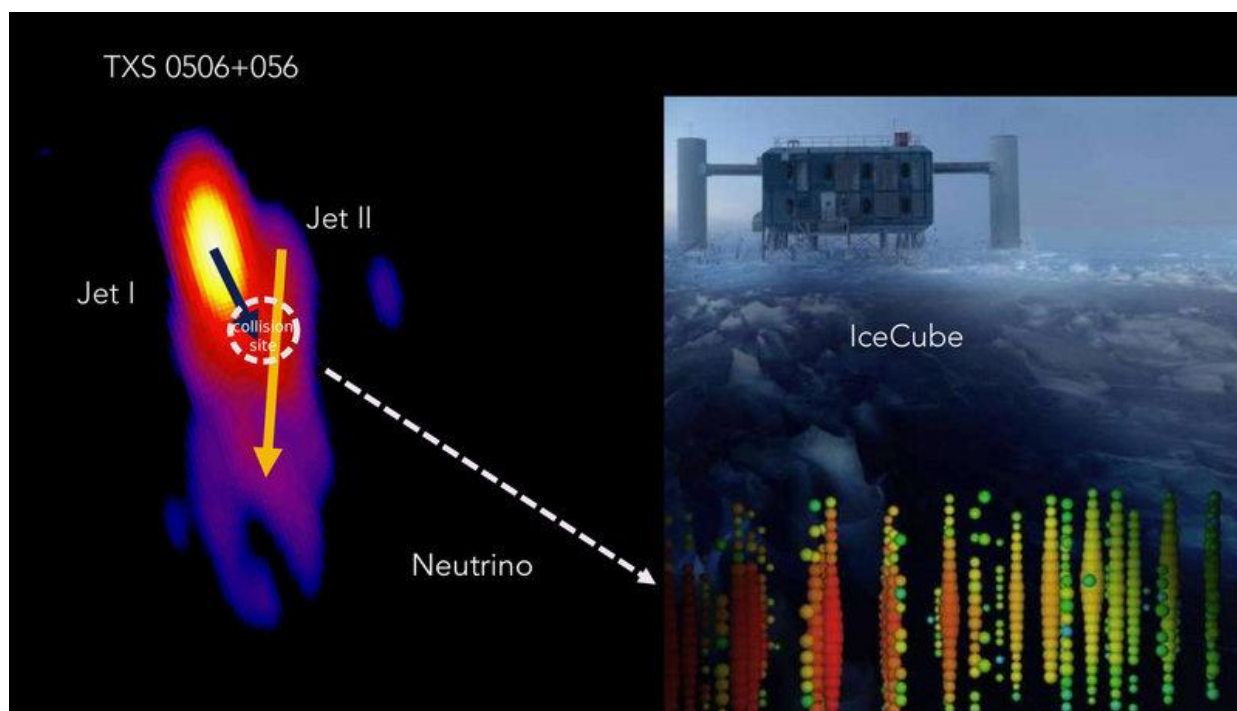


IPOTESI SULL'EVENTO NEUTRINICO RILEVATO NEL 2017 DA ICECUBE

L'origine del neutrino cosmico osservato il 22 settembre 2017, proveniente dalla sorgente TXS 0506+056 (v. Nova n. 1344 del 14 luglio 2018), potrebbe essere spiegata da una collisione tra due getti di plasma emessi da un buco nero binario. L'ipotesi è descritta su Astronomy & Astrophysics. Da MEDIA INAF del 4 ottobre 2019 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Marco Dian.

Il 22 settembre del 2017 è stata una giornata memorabile in Antartide. Infatti, l'osservatorio IceCube, situato presso la base Amundsen-Scott al Polo Sud, rilevò un flusso di neutrini proveniente dallo spazio profondo. Il 12 luglio dell'anno seguente vennero resi noti i risultati dell'evento chiamato IceCube-170922A: l'emissione neutrinica proveniva dal nucleo galattico attivo TXS 0506+056 posto a un *redshift* di 0.3365 – la distanza era stata misurata con precisione da un team di quattro astronomi italiani guidati da Simona Paiano dell'INAF di Padova. Questa sorgente è stata sede di un'altra serie di brillamenti neutrinici, avvenuti tra settembre 2014 e marzo 2015.



A sinistra: l'AGN TXS 0506+056 in cui vengono evidenziati i due getti e il punto dove è avvenuta la collisione tra i due.

A destra: l'IceCube Neutrino Observatory, nei pressi della base Amundsen-Scott al Polo Sud.

