

* NOVA *

N. 1000 - 21 MAGGIO 2016

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

IL SOLE



Il Sole, con un'estesa macchia solare (AR2546), ripreso da SDO il 21/05/2016 a 05:15 TU (NASA)



Questo è il numero 1000 della nostra Nova.

È nata nell'ottobre 2006, come newsletter dedicata a notizie astronomiche di attualità, affiancata alla Circolare interna, pubblicata ininterrottamente dal novembre 1973.

Sono 1731 le pagine finora pubblicate su Nova.

Questo numero, appena un po' diverso dal solito, lo dedichiamo agli astrofili e alle astrofile più giovani, e parliamo del Sole, la nostra stella.

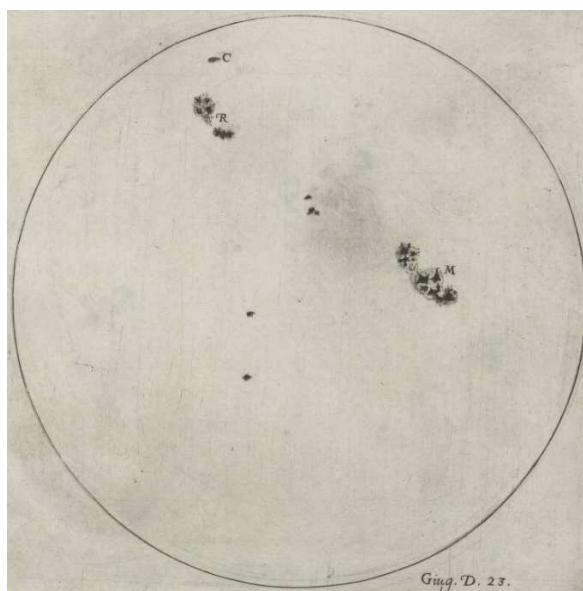
NEWSLETTER TELEMATICA DELL'A.A.S. PER SOCI E SIMPATIZZANTI - ANNO XI

www.astrofilisusa.it

È LA NOSTRA STELLA!

Fin dai tempi antichi il Sole è sempre stato riconosciuto come l'origine della luce e del calore, e quindi fonte di vita sulla Terra. In origine l'astronomia era lo studio del percorso del Sole nel cielo delle varie stagioni.

Dal 1612, con le osservazioni di Galileo Galilei (1564-1642), sappiamo che il Sole è un corpo celeste che ruota su se stesso: le macchie che ogni tanto appaiono sulla sua superficie lo dimostrano.



Macchie solari disegnate da Galileo

Con Johannes Kepler (1571-1630) e poi Isaac Newton (1642-1727) sappiamo che il Sole, con la forza di gravità, regola i movimenti dei pianeti nel sistema solare.

Con Angelo Secchi (1818-1878), e la nascita dell'Astrofisica, sappiamo che il Sole è una delle tante stelle della nostra galassia.

QUANTO È LONTANO?

Il Sole dista dalla Terra circa 150 milioni di chilometri. Questa distanza è stata chiamata Unità Astronomica (UA) e viene usata per misurare le distanze nel Sistema solare. Per esempio Marte dista dal Sole in media 1.52 UA, Giove 5.20 UA, Saturno 9.54 UA.

Per comprendere l'entità di questa distanza provate ad immaginare, come scrive l'astrofisico Pål Brekke, un'automobile che viaggia a 100 km/h: essa impiegherebbe circa 170 anni per arrivare sul Sole. A piedi (5 km/h) impiegheremmo 3424 anni.

La luce del Sole, alla velocità di 300.000 km/s, impiega circa 8 minuti a raggiungere la Terra.

Il Sole, e il Sistema solare insieme a lui, orbita nella nostra Galassia alla velocità di 220 km/s; nella sua vita ha già compiuto una ventina di rivoluzioni intorno al Centro galattico che dista da noi 27000 anni luce.

