VirtùQuotidiane

SCIENZA, A BOREXINO IL PRESTIGIOSO COCCONI PRIZE 2021

31 Maggio 2021

di Redazione



L'AQUILA – L'EPS European Physical Society ha conferito alla collaborazione scientifica Borexino il prestigioso "Giuseppe e Vanna Cocconi Prize 2021". L'importante riconoscimento internazionale, istituito nel 2011 e che viene assegnato con cadenza biennale per contributi eccezionali alla fisica astroparticellare e alla cosmologia, è andato all'esperimento Borexino dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare "per le sue rivoluzionarie osservazioni dei neutrini solari prodotti dalla catena pp e dal ciclo CNO, che hanno fornito prove uniche e complete a dimostrazione che il Sole funziona come un motore a fusione nucleare", come si legge nella motivazione dell'EPS.

"I risultati che abbiamo ottenuto con Borexino sono andati ben al di là anche delle più ottimistiche previsioni iniziali", commenta in una nota **Gianpaolo Bellini**, scienziato emerito dell'INFN e professore emerito dell'Università Statale di Milano, uno dei padri fondatori dell'esperimento e che lo ha guidato per 22 anni. "Il premio Cocconi conferitoci dall'EPS costituisce il riconoscimento di una storia più che trentennale iniziata sul finire degli anni '80,

quando l'esperimento fu concepito nel quadro del dibattito scientifico innescato dall'allora insoluto problema del neutrino solare, e dalla necessità di studiare i neutrini solari fin dalle bassissime energie".

Il premio conferma il grande successo dell'intensa attività scientifica e di sviluppo tecnologico della Collaborazione Borexino, che si è svolta sull'arco di oltre tre decenni. Immerso nel silenzio cosmico dei Laboratori sotterranei del Gran Sasso, sin dall'inizio della sua produzione di dati, il 15 maggio 2007, Borexino ha dimostrato di possedere un livello di radiopurezza talmente elevato da rappresentare un unicum nel suo campo di ricerca.

È stato grazie a questa caratteristica, conseguita con lo sviluppo di metodi innovativi per la radio-purificazione, nonché con un lavoro lungo e accurato di selezione e di sviluppo di tutti i suoi componenti durante la fase costruttiva, che Borexino, frutto dell'intensa cooperazione fra Italia, Germania, Francia, Polonia, Stati Uniti e Russia, è riuscito a ottenere i risultati evidenziati nella motivazione del premio Cocconi: la prima osservazione spettroscopica, in tempo reale e nel medesimo apparato sperimentale, dei neutrini solari provenienti dalla catena di fusione protone-protone, e la prima rivelazione dei neutrini dal ciclo di fusione CNO.

"Con la misura complessiva dei neutrini provenienti dalla sequenza di reazioni della catena pp e del ciclo CNO che hanno luogo nel nucleo solare – spiega **Gioacchino Ranucci**, ricercatore INFN della Sezione di Milano e co-spokesperson dell'esperimento – Borexino è stato in grado di studiare e svelare completamente i meccanismi basilari del 'motore' del Sole, e quindi delle stelle".

"Grazie alle misure realizzate da Borexino, – sottolinea **Marco Pallavicini**, ricercatore della sezione INFN di Genova e professore dell'Università di Genova, co-spokesperson di Borexino – sono state analizzate una ad una le reazioni nucleari che alimentano il Sole e si è data la prima conferma sperimentale diretta che i neutrini oscillano nella materia solare in modo diverso da quello delle oscillazioni nel vuoto".

Il riconoscimento ha destato grande soddisfazione anche presso i Laboratori del Gran Sasso.

"Il premio conferito alla collaborazione Borexino dalla Società Europea di Fisica è tra i più prestigiosi al mondo nell'ambito della fisica delle astro-particelle – dichiara **Ezio Previtali**, direttore dei Laboratori – . Gli studi condotti dall'esperimento durante la sua lunga presa dati hanno chiarito moltissimi aspetti della fisica del Sole e dei neutrini che ci erano ignoti. Desidero fare le congratulazioni alla collaborazione Borexino per il fondamentale contributo dato allo studio della fisica delle particelle. Desidero anche evidenziare la grande professionalità di tutto lo staff dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso per l'eccellente

contributo dato all'esperimento nell'arco di quasi 20 anni".

