



Padova, 12 luglio 2018

PER LA PRIMA VOLTA RIVELATI NEUTRINI E FOTONI DALLA STESSA SORGENTE COSMICA

Per la prima volta, gli scienziati sono riusciti a individuare la possibile sorgente di un neutrino cosmico grazie all'associazione con una sorgente di raggi gamma, cioè fotoni di altissima energia. **Si tratta di un blazar, ossia una galassia attiva con al centro un buco nero supermassiccio di diverse centinaia di milioni di masse solari, distante 4,5 miliardi di anni luce, in direzione della costellazione di Orione.** A questo straordinario risultato, pubblicato oggi su *Science*, i ricercatori sono arrivati combinando i dati del rivelatore di neutrini IceCube, che opera tra i ghiacci del Polo Sud, e altri 15 esperimenti per la rivelazione dei fotoni da terra e nello spazio.

L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), l'Università di Padova e altre Università italiane hanno dato contributi determinanti attraverso la partecipazione dei propri ricercatori a molti degli esperimenti e osservatori astronomici coinvolti nella scoperta.

Questa osservazione senza precedenti è frutto del lavoro "corale" dell'ultima frontiera dell'astronomia, quella a "molti messaggeri": non solo la radiazione elettromagnetica in tutte le lunghezze d'onda (radio, microonde, infrarosso, visibile, ultravioletto, raggi X e gamma), ma anche le onde gravitazionali, i raggi cosmici, i neutrini. Si è così ottenuto un solido indizio verso la spiegazione di uno dei maggiori enigmi ancora irrisolti dell'astrofisica: l'origine dei raggi cosmici di altissima energia. I raggi cosmici sono, infatti, composti prevalentemente da protoni, particelle elettricamente cariche che sono deviate dai campi magnetici che permeano lo spazio, impedendoci di risalire alla loro origine. Un aiuto per chiarire questo mistero, che dura da oltre 100 anni, arriva dai neutrini che sono prodotti proprio dai protoni di alta energia. Essendo particelle neutre e con massa piccolissima, i neutrini non vengono deviati dai campi magnetici e interagiscono pochissimo con la materia, dimostrandosi dunque perfetti messaggeri, in grado di portarci dritti alla loro origine.

Il 22 settembre 2017 il rivelatore di neutrini IceCube osservava un interessante neutrino, battezzato poi IC-170922A. La sua energia molto elevata, pari a 290 TeV (teraelettronvolt, mille miliardi di elettronvolt), indicava, con ogni probabilità, che era stato originato da un lontano oggetto celeste molto "attivo". Ci si aspettava che la produzione di neutrini cosmici fosse accompagnata da raggi gamma. Quando IceCube ha identificato IC-170922A, ha subito lanciato un "allerta neutrino" a tutti i telescopi, disseminati nello spazio e sulla Terra, nella speranza che le loro osservazioni potessero aiutare a individuarne con precisione la sorgente. E così è stato.

Il satellite Fermi, realizzato dalla NASA con una importante partecipazione di ASI, INAF e INFN, osservando con il telescopio LAT (Large Area Telescope) i raggi gamma molto energetici provenienti dalla direzione del neutrino, ha localizzato entro un decimo di grado un'emissione di radiazione gamma coincidente con una sorgente conosciuta. Era il blazar TXS 0506+056: un nucleo galattico attivo (AGN), cioè un buco nero supermassiccio al centro di una galassia che espelle nella nostra direzione un getto di radiazione e di materia a velocità vicine a quella della luce. Fermi-LAT



ha diramato subito un'allerta che ha consentito ai diversi esperimenti di puntare la sorgente. Anche i telescopi MAGIC, realizzati con il contributo importante di INAF e INFN sull'isola di La Palma alle Canarie e che studiano dalla terra i raggi gamma provenienti dalle sorgenti celesti attraverso la radiazione Cherenkov prodotta nell'interazione con l'atmosfera terrestre, hanno orientato i loro giganteschi specchi verso la sorgente individuata riuscendo a rivelarla, osservandone lo spettro di emissione a un'energia mille volte maggiore di quella di Fermi, fornendo così un altro importante tassello per il completamento di questa scoperta.

Grazie alla combinazione di tutte le diverse osservazioni è stato così possibile individuare proprio nel blazar TXS 0506+056, che si trova nel cuore di una galassia a una distanza di 4,5 miliardi di anni luce dalla Terra, la sorgente del neutrino. La distanza di tale galassia ospite è stata misurata da un team di ricercatori guidato dall'INAF di Padova.

Lo studio dei raggi cosmici ha una lunga tradizione nell'ateneo patavino. La Sezione di Padova dell'INFN e l'Università di Padova che sin dalla nascita dell'Ente hanno mantenuto fortissimi legami di collaborazione, hanno reso possibile una partecipazione importante della comunità locale di ricercatori agli esperimenti MAGIC e Fermi sin dal momento del disegno di questi apparati sperimentali, fornendo contributi significativi per il loro sviluppo. **Anche in questa fase di particolare complessità i ricercatori in servizio a Padova e che si sono formati in questa sede (tra i quali Alessandro De Angelis, Mosè Mariotti ed Elisa Prandini) hanno lavorato in prima linea sia per l'identificazione della sorgente del neutrino con la sorgente TXS 0506+056 osservata dal telescopio LAT di Fermi sia per lo studio dello spettro di emissione della radiazione elettromagnetica di altissima energia con i telescopi MAGIC.** Proprio lo studio dello spettro di energia ha permesso una descrizione coerente dell'accelerazione di protoni a energia sufficientemente elevata da giustificare la produzione di neutrini come quello osservato, contemporaneamente all'emissione della radiazione elettromagnetica osservata in questa fase dagli esperimenti nelle diverse lunghezze d'onda fino alle energie estreme.

Adesso, che oltre ai raggi gamma abbiamo osservato anche un neutrino molto energetico, possiamo concludere che nei getti prodotti dall'AGN questi protoni sono sicuramente di energia estremamente elevata. Oltre a questa importantissima indicazione, il neutrino IC-170922A ci permette di risolvere, in parte, il mistero rappresentato dai raggi cosmici di energie estreme. Questo straordinario risultato dell'astronomia multimessaggero conferma dunque la strettissima connessione che sussiste tra i diversi messaggeri cosmici.