QUANTO È GRANDE?

Il diametro del Sole è di 1.400.000 km (circa 4 volte la distanza Terra-Luna o 220 volte il diametro della Terra).

Esistono stelle molto più piccole del Sole e altre estremamente più grandi: Proxima Centauri, la stella più vicina al Sole a 4.23 anni luce (la stessa auto di prima a 100 km/h impiegherebbe 47 milioni di anni a raggiungerla!) ha un diametro 7 volte minore del Sole; Arturo, nella costellazione di Boote, ha un diametro 25 volte maggiore; Antares, nello Scorpione, 480 volte maggiore.

QUANTI ANNI HA?

Il Sole ha un'età di circa 5 miliardi di anni e il Sistema solare di 4.5.

Il Sole si è probabilmente formato per il collasso di una nube di polveri e gas, innescato forse dall'esplosione di una stella poco distante (una supernova). L'addensamento e il riscaldamento di queste polveri e gas hanno dato origine alle prime reazioni di fusione nucleare, tuttora in atto.

QUANTO VIVRÀ ANCORA?

Il Sole sarà ancora attivo per almeno altri 5 miliardi di anni, poi, una volta esaurito l'idrogeno, si espanderà, diventando una gigante rossa (250 volte più grande di adesso, occupando l'orbita di Mercurio e Venere, fino a raggiungere, forse, l'orbita della Terra o di Marte).

Successivamente il Sole, con l'espulsione degli strati più esterni (che formeranno quella che gli astronomi del XIX secolo chiamarono "nebulosa planetaria", per la forma simile ai dischi di pianeti lontani come Urano e Nettuno), diventerà una nana bianca, grande come la nostra Terra, e si raffredderà progressivamente per miliardi di anni, diventando un oggetto senza luce né calore.

DI COSA È FATTO?

Il Sole è una sfera gassosa, molto calda, che mantiene la sua forma per la forza di gravità. La massa del Sole è 330.000 volte quella della Terra. Ruota su se stesso in 27 giorni in media, più veloce all'equatore e più lento ai poli, e pulsa in modo quasi impercettibile.

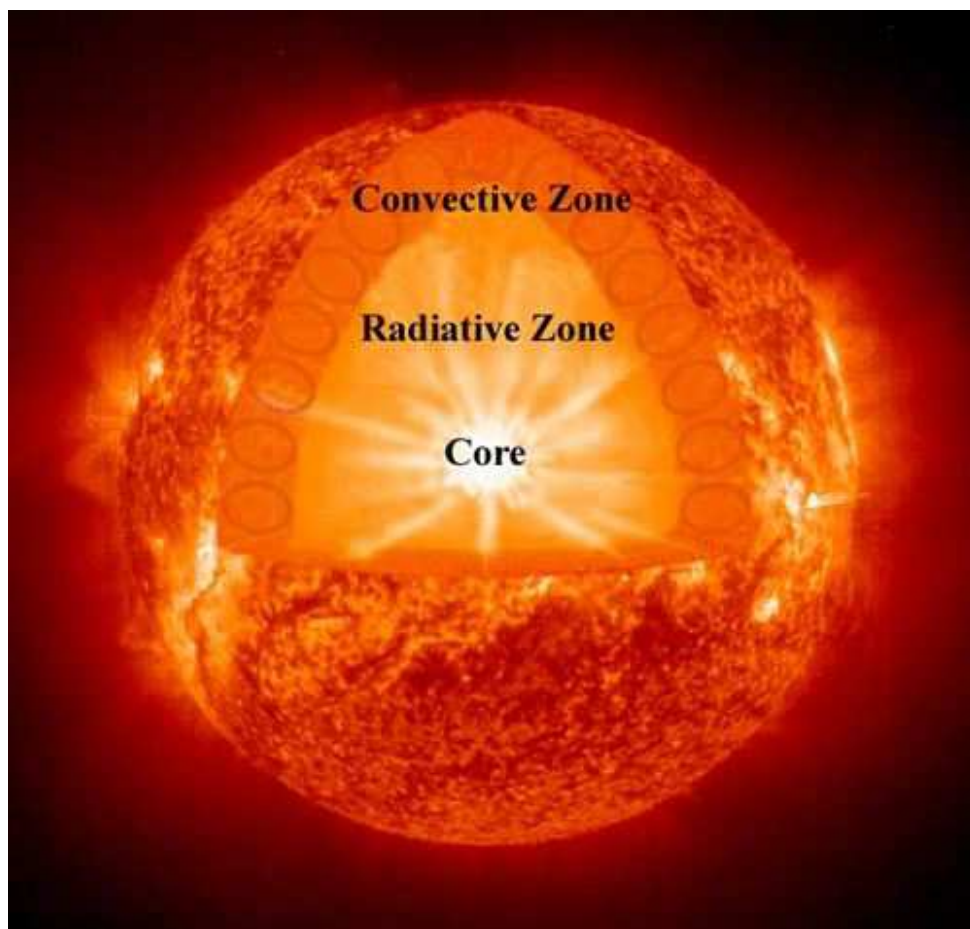
Analizzando la luce solare, sappiamo che il Sole è composto di idrogeno (92%), di elio (8%) e di altri elementi più pesanti (0.1%), circa nelle stesse proporzioni che troviamo sulla Terra.

