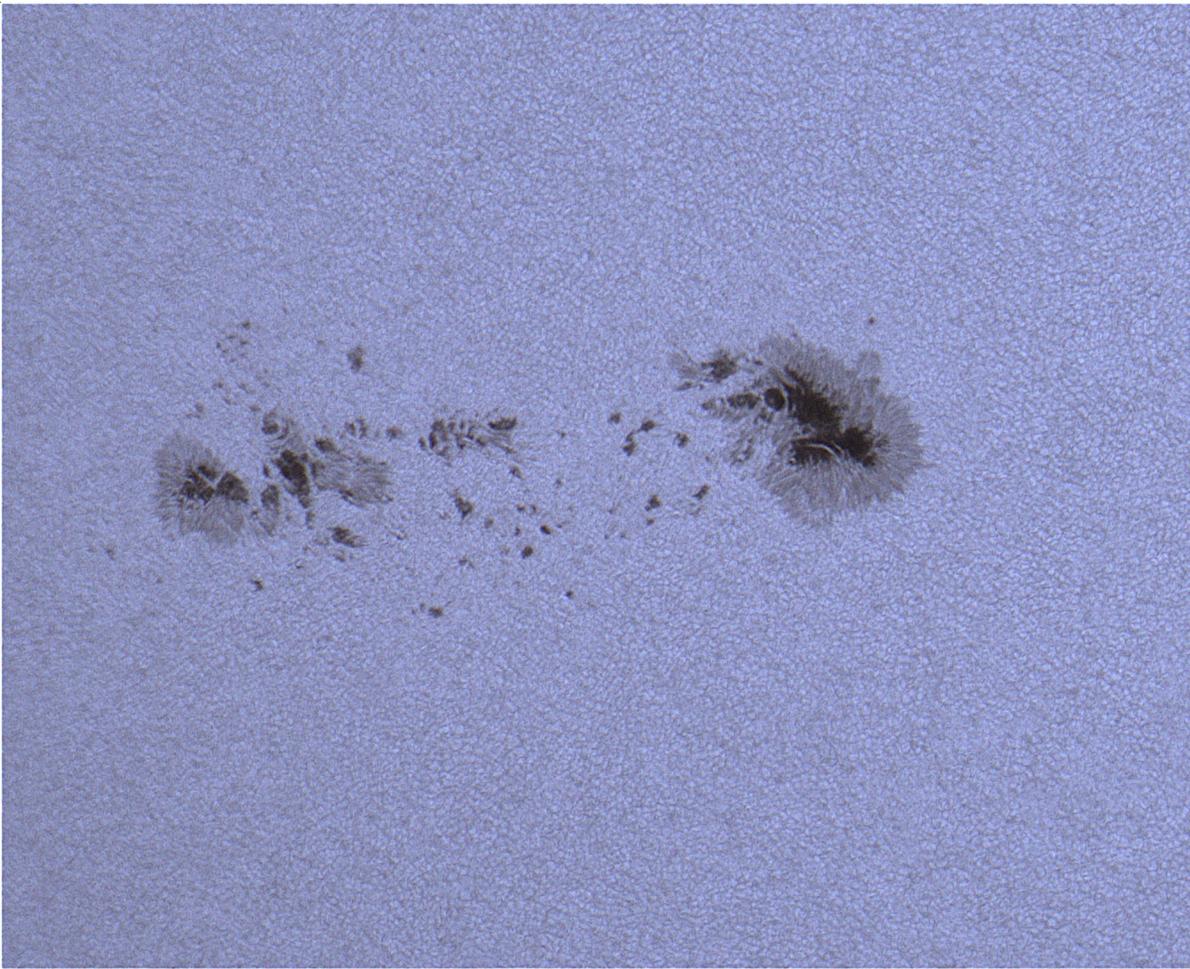
Però: grazie a che cosa la nuova visione del Sole conferma le idee di Copernicane contro quelle Aristotel nell'Europa del 1600?

Discutiamo alcuni dispositivi didattici a diversi livelli scolastici:

- la osservazione diretta e la proiezione del Sole con l'uso del telescopio

Galileo *“Devesi drizzare il telescopio verso il Sole, come se altri lo volesse rimirare; ed aggiustatolo e fermatolo, espongasì una carta bianca e piana incontro al vetro concavo, lontana da esso vetro tre o quattro palmi; perché sopra esso caderà la specie [immagine] circolare del disco del Sole, con tutte le macchie che in esso si ritrovano, ordinate e disposte con la medesima simmetria a capello che nel Sole son situate; e quanto più la carta si allontanerà dal cannone, tanto tale immagine verrà maggiore e le macchie meglio si figureranno, e senz'alcuna offesa si vedranno tutte molto piccole, le quali, guardando per il cannone, con fatica grande e con danno della vista appena si potrebbero scorgere.”*