"L'osservazione dei neutrini solari realizzata in Borexino in maniera unica e completa è una grande soddisfazione per il nostro laboratorio e per il nostro territorio, che ha visto impegnati ricercatori e tecnici, molti dei quali provenienti dalla nostra regione, con il supporto di ditte locali specializzate", commenta **Aldo Ianni**, dirigente di ricerca INFN, componente della collaborazione Borexino sin dai suoi esordi.

"I risultati di Borexino", aggiunge **Nicola Rossi**, ricercatore INFN e responsabile locale dell'esperimento, "sono considerevoli sia dal punto di vista scientifico, come avanzamento della conoscenza, che dal punto di vista tecnologico. Il tutto è stato possibile solo grazie ad un programma costantemente aggiornato di ricerca e sviluppo, suggerito da studi approfonditi di fattibilità ed interventi operativi sull'apparato sperimentale in maniera continuativa dal 2007 ad oggi".

La cerimonia di consegna del premio avverrà il prossimo 26 luglio, durante la conferenza EPS-HEP di fisica delle alte energie organizzata della European Physical Society, che quest'anno si svolgerà in modalità online.

I neutrini solari

I modelli solari suggeriscono che il 99% dell'energia nucleare rilasciata dal Sole provenga dalla fusione di quattro nuclei di idrogeno in elio, processo che viene chiamato 'catena protone-protone' (pp in breve). L'unica prova diretta di questo processo risiede nell'osservazione dei neutrini che vengono prodotti in alcune di queste reazioni.

I neutrini solari sono stati rivelati per la prima volta negli Stati Uniti nel 1968 dall'esperimento Homestake, sensibile ai neutrini emessi sopra una soglia energetica di 814 keV (gli elettronvolt, eV, sono l'unità di misura di energia nella fisica subatomica). Lo studio di queste particelle, determinante per la comprensione del funzionamento del nostro sole, è proseguito incessantemente negli anni. In particolare, ulteriori e fondamentali passi avanti sono stati possibili grazie all'esperimento Gallex/GNO, con una soglia energetica di 230 keV, effettuato ai LNGS tra il 1991 e il 2003. Tuttavia, entrambi questi esperimenti non erano in grado di misurare gli spettri delle singole reazioni e quindi di distinguere le diverse componenti dei neutrini solari.

L'osservazione dei neutrini solari ha contribuito alla scoperta del fenomeno delle oscillazioni dei neutrini, grazie ai risultati degli esperimenti SNO in Canada e Super-Kamiokande in Giappone, sensibili sopra i 4.000 keV.

Borexino è l'unico esperimento che è stato in grado di misurare l'intero spettro energetico dei neutrini solari al di sopra di 190 keV, e di distinguerli, evento per evento, in energia. Già nel 2014, Borexino aveva riportato la prima misura completa dei flussi di neutrini prodotti nella catena pp, misura ulteriormente migliorata nel 2018 grazie all'utilizzo di oltre 2000 giorni di presa dati. Borexino ha fornito una stima della potenza totale generata dalle reazioni nucleari che avvengono nel nucleo del Sole con un'incertezza del 10%, in pieno accordo con la stima della luminosità solare misurata, e ha così fornito una dimostrazione senza precedenti che la fusione nucleare dell'idrogeno è il motore che genera l'energia del Sole.

L' 1% della produzione di energia del Sole avviene attraverso il ciclo CNO, dove la sintesi dell'elio è catalizzata da reazioni Carbonio-Azoto-Ossigeno. Mentre il ciclo CNO fornisce un contributo quasi trascurabile all'energia del Sole, i modelli stellari prevedono che questo ciclo sia quello dominante per le stelle di massa superiore ad almeno il 30% rispetto al Sole, che costituiscono circa il 10% delle stelle nella nostra galassia. Prima della misura di Borexino, pubblicata su Nature alla fine del 2020, mancava l'evidenza sperimentale di questa teoria, su cui si basa la comprensione attuale del nostro universo. Ci sono voluti cinque anni di sforzo per comprendere le impurezze interne del rivelatore, in modo da riconoscere i neutrini prodotti nel ciclo CNO, che sono circa 100 volte meno numerosi dei neutrini della catena pp.

L'osservazione della catena pp e dei neutrini CNO fornisce anche informazioni preziose per affrontare il problema, irrisolto dal 2005, della composizione chimica del Sole, la cosiddetta 'metallicità', ossia la densità di elementi diversi dall'idrogeno e dall'elio all'interno del Sole, e per la fisica dell'oscillazione del neutrino.

Questo premio rappresenta il riconoscimento di un lavoro durato più di 30 anni e arriva a poche settimane dal termine dell'esperimento stesso.