

# Misura in tempo reale dell'energia totale del Sole

✍ G. Bellini 📅 18-09-2014 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/133>

---

La collaborazione Borexino ha appena annunciato la prima misura in tempo reale dell'energia totale prodotta dal Sole e la prima misura dell'oscillazione dei neutrini solari nel vuoto. L'importante risultato è stato pubblicato su Nature e uno speciale "Borexino Event" il 5 settembre scorso, presso i Laboratori del Gran Sasso dell'INFN, ne ha dato particolare risalto.

L'energia solare è prodotta al 99% da una serie di reazioni nucleari che hanno come capostipite la reazione di fusione di due nuclei d'idrogeno (la cosiddetta protone-protone, p-p); alcune di queste reazioni, che avvengono nel nucleo solare, emettono neutrini di tipo elettronico, i quali impiegano pochi secondi a uscire dal Sole e 8 minuti ad arrivare fino a noi. L'esperimento Borexino è riuscito a misurare il flusso di neutrini prodotti dalla reazione protone-protone e quindi, conoscendo l'energia prodotta dalle reazioni, a ricavare l'energia totale emessa dal Sole. Ma perché è importante misurare l'energia solare attraverso i neutrini, quando si può misurarla attraverso i fotoni che illuminano e scaldano la Terra? La risposta comprende due aspetti: l'energia solare impiega circa 100000 anni a uscire dalla nostra stella sotto forma di fotoni, subendo una serie di fenomeni e trasformazioni durante il suo cammino attraverso la densa materia solare e, secondo aspetto, la simulazione di questi fenomeni è molto complessa e ha quindi un certo grado di incertezza.

Dalle misure di Borexino si evince che, entro le incertezze sperimentali, le due misure dell'energia solare (per mezzo sia dei fotoni sia dei neutrini), fra le quali corre una differenza temporale di circa 100000 anni, sono consistenti.

Le difficoltà di misura dei flussi di neutrini solari sta soprattutto nella loro bassissima energia (quelli prodotti nella reazione p-p hanno un'energia massima di 400 keV) e dal basso numero di eventi da essi prodotti nel rivelatore (i neutrini possono anche attraversare l'Universo rimanendo indisturbati) per cui non basta andare sottoterra per schermarsi dai raggi cosmici. Occorre anche schermare in modo drastico gli effetti della radioattività naturale presente nella roccia e nell'ambiente sotterraneo e quasi sopprimere quella presente nei materiali utilizzati per costruire il rivelatore e nel materiale rivelante (acqua in esperimenti basati sulla tecnologia Cherenkov oppure scintillatore liquido); altrimenti l'alto numero di eventi di origine radioattiva maschera i pochi segnali dovuti ai neutrini.

I rivelatori che prima di Borexino hanno studiato i neutrini solari hanno risolto il problema fissando la soglia in energia a 5 MeV (l'energia massima dei prodotti della radioattività naturale è di circa 3.5 MeV). Ma in questo modo sono riusciti a studiare solo lo 0.01% di tutto lo spettro solare. Borexino invece è riuscito a raggiungere un'estrema radio-purezza, mai raggiunta prima d'ora;

questa proprietà unica ha permesso a Borexino di fissare la soglia di energia a circa 200 keV e di esser quindi in grado di misurare tutto lo spettro dei neutrini solari.

La misura del flusso solare dalla reazione p-p ha anche permesso a Borexino di osservare per la prima volta l'oscillazione dei neutrini solari nel vuoto, misurando in quelle condizioni la probabilità di sopravvivenza del neutrino-elettrone: infatti, mentre a energie superiori ai 5 MeV domina l'oscillazione nella materia, alle energie dei neutrini da p-p prevale l'oscillazione nel vuoto. Come è noto ci sono tre tipi di neutrini (elettronico, muonico e tauonico) e questo loro diverso carattere, detto *flavor* cioè sapore, è immutabile durante le interazioni e i decadimenti nei quali i neutrini sono coinvolti. Tuttavia si è scoperto in tempi relativamente recenti che, durante il tragitto dal punto di produzione al rivelatore, i neutrini possono cambiare sapore passando dall'uno all'altro di essi ("oscillazione dei neutrini").