Nel nucleo del Sole, invece, i gas attualmente presenti sono idrogeno (39%; era 72% in origine) ed elio (60%; era 27%); il restante 1% è costituito da quasi tutti gli elementi conosciuti: in particolare carbonio, ossigeno, silicio e ferro, ma anche argento, oro e uranio.

L'idrogeno viene continuamente convertito in elio, mediante la fusione nucleare, con produzione di una grande quantità di energia.

QUAL È LA SUA STRUTTURA?

Nella struttura del Sole e dello spazio circostante possiamo riconoscere vari strati.



Struttura interna del Sole (SOHO, NASA/ESA)

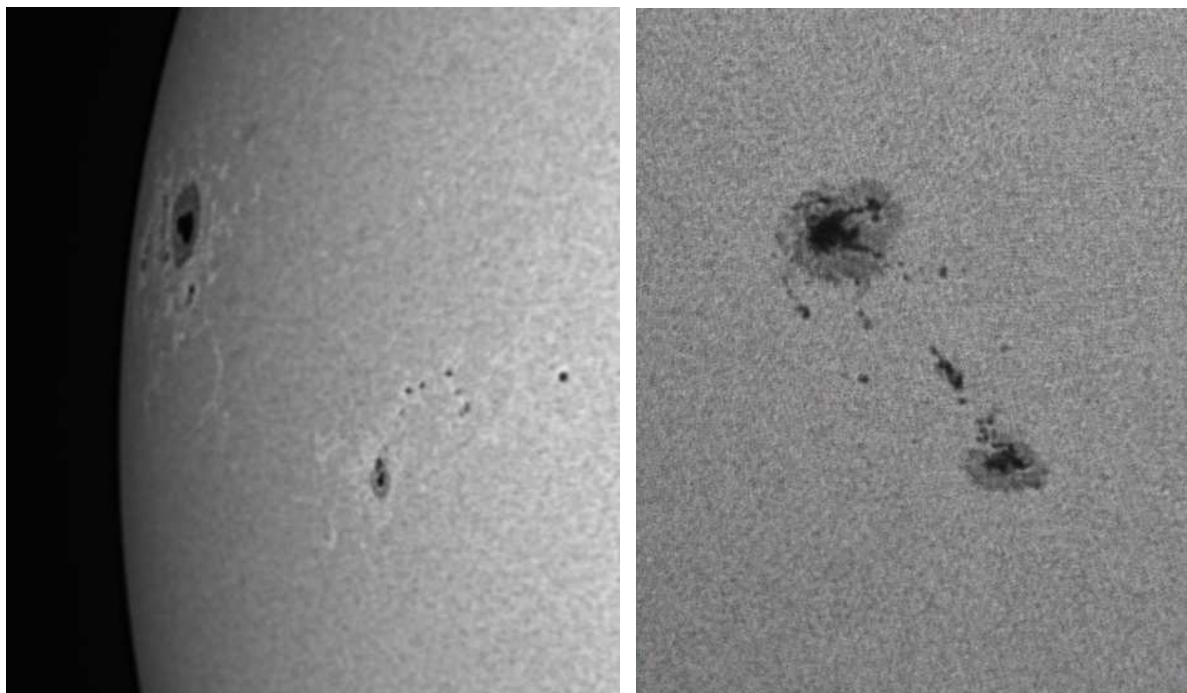
NUCLEO Ha un raggio di 175.000 km, poco più grande di un quarto del raggio solare. Qui avvengono le reazioni di fusione nucleare: quattro molecole di idrogeno si trasformano in una di elio. Una parte della massa diventa energia (raggi gamma), che si propaga lentamente come radiazione elettromagnetica attraverso il Sole e viene poi irradiata come luce e calore. Si formano anche i neutrini, che lasciano il nucleo alla velocità della luce.

