

FRANCO FORESTA MARTIN

Quattro secoli fa iniziava l'astronomia solare

La prima descrizione fisica delle macchie da parte di Galilei nel 1612, nel corso di una controversia con l'astronomo-gesuita Scheiner. Una rievocazione storica e una proposta osservativa per le scuole, proprio nel periodo in cui il Sole si accinge a toccare il massimo dell'attività nel suo ciclo di undici anni.

Quattro secoli fa, il 12 maggio 1612, Galileo Galilei (Fig. 1), dopo avere scoperto col suo cannocchiale i mutevoli fenomeni osservabili sulla superficie del Sole, scriveva all'amico Federico Cesi, il naturalista e fondatore dell'Accademia dei Lincei:

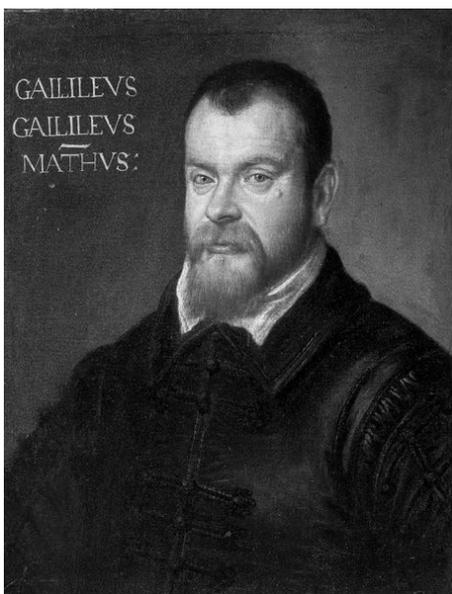


Fig. 1. – Ritratto di Galilei giovane.

“Sto aspettando di sentir scaturire gran cose dal Peripato per mantenimento della immutabilità dei cieli, la quale non so dove potrà essere salvata e celata, già che l'istesso sole ce l'addita con sensate manifestissime esperienze: onde io spero che le montuosità della luna sieno per convertirsi in uno scherzo et in un solletico, rispetto a i flagelli delle nugole, de i vapori e fumosità, che sulla faccia stessa del sole si vanno producendo, movendo e dissolvendo continuamente”.

In parole più semplici, Galilei, dopo avere scoperto le montuosità lunari, i satelliti di Giove e le fasi di Venere, scuotendo le certezze sulla purezza e l'immutabilità dei cieli dei filosofi aristotelici (o peripatetici), ora ironizzava su come loro avrebbero potuto giustificare le nuove evidenze delle macchie che si andavano formando e dissolvendo in continuazione sulla superficie del Sole.

Le macchie Galilei le aveva viste per la prima volta verso la fine del 1610 da Padova, rivolgendo il cannocchiale da poco costruito verso il Sole e notando la formazione, il moto e l'evoluzione di quelle *fumosità*. Ma, gravato da molti impegni e da problemi di salute, e soprattutto reso più cauto dalle dure critiche degli avversari, aveva deciso di rinviare ai mesi successivi lo studio più approfondito di quest'altra meraviglia astronomica che, intanto, si compiacceva di descrivere e mostrare agli amici più fidati come Cesi.

Qui, oltre a sottolineare lo scoccare di quattro secoli da quest'altra conquista dell'ingegno galileiano, e la fortuita coincidenza di questa ricorrenza con il periodo in cui il Sole, nell'ambito del suo ciclo undecennale di attività, raggiungerà il massimo (i picchi sono previsto nel biennio 2012-2013), desidero rievocare il modo in cui Galilei interpretò i dati delle sue osservazioni e quali conseguenze ebbero i suoi studi sullo sviluppo dell'astronomia.

Inoltre, nella mia veste di astrofilo, desidero invitare gli insegnanti a cogliere questa occasione per compiere, con le loro classi, alcune osservazioni delle macchie solari, con e senza strumenti ottici, in condizioni di assoluta sicurezza per la vista

* * *

I biografi e gli storici galileiani riferiscono che dopo le sue prime osservazioni sulle macchie solari (di vera e propria scoperta non è il caso di parlare, dal momento che esse erano state viste ripetutamente, a occhio nudo, fin dall'antichità), Galilei aveva preferito non formulare subito spiegazioni circa la loro natura. A un certo

punto lo scienziato fu forzato a esprimersi da un suo estimatore: Mark Welser, magistrato di Augusta (Augsburg, in Baviera), e socio dell'Accademia dei Lincei. Questi, intrattenendo rapporti con eruditi di vari Paesi, nel corso del 1611 aveva ricevuto dal matematico e astronomo gesuita Cristoph Scheiner (Fig. 2) di Ingolstadt, vicino ad Augusta, tre lettere, poi raccolte in un volumetto (*Tres Epistolae de Maculis Solaribus Scriptae ad Marcum Walserum*, Augsburg 1612), in cui si esponevano i risultati di una serie di osservazioni di macchie solari effettuate a partire dal marzo di quello stesso anno.