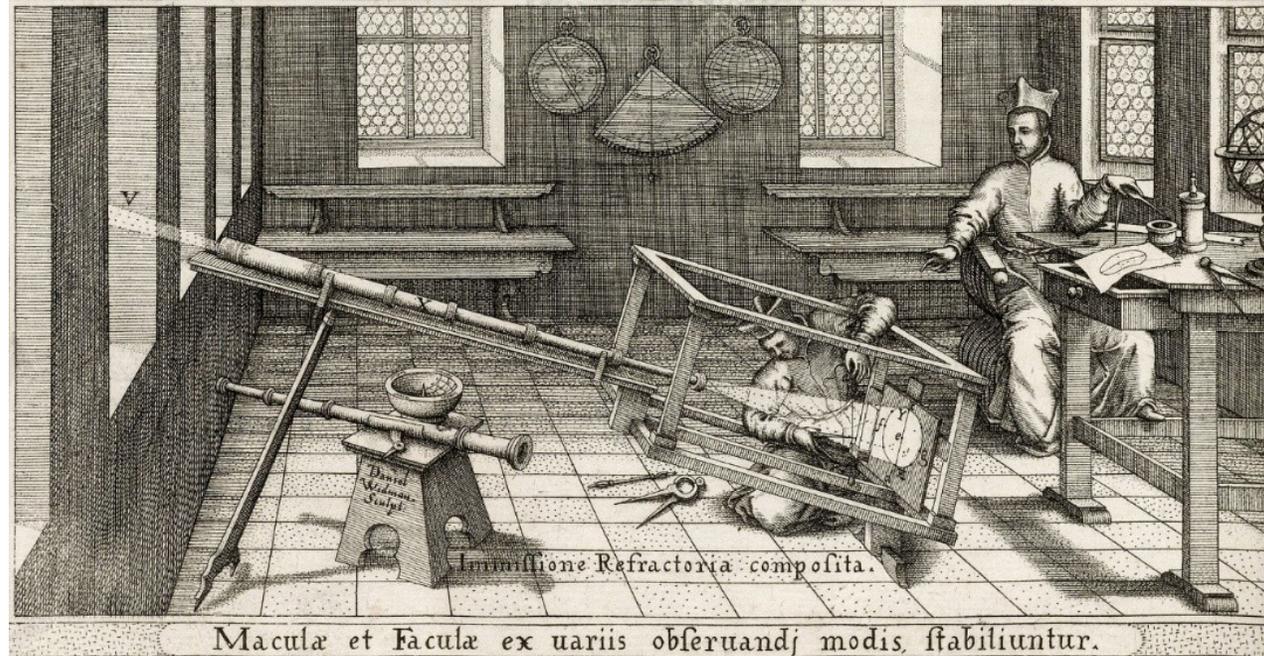
9 e 10 luglio 2024
Gabriele Vanin

Galileo *“E per disegnarle giuste, io descrivo prima sopra la carta un cerchio, della grandezza che più mi piace, e poi, accostando o rimuovendo la carta dal cannone, trovo il giusto sito dove l'immagine del Sole si allarga alla misura del descritto cerchio: il quale mi serve anche per norma e regola di tenere il piano del foglio retto, e non inclinato al cono luminoso de i raggi solari che escono del telescopio; perché quando e' fosse obliquo, la sezione viene ovata e non circolare, e però non si aggiusta con la circonferenza segnata sopra il foglio; ma inclinando più o meno la carta, si trova facilmente la positura giusta che è quando l'immagine del Sole s'aggiusta col cerchio segnato. ritrovata che si è tal positura, con un pennello si va notando, sopra le macchie stesse, le figure grandezze e siti loro: ma conviene andare addestramente secondando il movimento del Sole, e, spesso, muovendo il telescopio, bisogna procurare di mantenerlo ben dritto verso il Sole; il che si conosce guardando nel vetro concavo dove si vede un piccolo cerchietto luminoso, il quale sta concentrico ad esso vetro quando il telescopio è ben dritto verso il Sole.”*

Stando all'aperto, in pieno Sole, era difficile però ottenere un'immagine del Sole ben luminosa e distinta. Infatti Galileo suggeriva di disporsi al coperto:

Galileo *“E per vedere le macchie distintamente e terminate, è ben inscurir la stanza serrando ogni finestra, sì che altro lume non vi entri che quello che viene per il cannone; o almeno inscuriscasi più che si può, ed al **cannone** si accomodi un cartone assai largo, che faccia ombra sopra la carta dove si ha da disegnare e impedisca che altro Lume del Sole non vi caschi sopra fuorché quello che viene per i vetri del cannone.”*

C.Scheiner – Rosa Ursina, Bracciano 1626-1630



Registri di osservazioni delle macchie e dei loro cambiamenti

Galileo : Dialogo sui due massimi sistemi del mondo

- **Salviati:** Galileo *"affermó tali macchie essere materia che in tempi brevi si producevano e si dissolvevano; che in quanto al luogo, erano contigue al Sole, e che intorno a quello si rigiravano portate dall'istesso globo solare.*

(L'effetto mostrato è simile a quello che vedrebbe) chi da lontane regioni osservasse il moto delle nostre nugole, le quali si scorgerebbero muoversi di moto velocissimo, grande e costante, portate dalla vertigine (rotazione) diurna della Terra."

Ipotesi di interpretazioni sensate e possibili errori per dar conto delle osservazioni.

- Ipotesi 1 e 2 ruotano intorno al Sole o gli passano davanti

Galileo : Dialogo sui due massimi sistemi del mondo

- **Simplicio:** *"Io ho invece diverse opinioni intorno a questo particolare. **chi dice che sono stelle, chè ne loro propri orbi, a guisa di Venere e Mercurio, si volgono intorno al Sole, e nel passargli sotto si mostrano a noi oscure, altri le credono essere impressioni per aria; altri illusioni dei cristalli (lenti del cannocchiale); ed altri, altre cose. Ma io inclino assai a creder che **le siano un aggregato di molti e vari corpi opachi, quasi casualmente concorrenti tra di loro: ma non però è di necessità dire che le si generino e si corrompano.**"***