La temperatura del nucleo è di 15 milioni di gradi Celsius (°C).

ZONA RADIATIVA Si estende fino a due terzi del raggio solare. Qui l'energia prodotta dalla fusione nucleare viene trasportata per radiazione, ma possono essere necessari fino a 200.000 anni perché un fotone riesca ad uscire da questa zona.

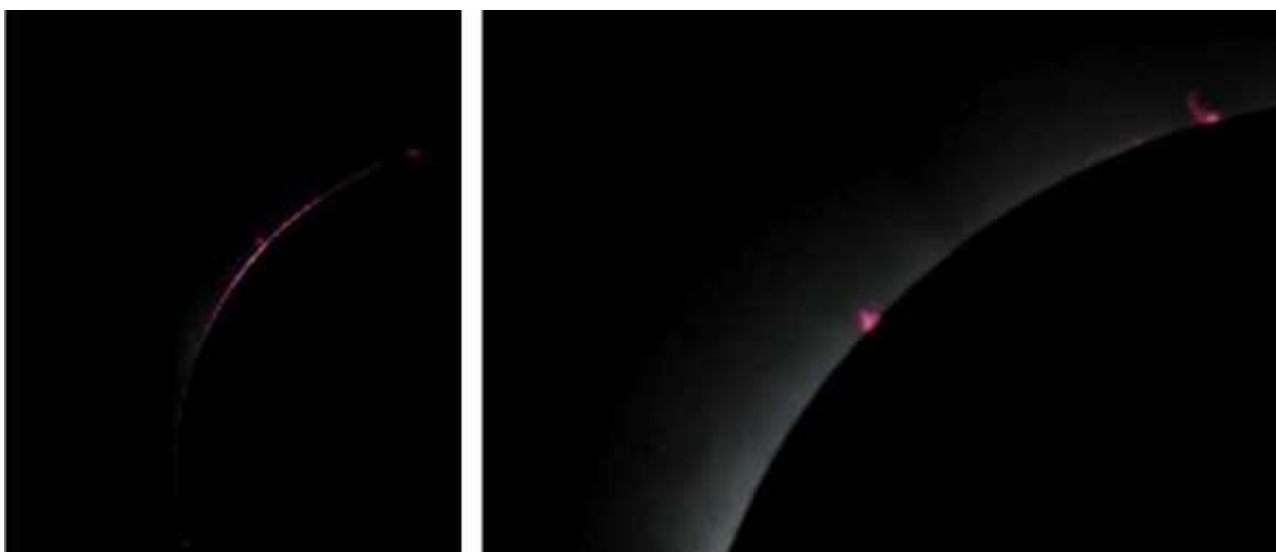
ZONA CONVETTIVA In questa zona correnti di gas caldi conducono l'energia verso la superficie solare.

