Piove sul Sole. E finalmente abbiamo capito il perché!

Sembra un paradosso, ma **sul nostro Sole piove**. Certo, non si tratta di gocce d'acqua come quelle che conosciamo sulla Terra, ma di un fenomeno altrettanto affascinante: la "pioggia coronale". Parliamo di densi e più freddi ammassi di plasma che si condensano nella parte più alta e caldissima dell'atmosfera solare, la corona, per poi ricadere verso la superficie, come se fosse vapore condensatosi in nuvole, ma solo in tempi molto più rapidi rispetto a quello che accade sulla Terra.

Per approfondire:

Per anni, gli scienziati si sono arrovellati su un mistero: **come può questa pioggia formarsi così rapidamente, specialmente durante i brillamenti solari che durano solo pochi minuti?** I modelli esistenti erano chiari, ma evidentemente incompleti: per spiegare un simile raffreddamento servivano ore, se non giorni. C'era un pezzo mancante nel puzzle.

Oggi, quel pezzo sembra essere stato trovato da Luke Benavitz e Jeffrey Reep, due astronomi dell'Institute for Astronomy (IfA) dell'Università delle Hawaii. La loro scoperta, pubblicata sull'autorevole *Astrophysical Journal*, non solo risolve l'enigma, ma costringe la comunità scientifica a rivedere alcuni capisaldi della fisica solare.

La scoperta: non è il calore, è la composizione

Il problema, a quanto pare, risiedeva in un'assunzione di base errata. I modelli precedenti consideravano la distribuzione degli elementi chimici nella corona solare come fissa e

immutabile nel tempo e nello spazio. Un’ipotesi comoda, ma, come dimostrato, irrealistica.

Il team ha introdotto una variabile cruciale: **la composizione elementare della corona non è statica**. In particolare, la quantità di elementi pesanti come il ferro può cambiare drasticamente e rapidamente. È proprio questa variazione a innescare il processo di raffreddamento accelerato che porta alla pioggia coronale.

Come ha spiegato Benavitz: “È entusiasmante vedere che, consentendo a elementi come il ferro di cambiare nel tempo, i modelli finalmente corrispondono a ciò che osserviamo sul Sole. La fisica prende vita in un modo che sembra reale.”

In sintesi, il meccanismo può essere riassunto così:

- **Vecchi Modelli:** Assumevano una composizione chimica costante. Per spiegare la pioggia, necessitavano di un processo di riscaldamento e successivo raffreddamento estremamente lungo, incompatibile con la rapidità dei brillamenti solari.
- **Nuovo Modello:** Introduce una composizione chimica dinamica. Le variazioni nell’abbondanza di elementi pesanti accelerano il processo di raffreddamento, permettendo la formazione di pioggia di plasma in pochi minuti, in perfetto accordo con le osservazioni. La corono quindi non è omogenea, ma presenta delle disomogeneità, delle nubi, ovviamente infuocate, di metalli pesanti che causano questa pioggia.

Perché questa scoperta è importante?

Al di là della curiosità scientifica, questa scoperta ha implicazioni pratiche notevoli. Comprendere i meccanismi di raffreddamento del Sole è fondamentale per modellare il suo comportamento, inclusi i brillamenti e le espulsioni di massa coronale, CME, fenomeni che generano il cosiddetto “meteo

