

## **Il Sole, la stella più vicina.** (Prof. Angelo Meduri)

In un angolo della Via Lattea, a 27.710 anni luce dal centro galattico, confuso tra miliardi di stelle, si trova il Sole, una stella gialla che illumina nove pianeti gravitanti intorno ad essa. Il Sole è un'enorme sfera di gas incandescenti, composto principalmente da idrogeno ed elio, che splende tantissimo perché nel suo nucleo avvengono delle reazioni termonucleari di fusione ad altissima temperatura, intorno ai 15 milioni di gradi. Al centro del Sole infatti i gas più leggeri si trasformano in elementi più pesanti, seguendo varie fasi e nel frattempo si libera un'enorme quantità di energia. La pressione di radiazione, che dovrebbe condurre il Sole verso un'espansione, viene bilanciata perfettamente dalla pressione degli strati sovrastanti, cosicché si osserva un sistema in equilibrio, ove tutte le forze si compensano reciprocamente. Il trasporto dell'energia si compie sia per radiazione, sia per convezione. Data la grande vicinanza alla Terra, dalla quale dista 149.598 milioni di Km, noi possiamo osservare i dettagli della sua superficie, ed anche, con particolari accorgimenti, i tenui involucri gassosi che ne costituiscono l'atmosfera. Lo strato superficiale, osservabile ad occhio nudo, è chiamato fotosfera (ossia sfera di luce), ha un raggio angolare medio di 16 primi ed un colore giallastro, che sta ad indicare una temperatura di circa 5512 gradi. La fotosfera è la sede di tutti i fenomeni più vistosi dell'attività solare. Infatti, sulla fotosfera si possono osservare delle bolle di gas roventi (i cosiddetti chicchi di riso), delle macchie assai scure ed alcune zone chiare (i brillamenti). Questi fenomeni hanno dimensioni imponenti, basti pensare che un chicco di riso solare ha mediamente la grandezza dell'Italia! I fenomeni fotosferici più caratteristici, legati all'attività solare, sono indubbiamente le macchie. L'estensione delle macchie varia notevolmente: possono essere larghe qualche secondo d'arco o diventare visibili addirittura ad occhio nudo. Le macchie solari sono in realtà delle regioni superficiali più fredde, di circa 4300 gradi, immerse in campi magnetici abbastanza intensi, che hanno direzione radiale. Si possono osservare pure delle coppie di macchie che presentano polarità opposte (macchie bipolari) come i due poli di un magnete comune. Solitamente le macchie appaiono in gruppi più numerosi, ciò nonostante si può verificare anche l'apparizione di qualche macchia singola (poro). Le macchie più estese hanno una zona centrale assai scura, detta ombra, circondata spesso da una corona irregolare un po' più chiara, detta penombra. La penombra ha

generalmente una temperatura che si aggira sui 5000 gradi, mentre la superficie fotosferica circostante ha una temperatura più alta. Galileo Galilei scoprì le macchie solari nel 1610 e osservò per la prima volta gli spostamenti di queste sul disco. Le macchie appaiono generalmente tra 5 e 40 gradi di latitudine, nessuna è mai stata osservata oltre i 50 gradi. I gruppi di macchie, o le singole, appaiono sempre in una facola. Le facole sono zone simili a nubi, leggermente più brillanti della fotosfera circostante. Mentre non si osservano macchie senza facole, si osservano spesso piccole facole senza macchie. La temperatura delle facole è di circa 7440 gradi.