- Ipotesi 3

- **Galileo** "... più resolutamente confermo, che le macchie oscure, le quali col mezzo del telescopio si scorgono nel disco solare, *non sono altamente lontane dalla superficie di esso, ma gli sono contigue, o separate di così poco intervallo che resta del tutto impercettibile: di più, non sono stelle o altri corpi consistenti e di diuturna durazione, ma continuamente altre se ne producono e altre se ne dissolvono, servendovene di quelle di breve durazione, come di uno, due o tre giorni, ed altri di più lunga, come di 10, 15 e, per mio credere, anco di 30 e 40 e più, come appresso dirò: sono per lo più di figure irregolarissime, le quali figure si vanno mutando continuamente alcune con preste e differentissime mutazioni, e da altre con più tardezza e minor variazione si vanno ancora alterando dell'incremento e decremento dell'iscurità, mostrando come tal ora si condensano e tal ora si distraggono e rarefanno: oltre al mutarsi in diversissime figure, frequentemente si vede alcuna di loro dividersi in tre o quattro, e spesso molte unirsi in una, e ciò non tanto vicino alla circonferenza del disco solare, quanto ancora circa le parti di mezzo: oltre a questi disordinati e particolari movimenti, di aggregarsi insieme e disgregarsi, condensarsi e rarefarsi e cangiarsi di figure, hanno un massimo comune ed universal moto, col quale uniformemente ed in linee tra di loro parallele vanno scorrendo il corpo del Sole: da i particolari sintomi del qual movimento si viene in cognizione, prima, che il corpo del Sole è assolutamente sferico; secondariamente, che egli in sé stesso e circa il proprio centro si raggira, portando seco in cerchi paralleli le dette macchie, e finendo una intera conversione in un mese lunare in circa, con rivolgimento simile a quello de gli orbi de i pianeti, cioè **da occidente verso oriente.**"*

Modelli e materiali per spiegare ciò che si osserva

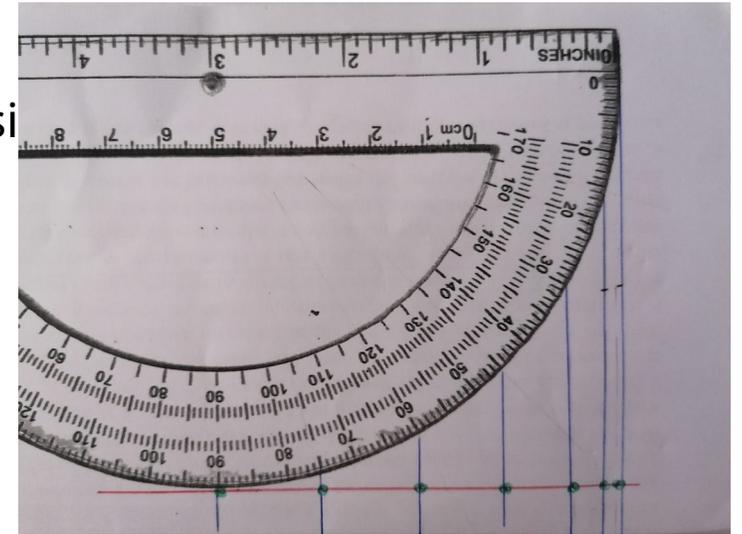
<https://astroedu.iau.org/it/activities/2103/2103/#:~:text=Visto%20dalla%20Terra%2C%20il%20Sole,Sole%20ruota%20in%20senso%20antiorario.>

non solo foto e video ma anche materiali 3d per capire a fondo l'ipotesi

QUALI IPOTESI SUL SOLE?
27 giorni x 24 ore = 648 ore

648 ore: 360° → Circa 2 ore per 1°

Ma il plasma ruota a differenti velocità, a seconda della latitudine (rotazione differenziale).



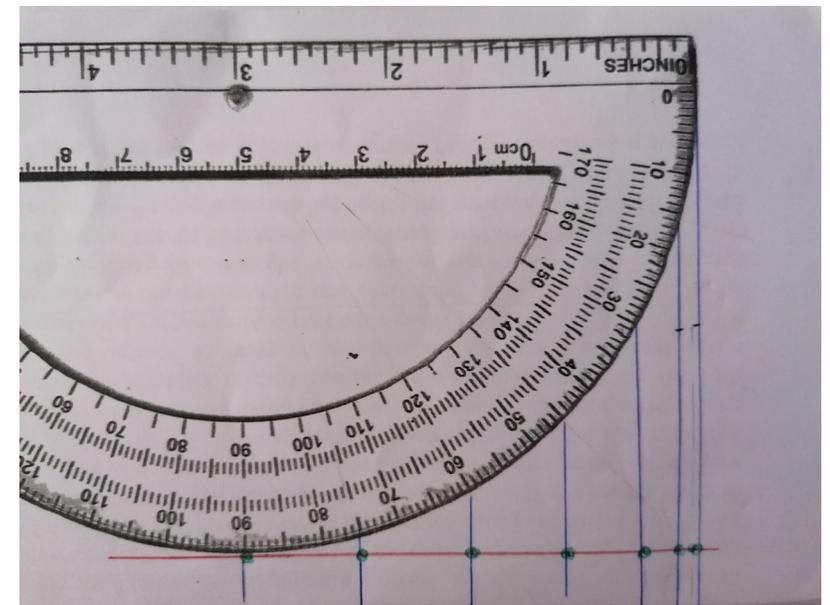
Misure di spazio- tempo-numero e forma delle macchie

Galileo: *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*, Roma, 1613 - Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Post. 155, pp. 94-95