Fig. 2. – Cristoph Scheiner.

Scheiner che, come usava a quei tempi, si celava dietro uno pseudonimo (*Apelles*), era un abile osservatore: per non restare abbagliato e preservare la vista, faceva ricorso a un tubo ottico dotato di lenti colorate e registrava con accurati disegni la forma, le dimensioni e lo spostamento delle macchie.

Tuttavia, l'astronomo gesuita era dominato dal preconcetto aristotelico della purezza e immutabilità delle cose celesti, sicché concluse che le macchie, non potendo appartenere alla superficie del Sole, e neppure ai cieli di Mercurio e di Venere (la durata del loro transito era, infatti, incompatibile con le orbite dei due pianeti), dovevano essere astri erranti molto vicini al Sole, simili ai satelliti di Giove scoperti poco prima da Galilei.

Ricevute le lettere di *Apelles* dall'amico Walser, Galilei si decise a riprendere le osservazioni solari con l'aiuto del discepolo Benedetto Castelli, a cui viene attribuita la tecnica dell'osservazione per proiezione, su uno schermo posto oltre l'oculare del telescopio, allo scopo di non guardare direttamente il Sole e restarne abbagliati.

Al misterioso *Apelles*, sempre tramite l'intermediazione di Walser, Galilei rispose con grande rispetto e considerazione, pur dissentendo nettamente dalle sue conclusioni. Ma la cordialità non sarebbe durata a lungo: fra i due, qualche anno dopo, esplose una vera e propria lite sulla questione della priorità della scoperta delle macchie stesse. Lite, tutto sommato, inutile e ingiustificata, come hanno fatto notare alcuni storici dell'astronomia, dato che le macchie erano state osservate fin dall'antichità, ovviamente senza l'aiuto di strumenti ottici e senza che ne fosse tentata una spiegazione scientifica.

* * *

Nelle sue risposte ad *Apelles* tramite Walser, Galilei fa notare che, accanto alle macchie scure, si possono scorgere spesso delle piccole aree più brillanti della superficie solare (Galilei le chiama *piazzette*, Scheiner *facole*) e deduce che, non potendosi pensare all'esistenza di un oggetto più splendente del Sole fuori da esso, sia le une sia le altre facciano parte della superficie, e infatti partecipano al moto di rotazione del Sole attorno all'asse; quanto alla loro natura, Galilei propende a paragonarle alle nubi terrestri.

E quasi ci sembra di vedere Galilei osservare l'atmosfera, un giorno luminoso in cui nel cielo si muove qualche cumulo isolato; e scrutare come si formino quelle condensazioni di vapore acqueo, ora più chiare e ora più scure; e immaginare che processi analoghi possano verificarsi anche sopra la superficie del Sole.

Anche le lettere di Galilei a Scheiner furono raccolte e pubblicate col titolo: *"Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti"* (Roma 1613), in un volumetto che lo storico della scienza Massimo Bucchiantini ha definito "il primo grande testo di filosofia galileiana"; non solo un libro di descrizione del mondo fisico, come era stato il *"Sidereus Nuncius"*, ma anche di "ragioni concludenti che hanno il compito di svelarci la costituzione dell'Universo".

Non è un caso se, in quegli stessi anni, anche Keplero, un altro grande rivelatore dell'Universo, riflettendo sul mutare continuo della forma delle macchie solari, sia giunto, indipendentemente, a conclusioni del tutto simili a quelle di Galilei:

"... dal fatto che nella medesima zona del Sole alcune sorgono e altre svaniscono, si addensano e si rarefanno, mutano forma di continuo, essendo l'una più veloce dell'altra, si deduce facilmente che la materia di queste macchie è analoga a quella che nella superficie della Terra forma le nubi e i vapori..."

E concludeva Keplero:

"... ciò risulterà con sempre maggiore plausibilità con l'andare del tempo, quanto più chiara si manifesterà di giorno in giorno l'affinità fra le cose terrestri e quelle celesti".