FOTOSFERA È la superficie visibile del Sole, spessa circa 500 km. È la sede della "granulazione" e delle macchie solari, aree che appaiono scure solo per contrasto, avendo una temperatura più bassa di 1500°C rispetto alla aree vicine che hanno una temperatura di circa 6000°C . Il numero delle macchie solari segue un ciclo di circa 11 anni, con un minimo e un massimo di attività.



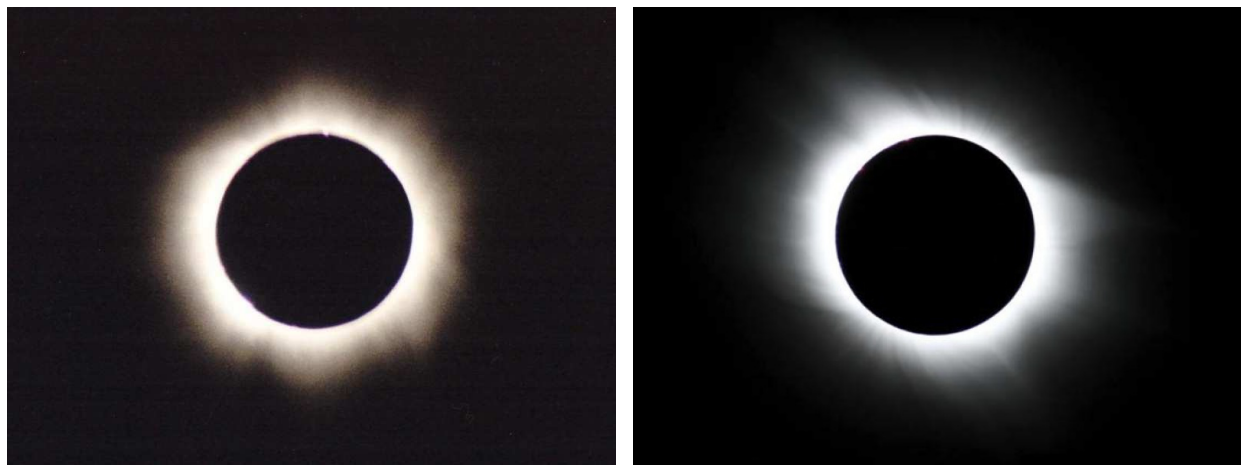
Granulazione e macchie solari, riprese nell'ultravioletto dal nostro Grange Obs. di Bussoleno (TO):
a sinistra, la regione attiva 1745 ripresa al sorgere al bordo orientale del Sole l'11 maggio 2013;
a destra, la regione attiva 1762 ripresa vicino al centro del disco solare il 2 giugno 2013
(v. anche *Circolare interna* n. 165, giugno 2013, pp. 1-4) (p.p.)

CROMOSFERA È lo strato inferiore dell'atmosfera solare con una temperatura di 4500°C . Si può osservare durante le eclissi totali di Sole o con speciali telescopi. Il suo aspetto, di colore fucsia, assomiglia ad una "prateria infuocata" come la definì Angelo Secchi nel 1860. Nella parte esterna la temperatura raggiunge i $30000-70000^{\circ}\text{C}$.



Cromosfera solare, vista da Salloum (Egitto) durante l'eclisse totale di Sole del 29 marzo 2006 (a.a.)