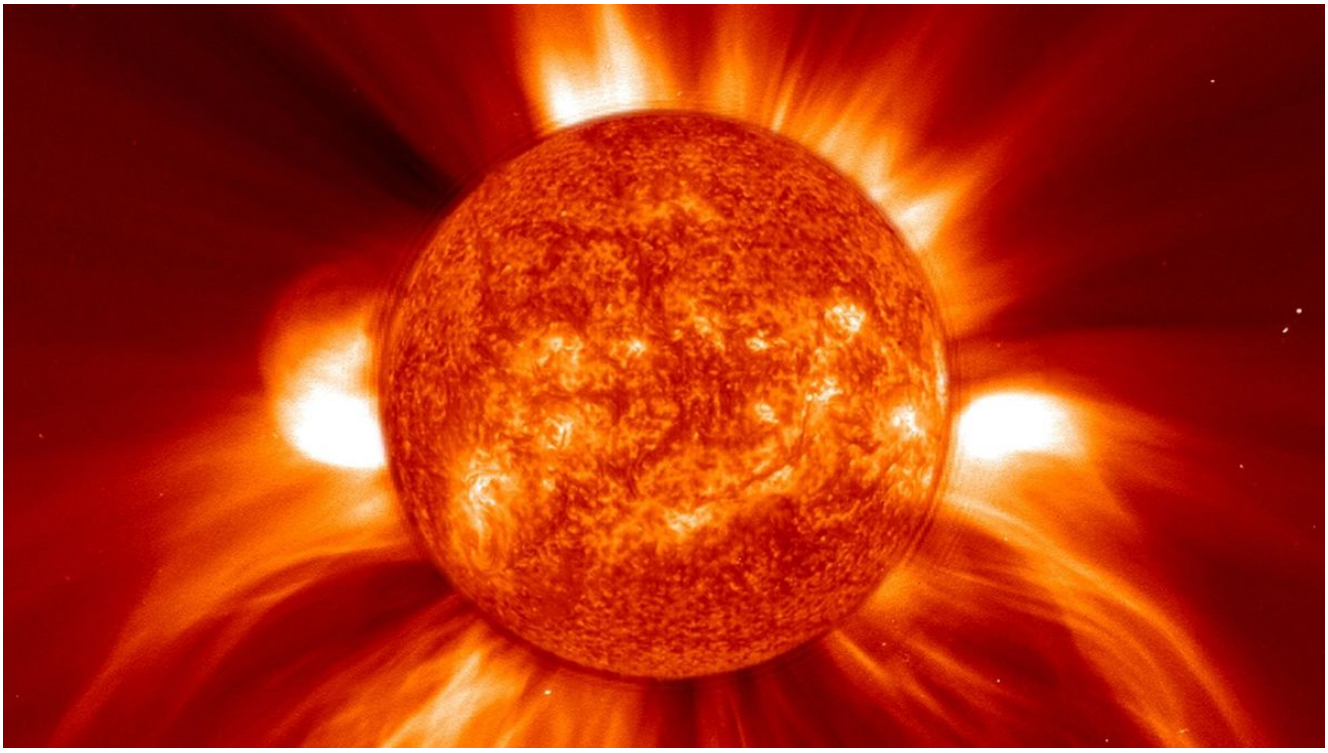
spaziale” (space weather).

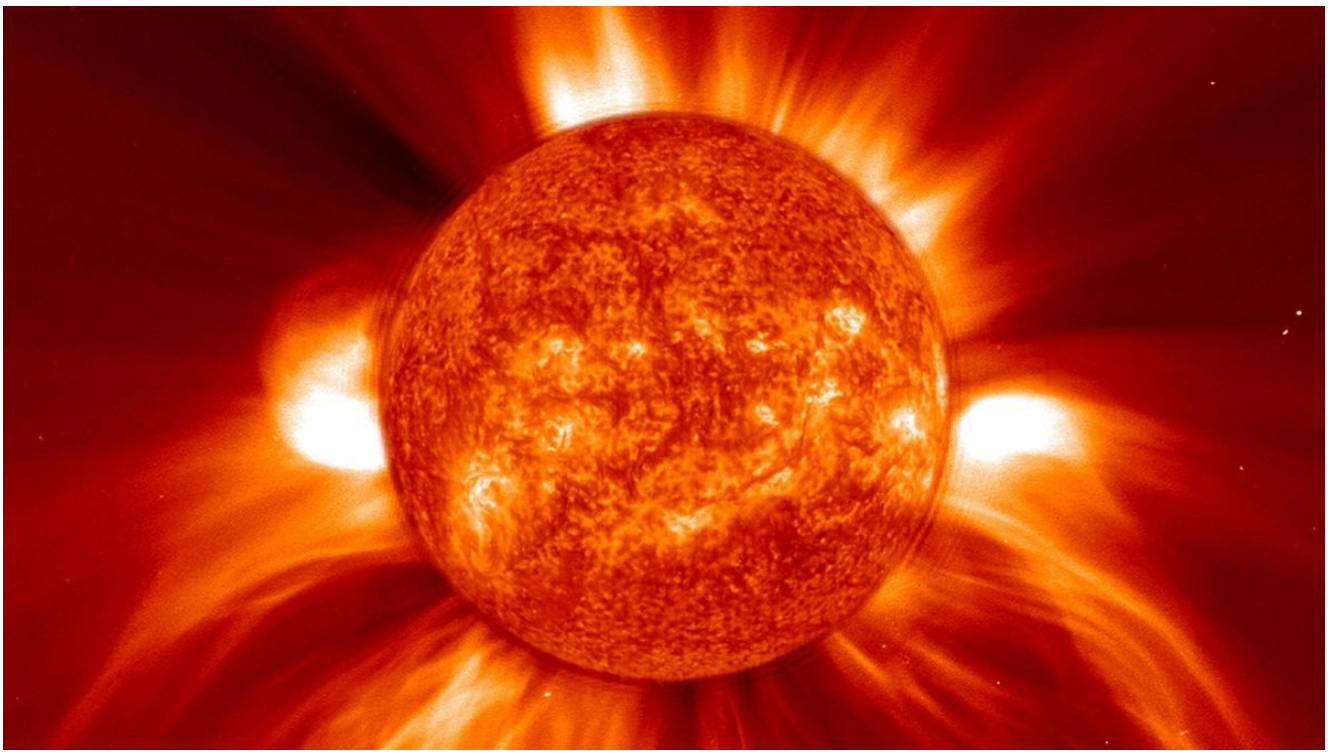
Tempeste solari particolarmente intense possono avere effetti devastanti sulla Terra, mettendo a rischio:

- Satelliti per le comunicazioni e il GPS.
- Reti elettriche nazionali.
- La sicurezza degli astronauti in orbita.

“Questa scoperta è cruciale perché ci aiuta a capire come funziona davvero il Sole,” ha commentato Reep. “Se i nostri modelli non hanno trattato correttamente le abbondanze elementari, il tempo di raffreddamento è stato probabilmente sovrastimato. Potremmo dover tornare al tavolo da disegno sul riscaldamento coronale, quindi c’è molto lavoro nuovo ed entusiasmante da fare.”

In pratica, non si tratta solo di aver spiegato la pioggia sul Sole, ma di aver aperto la porta a una comprensione più profonda e accurata dell’intera atmosfera della nostra stella. Un passo avanti che potrebbe, un giorno, permetterci di prevedere con maggiore efficacia le tempeste solari e proteggere le nostre infrastrutture tecnologiche.





Sole con CME

Domande e Risposte per i Lettori

1. Che cos’è esattamente la “pioggia coronale” e in cosa si differenzia dalla pioggia terrestre? La pioggia coronale non è composta da acqua, ma da plasma, cioè gas surriscaldato e carico elettricamente. Si forma nella corona, l’atmosfera esterna del Sole che raggiunge milioni di gradi. In alcune regioni, il plasma può raffreddarsi rapidamente e diventare molto più denso del suo intorno. A causa della gravità solare, questi ammassi di plasma più freddo e denso “precipitano” verso la superficie del Sole, seguendo le linee del campo magnetico. È un fenomeno spettacolare, simile alla pioggia, ma su una scala e con una natura completamente diverse.

2. Quali sono le conseguenze pratiche di una migliore previsione del meteo spaziale? Una previsione più accurata delle tempeste solari ci permetterebbe di proteggere le nostre infrastrutture critiche. Ad esempio, gli operatori satellitari potrebbero mettere i loro dispositivi in “modalità sicura” per evitare danni ai circuiti. Le compagnie elettriche potrebbero

preparare le loro reti per prevenire blackout su vasta scala causati dalle correnti geomagnetiche indotte. Inoltre, si potrebbero riprogrammare le rotte aeree che passano vicino ai poli e garantire la sicurezza degli astronauti sulla Stazione Spaziale Internazionale. Migliorare le previsioni significa ridurre rischi economici e tecnologici significativi.

3. Perché un elemento come il ferro è così importante in questo processo? Elementi pesanti come il ferro, anche se presenti in piccole quantità, giocano un ruolo fondamentale nel bilancio energetico della corona solare. Questi elementi sono molto efficienti nell'irradiare energia, cioè nel disperdere calore sotto forma di luce. Quando la loro concentrazione in una certa regione della corona aumenta, l'effetto di raffreddamento radiativo diventa molto più intenso e rapido. È come aprire una finestra in una stanza calda: più la finestra è grande (più ferro c'è), più velocemente il calore esce. Questo meccanismo di raffreddamento accelerato è la chiave per spiegare la rapida formazione della pioggia coronale.

https://scenarieconomici.it/piove-sul-sole-e-finalmente-abbiamo-capito-il-perche/