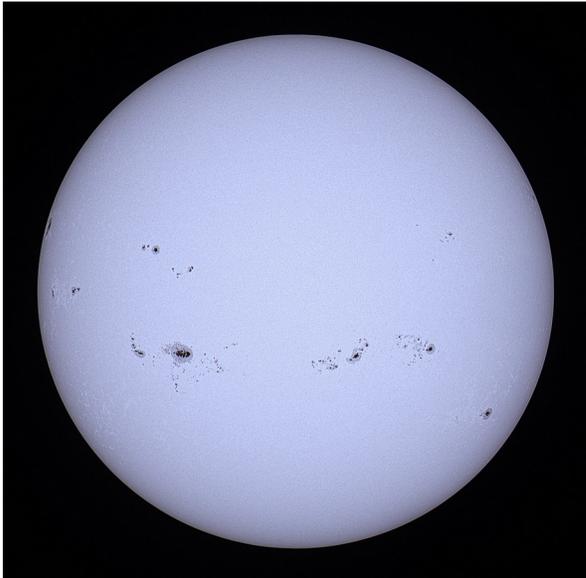
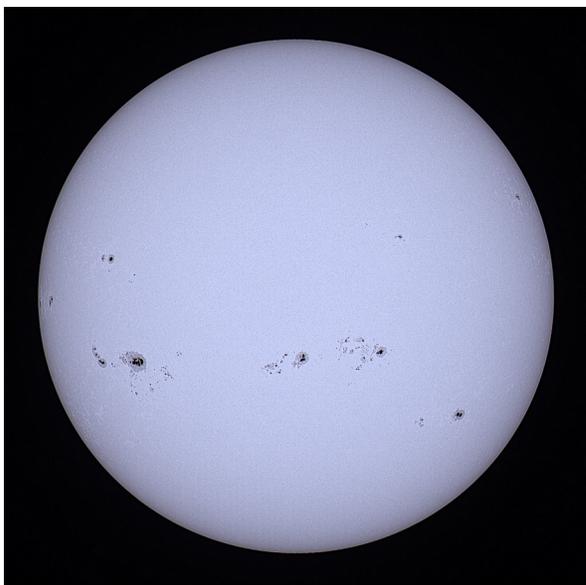
Galileo: Dialogo sui due massimi sistemi del mondo

- **Salviati:** (Il moto di queste macchie) *verso la circonferenza apparisce tardissimo (molto lento), e verso il mezo più veloce, (mentre le loro forme) verso la circonferenza appariscono strettissime in comparazione di quello che si mostrano nelle parti di mezo, e questo perchè nelle parti di mezo si veggono in maestà (nella loro interezza, di fronte) e quali elle veramente sono, verso la circonferenza, mediante lo sfuggimento della superficie globosa, si mostrano in iscorcio. ...*

L'una e l'altra diminuzione, di figura e di moto, a chi diligentemente l'ha sapute osservare e calcolare, risponde precisamente a quello che apparir deve quando le macchie sien contigue al Sole, e discorda inescuabilmente dal muoversi in cerchi remoti. "



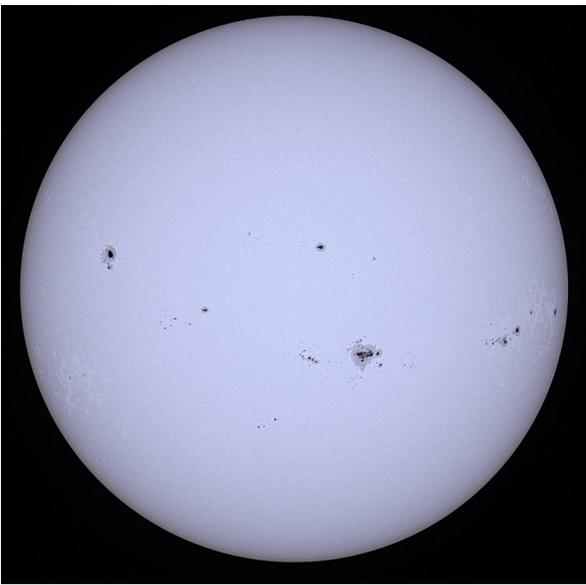
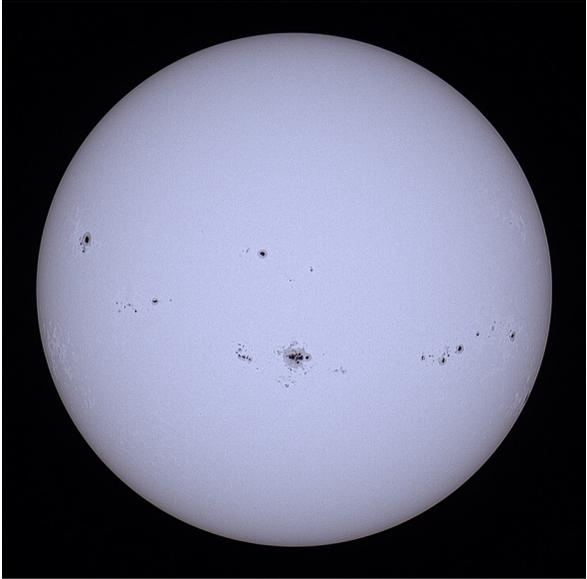
Cos 0°	1	0,04
Cos 15°	0,96	0,10
Cos 30°	0,86	0,16
Cos 45°	0,70	0,20
Cos 60°	0,50	0,24
Cos 75°	0,26	0,26
Cos 90°	0	