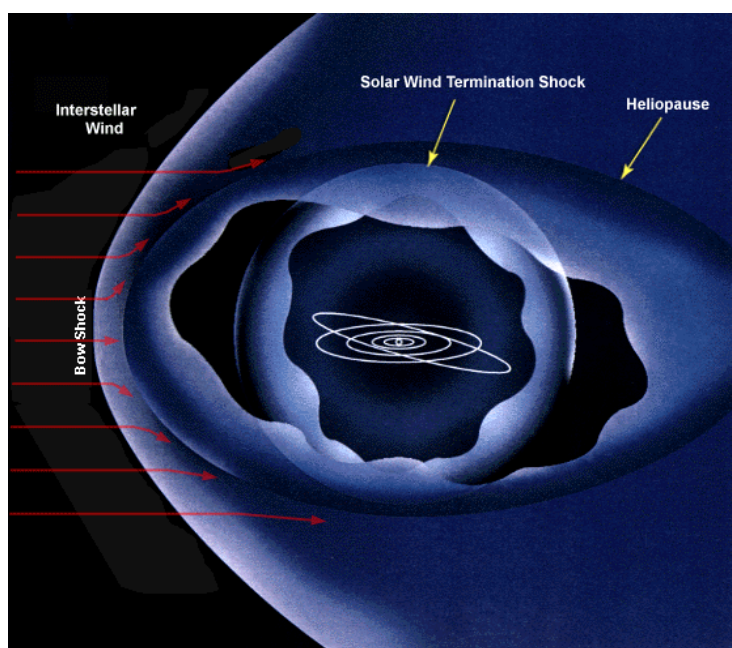
CORONA È lo stato più alto dell'atmosfera solare: si può estendere fino a molti raggi solari ed è visibile solo durante le eclissi totali di Sole o con speciali telescopi. La temperatura è di 1-2 milioni di gradi Celsius. Nei momenti di "massimo solare" la forma è quasi perfettamente circolare, mentre è più irregolare e più estesa all'equatore durante i momenti di "minimo solare".



Due aspetti della corona solare durante un'eclisse: a sinistra, ripresa dal Lago Balaton (Ungheria) l'11 agosto 1999, e, a destra, da Salloum (Egitto) il 29 marzo 2006, in due momenti del ciclo solare (a.a.)

VENTO SOLARE È un flusso continuo di particelle cariche (elettroni e protoni) emesse dal Sole, che viaggiano per tutto il Sistema solare ad una velocità da poche centinaia di km/s a quasi 1000 km/s. È incrementato dalle frequenti espulsioni di masse coronali.

ELIOSFERA È una grande bolla che protegge i pianeti dai raggi cosmici scavata dal vento solare nel mezzo interstellare. La zona di confine è la superficie in cui si bilanciano le pressioni del vento solare e quelle del gas interstellare.



Schema dell'eliosfera (NASA)

COME OSSERVARLO SENZA RISCHI?

È molto pericoloso per i nostri occhi fissare il Sole direttamente o con un qualsiasi strumento ottico: binocoli e telescopi, ma anche macchine foto e telefonini! Il rischio è la cecità completa di quella parte dell'occhio che viene esposta ai forti raggi solari.

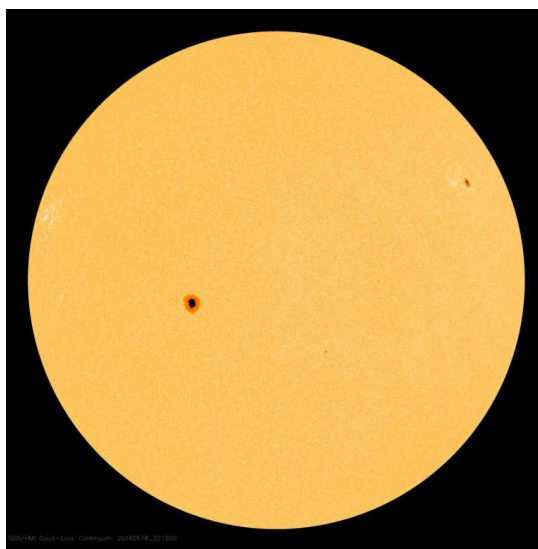
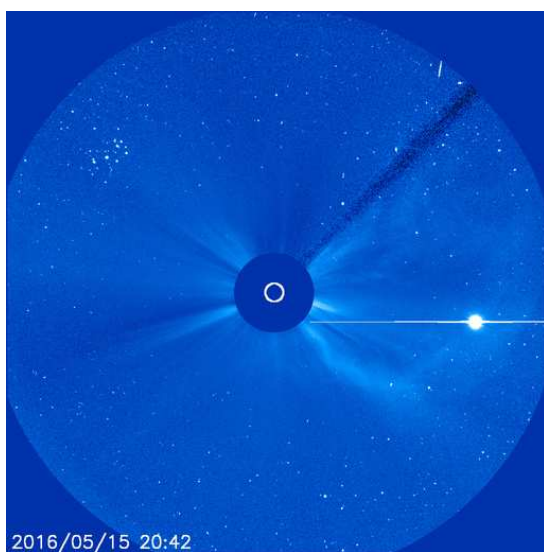
Per usare strumenti ottici bisogna usare filtri adeguati e certificati e farsi consigliare da persone esperte.