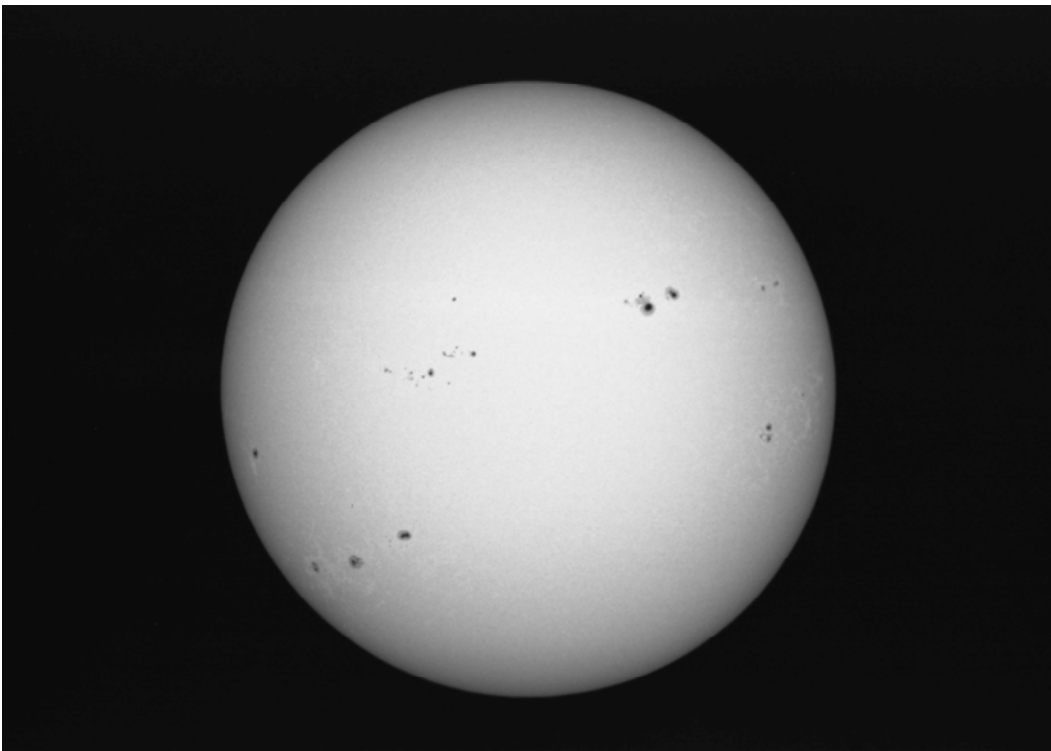
Sopra la fotosfera c'è uno strato di gas roseo, spesso circa 10.000 Km: la cromosfera. In questa zona si possono osservare delle lingue di fuoco gigantesche, le protuberanze, che s'innalzano rapidamente per centinaia di migliaia di chilometri e poi ricadono sulla superficie fino a svanire completamente. Nella cromosfera, vicino ai gruppi di macchie, spesso si verifica qualche eruzione (brillamento), particolarmente evidente in luce ultravioletta. Il primo evento di questo tipo fu osservato al telescopio da R. Carrington nel 1859 in luce bianca. Una regione attiva del Sole comprende non solo le macchie, ma anche fenomeni connessi: protuberanze, facole e brillamenti. Le protuberanze sono fiamme rossastre che si innalzano dal bordo del Sole, sono enormi getti di sostanza gassosa incandescente, composta essenzialmente da idrogeno. Esse si elevano a velocità da 200 a 400 Km al secondo, giungendo ad altezze enormi, anche ad un milione di Km, fino a piegarsi e a disgregarsi, in uno o due giorni.

Sopra la cromosfera si estende, fino a distanze impensabili, la corona, tuttavia i gas sono talmente rarefatti da renderla visibile soltanto in casi molto particolari (durante le eclissi totali o con l'ausilio di un coronografo). La corona emette una luce polarizzata e presenta pure delle discontinuità (buchi coronali). La forma della corona cambia notevolmente, seguendo il ciclo dell'attività solare, che dura circa 11 anni: in pratica si osserva una fase di massimo e dopo 5 o 6 anni una fase di minimo. Questo ciclo fu scoperto dal dilettante tedesco H. Schwabe, un farmacista, nel 1844. Il continuo moto espansivo della corona dà origine al vento solare. La temperatura della corona assicura che i componenti del vento solare (protoni e particelle alfa) siano ionizzati; la bassa densità delle particelle impedisce la ricombinazione di ioni ed elettroni anche a grandi distanze, dove la temperatura può essere scesa in maniera considerevole. Il Sole si è costituito circa 5 miliardi di anni or sono da una nube di gas interstellare condensatasi per effetto della propria gravità. La sorgente