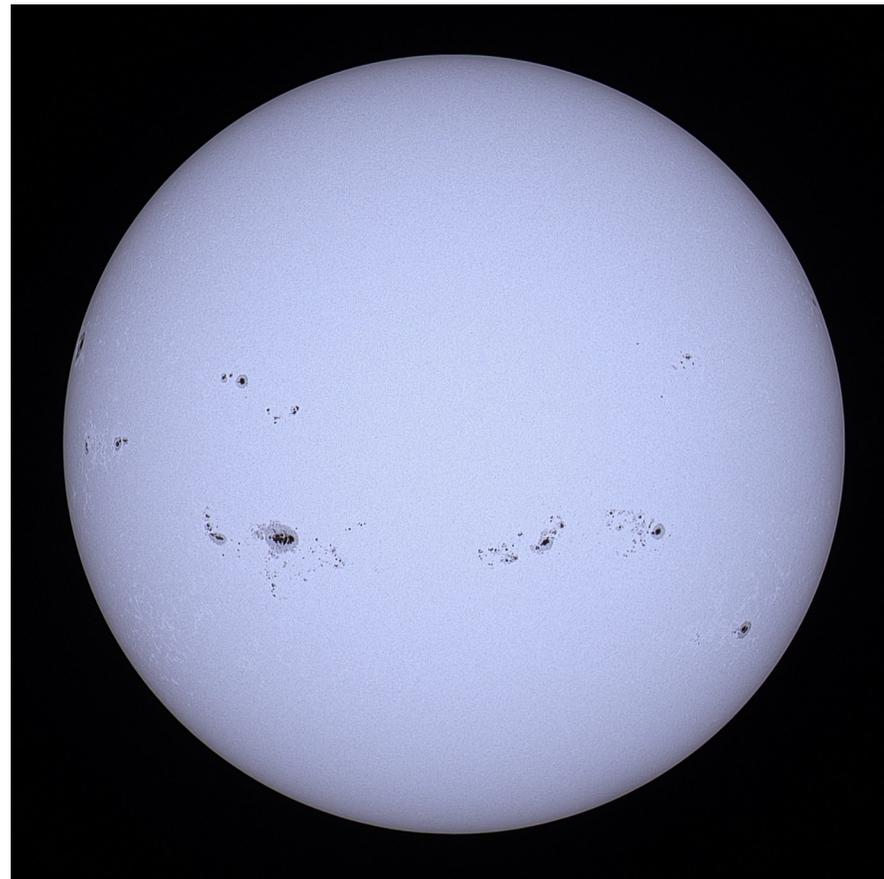
7 - 8 - 10 - 11 agosto 2024
Gabriele Vanin
Feltre - Italia