Oggi sappiamo che le macchie sono più simili a aree cicloniche associate a intensi campi magnetici, piuttosto che a nubi passeggere, ma le ipotesi di Galilei e Keplero, ancorché errate, rappresentarono il primo passo verso lo studio fisico del Sole in senso moderno. Comunque, si trattò di un notevole passo avanti rispetto all'atteggiamento peripatetico che tendeva a rimuovere la causa fisica delle macchie dalla superficie del Sole per una forma di acritica adesione al concetto di purezza e immutabilità degli astri celesti.

Nota Bibliografica

Un vecchio testo classico, ma ancora validissimo, che racconta la scoperta delle macchie solari e la controversia fra Galilei e Scheiner, è: Giorgio Abetti, *Amici e nemici di Galileo*, Bompiani, 1945. Uno testo attuale, che descrive due grandi fondatori della cosmologia moderna, è: Massimo Bucciantini, *Galileo e Keplero*, Einaudi, 2003.

Osservare le macchie al telescopio per proiezione

Il Sole sta attraversando un periodo di massima attività. La sua superficie visibile o fotosfera presenta zone più calde, con una temperatura media di 6.000 gradi, e zone relativamente più fredde con una temperatura oltre un migliaio di gradi più bassa. Le zone più fredde, per contrasto, appaiono scure e vengono chiamate 'macchie solari'.

Nel corso dei massimi dell'attività solare, che si ripetono ogni circa undici anni, il numero delle macchie si moltiplica e alcune di esse hanno dimensioni talmente grandi da essere viste a occhio nudo da un osservatore terrestre.

Ma, attenzione! Il Sole non deve essere mai guardato direttamente, senza speciali filtri: gli occhi potrebbero restare gravemente danneggiati. I normali occhiali da Sole non bastano.

Per proteggere adeguatamente la vista, è possibile acquistare presso negozi specializzati in prodotti astronomici degli occhiali per l'osservazione del Sole; oppure, presso un negozio di ferramenta, dei vetri molto scuri per saldatori. Con questa protezione davanti agli occhi, il Sole apparirà come un disco di colore bianco pallido, delle dimensioni della Luna e se sulla sua superficie vi saranno macchie sufficientemente grandi esse potranno essere viste come regioni più scure.

Il sito www.spaceweather.com tiene aggiornati, quotidianamente, sullo stato dell'attività solare, mostrando un'immagine del Sole con le macchie del giorno.

Gli stessi vetri per saldatori, collocati davanti all'obiettivo di una macchina fotografica o di una telecamera, permetteranno di ottenere stupende foto dell'intero disco solare cosparso di macchie. Anche in questo caso, bisogna stare attentissimi e non puntate mai verso il Sole apparecchi fotografici e telecamere privi di filtri in quanto l'eccesso di radiazione luminosa potrebbe danneggiare irreversibilmente i loro elementi sensibili (CCD)!

A chi possiede un telescopio, sconsigliamo vivamente di usare filtri solari adattati alla buona e applicati all'obiettivo o all'oculare dello strumento. Esiste purtroppo una casistica molto ampia di danni alla vista occorsi a incauti osservatori per la caduta accidentale o la rottura di tali filtri.

Un metodo di osservazione indiretta della superficie del Sole, eccellente per vedere, in assoluta sicurezza, le macchie solari molto ingrandite è quello per proiezione dall'oculare.

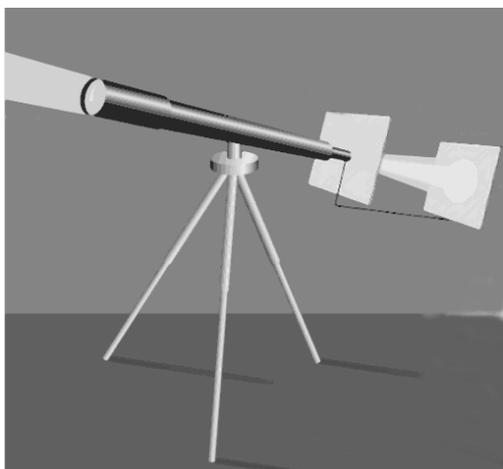


Fig. 3. – Metodo di proiezione oltre l'oculare di un telescopio.

Mentre una persona si dedicherà al centraggio dell'immagine solare sullo schermo, un'altra, dotata di macchina fotografica digitale, in questo caso priva di filtro, potrà fotografare lo schermo stesso, perché l'immagine del Sole così proiettata non risulta molto luminosa. Con questo espediente si potranno ottenere immagini delle macchie solari simili a quelle degli osservatori astronomici professionali (Fig.4).