Ci sono invece due metodi sicuri per osservare il Sole:

- utilizzare le numerose **immagini riprese da telescopi spaziali** che studiano continuamente il Sole (in particolare SOHO e SDO) che troviamo, sempre aggiornate, su Internet:

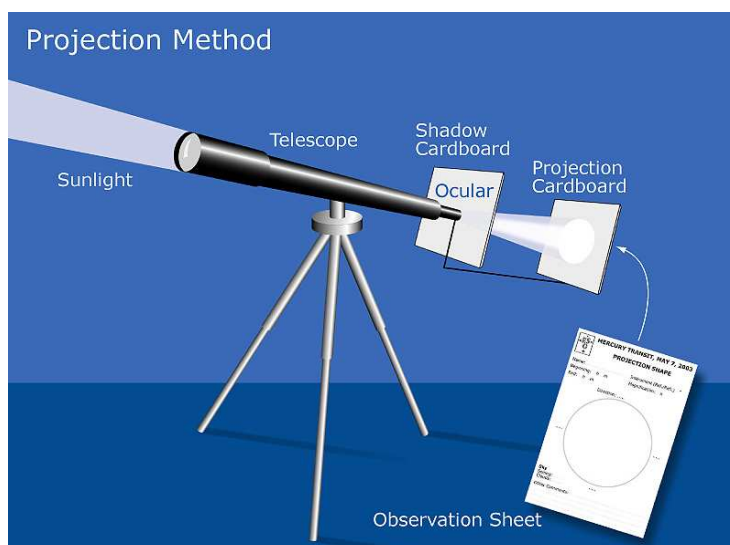
<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/realtime-update.html> - SOHO (Solar and Heliospheric Observatory)

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/> - SDO (Solar Dynamics Observatory)



Pleiadi e Venere il 15 maggio 2016 con il Sole oscurato dal coronografo LASCO C3 di SOHO (ESA/NASA) e, a destra, il Sole il 18 maggio 2016 con due macchie solari (AR2546, più grande, e AR2544) visto da SDO (NASA)

- utilizzare, con binocoli o telescopi, il **metodo della proiezione**, cioè osservare l'immagine del Sole proiettata su un foglio (v. *Circolare interna* n. 187, maggio 2016, p. 10).



Osservazione solare su proiezione (ESO, European Southern Observatory)

BIBLIOGRAFIA

Giorgio Abetti, voce "Sole", Enciclopedia Italiana Treccani, vol. XXXII, Roma 1936 (rist. fotolitica 1949), pp. 47-52

Ester Antonucci, *Dentro il Sole*, Società editrice Il Mulino, Bologna 2014

Pål Brekke, *Il Sole. Storia illustrata della nostra esplosiva sorgente di luce e vita*, traduz. di Andrea Migliori, Edizioni Dedalo, Bari 2013

Gino Cecchini, *Il Cielo. Luci e ombre nell'universo*, UTET, Torino 1969, vol. II, pp. 719-848