In 4 giorni: 24 ore x 4 = 96
ore

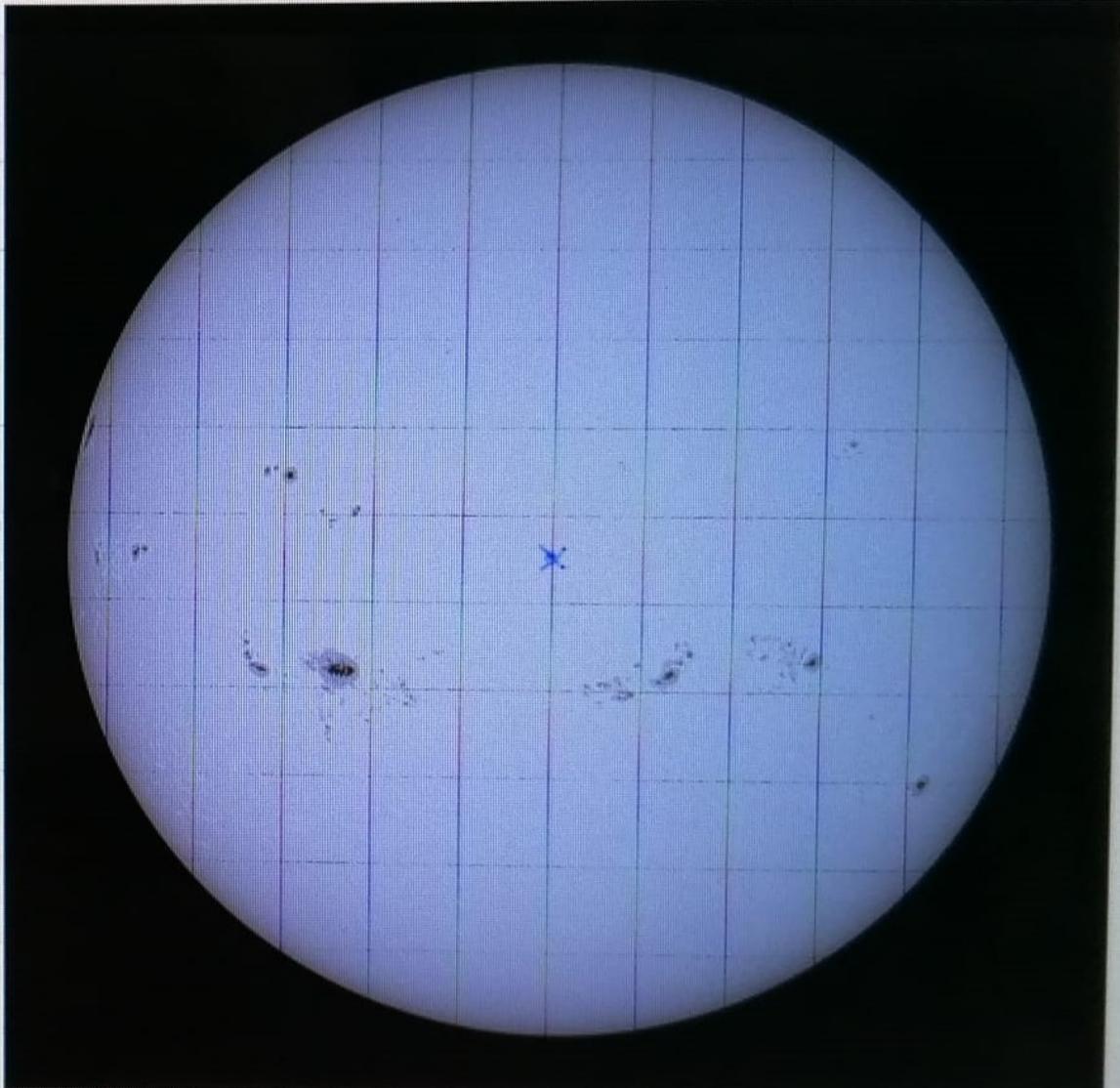
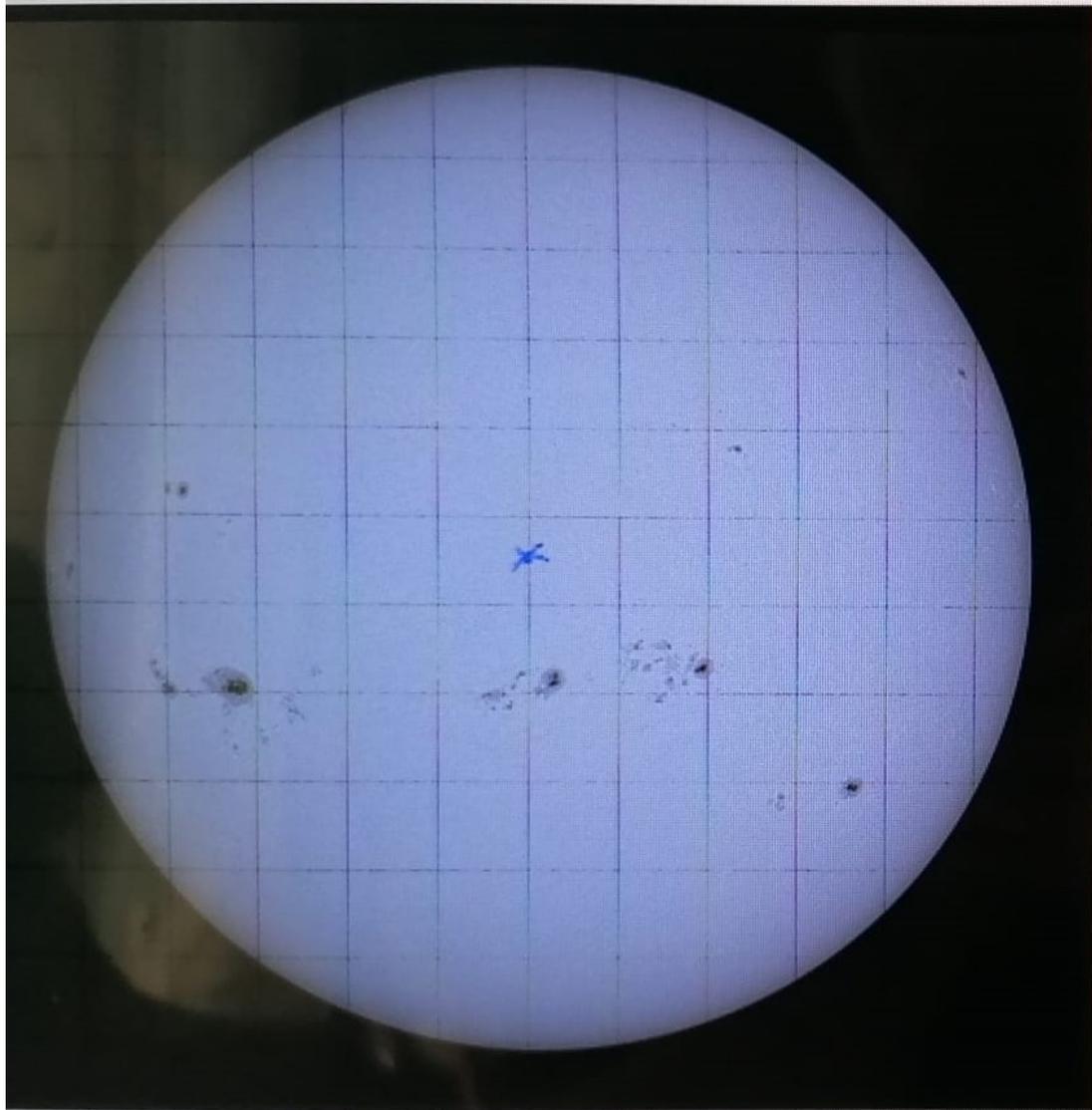
96 ore x 1/2° = 48°