Crediti: IceCube Collaboration, Mojave, S. Britzen, & M. Zajaček

I nuclei galattici attivi (detti anche AGN) sono tra gli oggetti più energetici esistenti nell'universo. Essi sono alimentati da un buco nero supermassiccio, tanto che la materia che ci vortica attorno genera dei getti di plasma ad altissima energia che si propagano attraverso lo spazio intergalattico. C'è una classe

particolare di nuclei galattici attivi per i quali il getto di plasma punta direttamente verso la Terra. Questi oggetti, detti **BL Lac** (da *Blazars Lacertae*), mostrano tutti le stesse proprietà ma per nessuno di quelli noti si era mai osservata l'emissione di neutrini come quella avvenuta in TXS 0506+056.

Il mistero sull'origine dei neutrini extragalattici sembra arrivare a una soluzione. A proporla è una ricerca condotta da un team internazionale di astronomi guidato da Silke Britzen, del Max Planck Institute of Radioastronomy di Bonn. Pubblicati su *Astronomy & Astrophysics* lo scorso 2 ottobre 2019, i risultati parlano chiaro: l'origine dei neutrini è dovuta alla collisione di due getti di plasma in transito su due direzioni diverse. È la prima volta che viene identificata una collisione potenziale di due getti su distanze di pochi anni e che la rilevazione dei neutrini cosmici può essere tracciata fino a risalire a una collisione cosmica tra due getti.

«Volevamo svelare cosa rende TXS 0506+056 così speciale», commenta Britzen. «Per capire il processo di creazione dei neutrini e per localizzare il sito di emissione abbiamo studiato una serie di immagini radio del getto ad alta risoluzione».

Analizzando le immagini ottenute in quasi dieci anni di osservazione tra il 2009 e il 2018, gli scienziati hanno proposto che l'emissione dei neutrini si sia generata da una collisione cosmica nelle immediate vicinanze della sorgente. Questo "incidente cosmico" può essere spiegato da due diversi scenari. Nel primo caso può essere causato da un getto la cui struttura è fortemente curvata tale da portarlo a collidere con se stesso. Tuttavia non sono ancora noti i meccanismi fisici che possono provocare una curvatura così estrema. La seconda possibilità, quella più plausibile, è che vi siano due getti distinti che, generati da due sorgenti diverse, vengono a collidere generando i neutrini che sono stati osservati.

Si ritiene dunque che all'origine dei due getti vi sia una coppia di buchi neri supermassicci distanti tra loro pochi anni luce. L'ipotesi del buco nero binario è resa ancora più realistica dal fatto che il getto centrale di plasma mostra un effetto di precessione. Tale comportamento è compatibile con la presenza di un secondo buco nero la cui influenza gravitazionale causa la precessione osservata.

«Più vicino guardiamo alle sorgenti dei getti, più complesse ci appaiono la loro dinamica e struttura interna», riferisce Christian Fendt del Max Planck Institute of Astronomy di Monaco di Baviera e secondo autore della ricerca. «Sebbene i buchi neri binari producano una struttura dei getti più complessa, la loro esistenza è naturalmente prevista dai modelli cosmologici di formazione delle galassie a causa della loro fusione».

La rilevazione dei neutrini da parte di queste sorgenti ha anche un'altra importante conseguenza: è possibile comprendere la composizione del plasma. Infatti, questo studio risolve un dilemma a lungo dibattuto: i getti di plasma sono di natura leptonica, ovvero composti da elettroni e positroni, oppure adronica, ovvero composti da elettroni e protoni? Dal momento che le collisioni tra elettroni e positroni non coinvolgono la produzione di neutrini, la loro osservazione nei getti fa sì che il plasma sia di natura adronica.

«È fantastico comprendere la generazione dei neutrini studiando l'interno dei getti», spiega ancora Britzen. «E ci sarebbe un enorme passo in avanti se la nostra analisi fornisse l'evidenza di un altro candidato per un buco nero binario, sorgente di due getti», conclude.

Il nucleo galattico attivo TXS 0506+056 verrà tenuto sotto stretta sorveglianza in quanto in futuro ci si aspettano ulteriori eventi ad alta energia, la cui osservazione fornirà ulteriori dettagli sui meccanismi di emissione dei neutrini da parte di questi mostri cosmici.

Marco Dian

<https://www.media.inaf.it/2019/10/04/neutrino-txs0506-magic/>

S. Britzen, C. Fendt, M. Böttcher, M. Zająček, F. Jaron, I. N. Pashchenko, A. Araudo, V. Karas, and O. Kurtanidze, "A cosmic collider: was the IceCube neutrino generated in a precessing jet-jet interaction in TXS 0506+056?", *Astronomy & Astrophysics*, Vol. 630, October 2019

<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2019/10/aa35422-19.pdf>

<https://www.aanda.org/component/article?access=doi&doi=10.1051/0004-6361/201935422>