dell'energia solare è il ciclo protone-protone, nel quale nuclei di idrogeno, i protoni, vengono convertiti in nuclei di elio. Al centro, nel nucleo, la densità è di circa 160.000 Kg al metro cubo, 12 volte quella del piombo. Per queste condizioni la materia del Sole è ionizzata. Il raggio medio del nucleo è attualmente di 150.000 Km, l'energia prodotta da questa zona si trasmette poi verso l'esterno con un processo di radiazione, che interessa un involucro gassoso spesso 400.000 Km, chiamato zona radiativa. I gas, per la pressione minore, diventano meno stabili a circa 130.000Km a partire dalla superficie del Sole, pertanto si innescano giganteschi moti convettivi in questo involucro di gas più esterno, che viene chiamato zona convettiva. Complessivamente, il raggio del Sole è di 695.500Km. La quantità di idrogeno contenuta in tutto il Sole è pari a circa il 72% della sua massa (333.432 volte quella della Terra), seguono poi circa il 23% di elio e la quasi totalità degli elementi conosciuti. Il Sole ruota su se stesso, attorno ad un asse inclinato di  $7^{\circ}15'$  sull'eclittica, con una velocità crescente dai poli all'equatore. All'equatore il periodo di rotazione è di 25,2 giorni terrestri e sale fino a 38 giorni in prossimità dei poli; questo periodo può essere dedotto anche seguendo il girotondo di qualche macchia sulla superficie. Il Sole gira lentamente intorno al centro della nostra Galassia, la Via Lattea, impiegando 230 milioni di anni e trascinando con sé tutti i pianeti, i satelliti, gli asteroidi, le comete e le meteoriti ad una velocità media di 216 Km al secondo. A sua volta, la Galassia è animata da un moto proprio che trasporta il Sole verso un punto del cielo chiamato apice, situato nelle vicinanze della stella Vega. Questo movimento avviene ad una velocità di circa 19 Km al secondo. La stella più vicina al nostro Sole è Proxima Centauri, distante 4,3 anni luce ed appartenente alla costellazione australe del Centauro. La materia gassosa del Sole genera un campo magnetico dalla forma complessa, a causa della sua rotazione differenziale, tuttavia è globalmente molto debole e variabile. La composizione della massa incandescente del Sole assicura che la fase di stabilità attuale durerà ancora per altri 5 miliardi di anni, poi la pressione interna non sarà più in grado di sostenere il peso degli strati superficiali e si assisterà ad una contrazione. Questo fenomeno avverrà quando tutto l'idrogeno si sarà trasformato in elio, successivamente, con la contrazione, l'innalzamento della temperatura porterà alla fusione dell'elio accumulato in carbonio e questo comporterà un notevole aumento delle dimensioni. Il Sole si trasformerà in una stella gigante rossa ed arriverà ad assorbire Mercurio e Venere, dissiperà energia e si trasformerà lentamente in

una nana bianca. Alla fine, quando l'energia solare si sarà esaurita completamente, l'astro del giorno diventerà una nana nera.

Il calore emesso attualmente dal Sole è più che sufficiente a mantenere in vita tutte le specie animali e vegetali esistenti. Il Sole ha sempre regolato le attività umane, guadagnandosi un posto privilegiato fra gli dèi immortali dell'antichità. Esistono infatti delle relazioni tra fenomeni solari e terrestri, perché dal Sole proviene un flusso continuo di particelle veloci, che costituiscono il cosiddetto vento solare. Le particelle solari in arrivo sulla Terra vengono deviate dal campo magnetico terrestre e vanno a concentrarsi verso i poli magnetici, urtando contro le particelle di gas degli strati più alti dell'atmosfera. Nella ionosfera queste collisioni avvengono sempre, anche quando il Sole è al minimo della sua attività e danno origine ad una debole illuminazione del fondo del cielo. Quando invece passa al centro del Sole un grosso gruppo di macchie, o si verifica un brillamento, dopo 8,3 minuti sulla Terra si assiste ad una tempesta magnetica e possono accendersi grosse aurore polari, poi, dopo alcune ore tutto scompare. Il ciclo solare ha quindi i suoi riflessi sulle vicende meteorologiche, sulle stagioni, sulle piante e gli animali, compreso l'uomo. Le manifestazioni dell'attività solare possono agire anche sugli altri pianeti e sulle comete, perché il Sole è un grande regolatore dell'evoluzione, della vita e dei fenomeni naturali.



Il disco solare macchiato (foto di Angelo Meduri).