7 - 8 agosto 2024



7 - 8 agosto 2024



10 - 11 agosto 2024



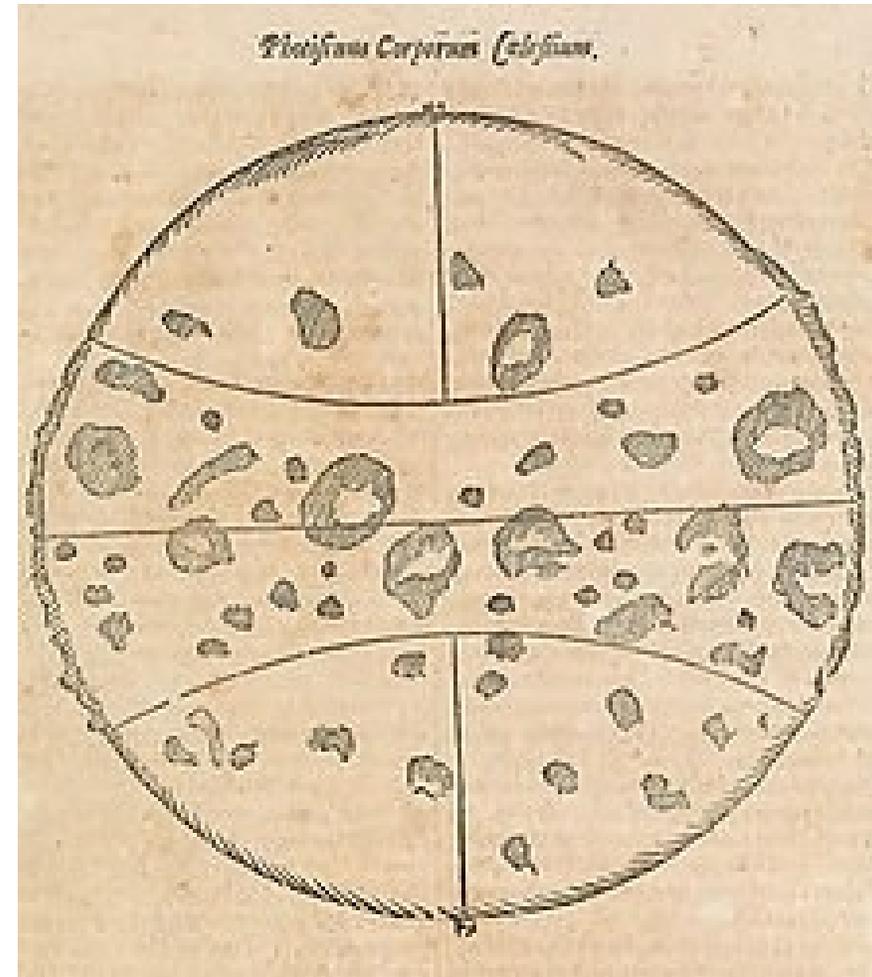
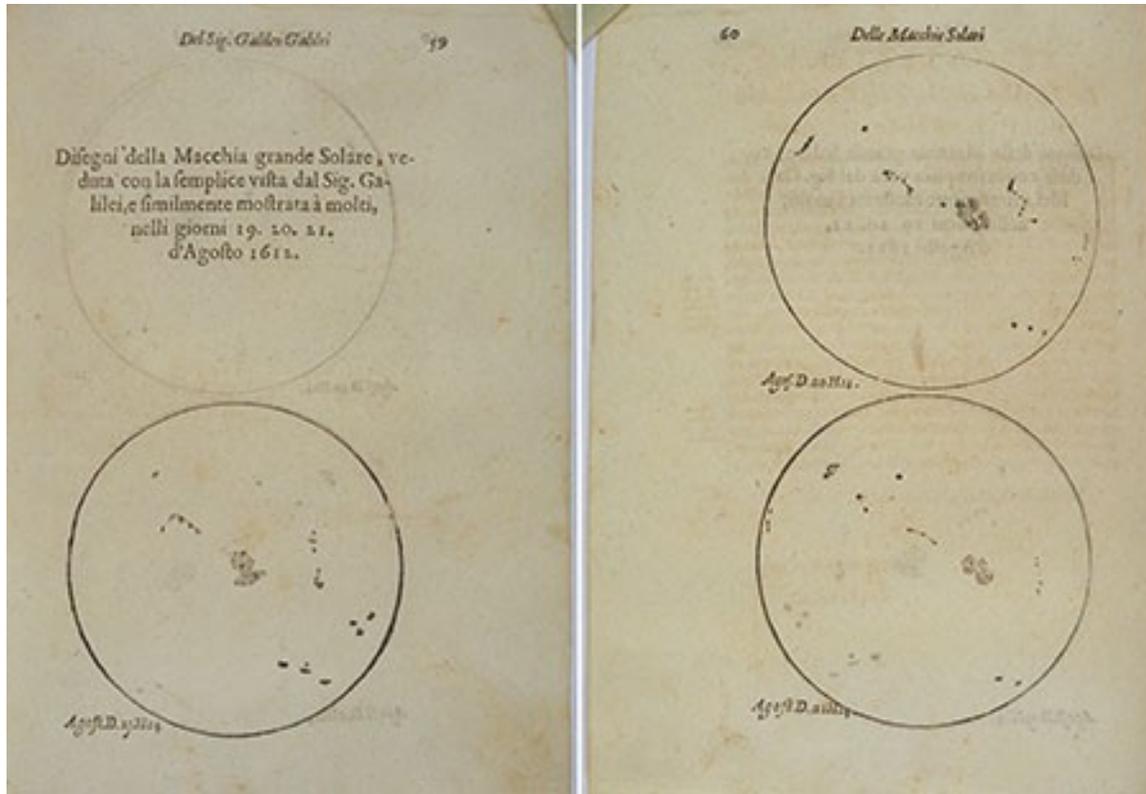
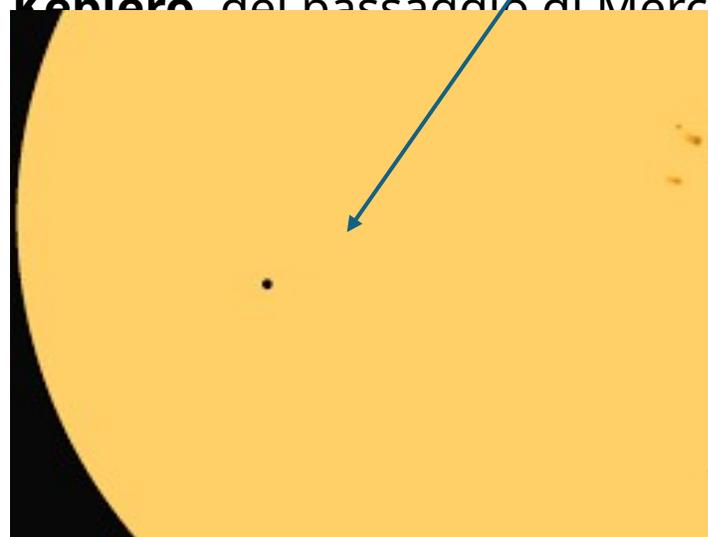