Senza guardare direttamente il Sole attraverso l'oculare, bisogna puntare il tubo del telescopio verso di esso e raccogliergli l'immagine su un cartoncino bianco, tenuto a una certa distanza dall'oculare, come un piccolo schermo di proiezione (Fig. 3).

Allo scopo di migliorare il contrasto dell'immagine proiettata, sul tubo ottico del telescopio potrà essere montato un paraluce di cartoncino nero che proietti la sua ombra sullo schermo bianco.

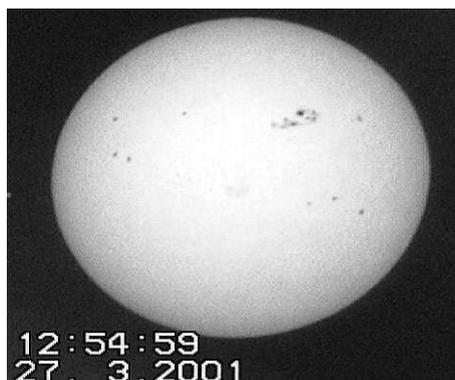


Fig. 4. – Macchie solari per proiezione oltre l'oculare (Foto F. Foresta Martin).

Come vedere le macchie solari senza ottiche

Osservare il Sole senza telescopio e senza pericoli per la vista? Ecco un'altra proposta di astronomia pratica che permetterà di vedere le più grandi macchie solari, proprio in un periodo in cui la nostra stella si avvia a raggiungere il picco massimo di attività.

La primogenitura dell'attività che stiamo per illustrare si perde nella notte dei tempi e è attribuita, a seconda degli autori, agli antichi astronomi greci, a quelli egiziani, ai cinesi o agli arabi. Di certo fu Leonardo Da Vinci, verso la fine del 1400 a studiare e pubblicare nel 'Codice Atlantico' il principio ottico del *foro stenopeico* (dal greco antico *stenòs* = stretto e *opè* = foro), cioè di un piccolo foro che lascia passare un'immagine proiettata in una camera oscura:

“Dico che, se una faccia d'uno edificio o altra piazza o campagna che sia illuminata dal sole, avrà al suo opposto un'abitazione, e in quella faccia che non

vede il sole sia fatto un piccolo spiraculo retondo, che tutte le alluminate cose manderanno la loro similitudine per detto spiraculo e appariranno dentro all'abitazione nella contraria faccia... ”.

Ripetuto in parole più comprensibili ai nostri tempi, il foro proietta sulla faccia opposta di una camera oscura un'immagine capovolta del soggetto inquadrato, comportandosi, aggiungiamo noi, come se fosse una lente convergente.

Ovviamente non vi aspettate un'immagine nitida e brillante, come quella che si può raccogliere sul piano di proiezione di una macchina fotografica applicata a un telescopio; ma se prendiamo come soggetto da discernere le più vistose macchie che compaiono sulla superficie del Sole, i risultati, saranno comunque apprezzabili. Questo metodo costituisce una vera e propria sfida per l'astrofilo appassionato di storia dell'astronomia, in quanto riporta a procedure di osservazione dei secoli passati; e, nello stesso tempo, un'opportunità per insegnanti di scienze e di fisica che intendono introdurre, attraverso una sperimentazione, un argomento importante e attuale come l'attività solare.

Prima di ogni altra cosa bisogna verificare la presenza e la dimensione delle macchie solari nel momento in cui intendiamo effettuare l'osservazione. Basterà consultare uno dei siti internet che

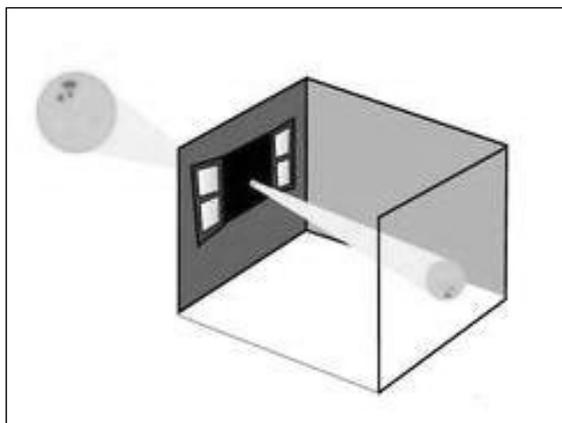


Fig. 5. – Camera oscura a casa.

informano continuamente sull'attività del Sole, fornendo immagini in diretta della fotosfera (per esempio: www.spaceweather.com). Chi possiede un telescopio potrà verificare direttamente l'aspetto delle macchie applicando il metodo di proiezione attraverso l'oculare.