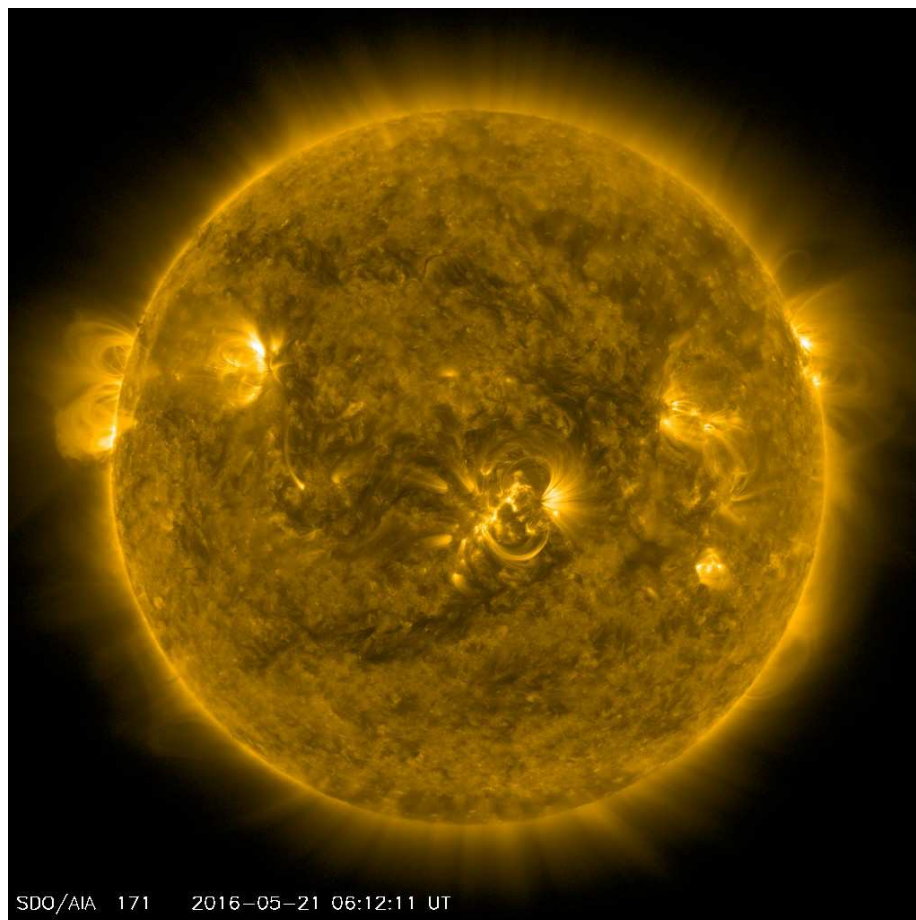
Bryan Gaensler, *Universo da capogiro. Fenomeni estremi nel cosmo*, traduz. di Domenico Minunni, Edizioni Dedalo, Bari 2014

Galileo Galilei, *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti* (1612), in *Opere di Galileo Galilei*, a cura di Franz Brunetti, vol. I, UTET, Torino 1980, pp. 321-408

Margherita Hack (in collaborazione con Loris Dilella e Aline Cendon), *Vi racconto l'astronomia*, Editori Laterza, Roma-Bari 2004

James B. Kaler, *Il libricino delle stelle*, traduz. di Vittorio Ghinelli, Edizioni Astro Media, Milano 2001 (allegato a *l'Astronomia*, anno XXIII, n. 226, dicembre 2001)

David Whitehouse, *Il Sole. Una biografia. Scienza e mitologia della stella che ci dà la vita*, traduz. di Silvia Denicolai, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 2007



Il Sole il 21 maggio 2016 alle 06:12 TU visto da SDO (NASA)

(Nova redatta da Andrea Ainardi con Valentina Merlino e Paolo Pognant)