Illustrazione delle macchie solari sul trattato [*Ars magna lucis et umbrae*](#) (1646) del Gesuita Athanasius Kircher

Nella storia dell'Astronomia mostrare l'indispensabile collaborazione tra persone di scienza, da sempre

- L'alunno di Galileo, **Benedetto Castelli**, suggerisce al **maestro** di utilizzare la proiezione su un foglio bianco
- C'è uno scambio di lunghissime lettere tra **Italia, Germania, Olanda, Francia...**
- Le osservazioni del Sole del fiorentino **Francesco Sizzi** a Parigi, che descrive i raggi inclinati delle macchie solari, con curve diverse durante l'anno, permettono di determinare quale è l'inclinazione dell'asse di rotazione del Sole rispetto al piano dell'orbita terrestre
- La previsione con i calcoli di **Keplero** del passaggio di Mercurio davanti al Sole il 7 di Novembre del 1631, confermata da **Andri** a Parigi (Panek p 59)



Novembre 1610 prima osservazione di **Galileo** scriverà nella I lettera a Velsari (Wesler) – o **Dicembre 1610** nella lettera a Maffeo Barberini del 1612

Padre Fulgenzio Micanzio (allievo di Sarpi) lettera a Galileo da Venezia 27 Settembre 1631, scrive che Galileo aveva osservato macchie scure nel 1610, prima di andare a Firenze – **Ipotesi 1** «vapori o inganni dell'occhiale»

18 Nov 1610 Germania, Velsari informa Johannes Faber Linceo, che 2 gesuiti il tedesco **Christoph Scheiner (Apelle)** e l'austriaco **Adam Tanner** **Ipotesi 2** «stelle tra l'osservatore (Terra) e il Sole, che ruotano intorno alla Terra o al Sole»

1610 Johannes e David Fabricius, o il 27 Febbraio 1611 (9 marzo Cal Gregoriano) - descrizione Giugno del 1611 ***De Maculis in Sole Observatis et apparente earum cum Sole conversione, Narratio dimenticata fino al 1723***

1611 Galileo a Roma mostra le macchie agli astronomi

1612 Velsari manda a Galileo un opuscolo firmato **Apelle**, che sostiene di averle **viste dal maggio 1611** e **registrate dall'Ottobre 1611**

Dal Maggio 1612-1613 Galileo scrive 3 lettere indirizzate a Marco Velsari con disegni dal 2 Giugno al 8 Luglio 1612, **Ipotesi 3** «le macchie si generano sul Sole e ruotano con esso» che pubblica a Roma nel Marzo del **1613** **«Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti»**

Galileo 19-21 agosto 1612 osserva macchie a occhio nudo (cieco)

Riflessioni di Galileo sulla natura

(Panek p 53) **Galileo:** *“Io dubito che l voler noi misurar tutto con la scarsa misura nostra ci faccia incorrere in strane fantasie, e che l'odio nostro particolare contro alla morte ci renda odiosa la fragilità.”*

Galileo sa che molti hanno visto le macchie del Sole a occhio nudo o nella proiezione per esempio in una chiesa, in una **linea meridiana o altra parte del pavimento....**da millenni **«per la cortesia della natura»**

*“Io poi ho riconosciuto **la cortesia della natura**, alla quale, **mille e mille anni sono**, porse facoltà di poter venire in notizia di tale macchia, e per esse di alcune gran conseguenze; perché, senz'altri strumenti, **da ogni piccolo foro per il quale passino i raggi solari viene in distanze grandi portata e stampata sopra qual si voglia superficie opposta, l'immagine del Sole con le macchie**. Ben è vero che non sono a gran pezzo così terminate come quelle del telescopio; tuttavia le maggiori si scorgono assai distinte: e V.S. **vedendo in chiesa da qualche vetro rotto e lontano cadere il lume del Sole nel pavimento, vi accorra con un foglio bianco e disteso, che vi scorderà sopra le macchie**. ma più dirò, **essere la medesima natura stata così benigna**, che per nostro insegnamento a tal ora macchiato il Sole di macchia così grande ed oscura, che è stata veduta da infiniti **con la sola vista naturale...**”*



Le ricerche sulle macchie solari segnarono il passo per la maggior parte del XVII e l'inizio del XVIII secolo, perché a causa del [Minimo di Maunder](#) quasi nessuna macchia solare fu visibile per molti anni.

Ma dopo la ripresa dell'attività solare, [Heinrich Schwabe](#) poté riportare nel [1843](#) un cambiamento *periodico* nel numero delle macchie solari, che sarebbe poi stato chiamato il [ciclo undecennale dell'attività solare](#).

È stata registrata **l'assenza di macchie solari** per 266 giorni su 366 nel 2008, e per 78 giorni nei primi 90 giorni del 2009 (Anno mondiale dell'Astronomia).

Bibliografia

Galileo - Dialogo sui due massimi sistemi del mondo 1624-1630

Galileo - Lettere

Vanin G. , Galileo Astronomo, edizioni DBS, 2008

Panek R., Seeing and Believing – How the telescope opened our eyes and mind to the Heavens - 1998 – (Traduz italiana Vedere per credere- 2000)

Guerrero G. , Dialoghi intorno a Galileo, 2013

<https://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/oggetto/GalileoGalileiIstoriaDimostrazioniIntornoMacchieSolari.html>