L'allestimento della camera oscura con il foro stenopeico richiede la disponibilità di una grande stanza con finestra che si affaccia sul versante orientale o

occidentale, in modo da avere il Sole ben visibile poco dopo la sua levata oppure al tramonto, quando non è troppo alto sull'orizzonte (Fig. 5).

La finestra della stanza, con gli scuri spalancati, dovrà essere oscurata con fogli di cartoncino nero in cui sarà praticato un foro a bordi netti, di piccolissimo diametro, non più di qualche millimetro. È bene preparare un serie di fori di diametro diverso per verificare, in maniera empirica, quale di essi offre il miglior rendimento.

L'immagine del Sole, raccolta sulla parete opposta, risulterà tanto più grande quanto maggiore è la distanza della parete dalla finestra. A tre metri, il dischetto del Sole avrà un diametro di circa tre cm; a cinque metri, di circa cinque cm. Dunque, il rapporto fra diametro solare proiettato e la distanza del foro dalla parete di proiezione è, approssimativamente, di un centesimo.

Per migliorare la resa dell'immagine sarà opportuno non proiettarla direttamente su una parete scabra, ma su un foglio di carta da disegno liscio. Una foto a lunga

posa dell'immagine proiettata servirà a documentare i risultati ottenuti, come dimostra l'immagine qui accanto, che ho realizzato nel corso di un'attività scolastica nel marzo 2001, anno in cui si è verificato un massimo dell'attività solare, con la

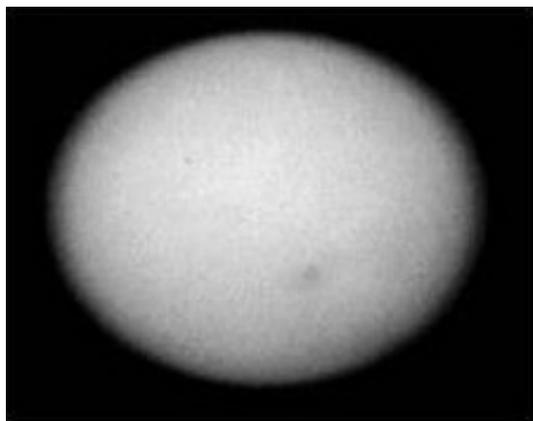


Fig. 6. – Macchia solare in camera oscura realizzata a casa (Foto F. Foresta Martin).

comparsa di macchie grandi diverse volte il diametro terrestre. In questo caso il foro stenopeico aveva un diametro di 4 mm, la distanza del piano di proiezione dal foro era di circa cinque metri.

Come si può notare l'immagine non è lontanamente paragonabile a quella che si può ottenere per proiezione dall'oculare di un telescopio. I bordi del disco solare risultano sfocati e la macchia (che nella realtà era costituita da un sistema di macchie) ha l'apparenza di una chiazza più scura, priva di dettagli (Fig. 6).

Questi esperimenti didattici costituiscono la dimostrazione indiretta che l'osservazione delle macchie solari era possibile quando ancora non erano stati inventati gli strumenti ottici e dunque che la loro scoperta, ancorché avversata dalla filosofia aristotelica che predicava la purezza dei cieli, precedette di gran lunga gli approfonditi studi solari di Galilei nel secondo decennio del 1600.

L'osservazione del Sole in camera oscura può essere completata andando a visitare una delle chiese storiche o uno dei monumenti dotati di una «meridiana a camera oscura», cioè di un foro praticato in una cupola o in una parete, attraverso cui il Sole si proietta sul pavimento, lungo una linea oraria.

Progettate per indicare l'ora solare al tempo in cui non c'erano molti orologi, queste meridiane con foro gnomonico proiettano un disco solare fino a 20 o più centimetri di diametro, sul quale è possibile distinguere le grandi macchie, a patto di portarsi un foglio di carta bianca per raccogliere un'immagine più nitida di quella direttamente osservabile sul pavimento. Avendo a disposizione diametri solari così grandi è pure possibile osservare il transito di Venere davanti al disco del Sole.

Fra i luoghi in cui effettuare queste interessanti osservazioni: il Duomo di Milano, San Petronio a Bologna, Santa Maria del Fiore a Firenze, Santa Maria degli Angeli a Roma, San Giorgio a Modica, la Cattedrale di Palermo e il Museo Archeologico di Napoli.