



Uno dei più enigmatici e interessanti segnali gravitazionali osservati da LIGO e Virgo fino ad oggi, GW190521, potrebbe essere stato generato dallo scontro violento di due buchi neri che orbitavano, poco prima della fusione, 'liberi' in un ambiente galattico estremamente denso e affollato. Lo sostengono in un articolo pubblicato su Nature Astronomy, i ricercatori di Virgo dell'Università e della sezione di Torino dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, insieme a colleghi dell'Università Friedrich Schiller (FSU) di Jena (Germania), che hanno reinterpretato, con algoritmi di analisi originali, i dati resi disponibili dalla collaborazione scientifica di LIGO, Virgo e KAGRA un anno fa



Pisa, 18 novembre 2022 - Il 21 maggio del 2019 i due interferometri LIGO negli USA e Virgo In Italia hanno rivelato un segnale gravitazionale straordinariamente intenso, ma estremamente breve, una sorta di potentissimo gong cosmico, chiamato GW190521, dalla sua data di rivelazione. Quell'onda gravitazionale era stata generata dalla fusione di due buchi neri a miliardi di anni luce da noi e da quel fragoroso scontro si era prodotto un buco nero di oltre 150 masse solari, il buco nero più massiccio osservato fino ad oggi da LIGO e Virgo.

GW190521 è stata un'osservazione eccezionale e per molti versi enigmatica, che ha stimolato gli astrofisici a immaginare possibili scenari cosmici, che spieghino il meccanismo di formazione della coppia binaria e le caratteristiche della sua violenta fusione. Un importante studio che prova a interpretare la natura enigmatica di GW190521 è stato pubblicato su *Nature Astronomy* da un gruppo di ricercatori

dell'Università e della sezione di Torino dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, insieme a colleghi dell'Università Friedrich Schiller (FSU) di Jena (Germania).

“GW190521 è stato inizialmente analizzato come la fusione di due buchi neri pesanti in rapida rotazione che si avvicinano lungo orbite quasi circolari - spiega Rossella Gamba, dottoranda all'Università di Jena, autrice principale dello studio e ricercatrice della Collaborazione Virgo - ma le sue caratteristiche speciali ci hanno indotto a proporre altre possibili interpretazioni”.

“La forma e la brevità - meno di un decimo di secondo - del segnale associato all'evento, inducono infatti a ipotizzare una fusione istantanea tra due buchi neri, avvenuta in mancanza di una fase di spiraleggiamento”, commenta Alessandro Nagar, ricercatore di Virgo della sezione INFN di Torino.

Uno scenario astrofisico alternativo e compatibile con le caratteristiche peculiari di GW190521 potrebbe essere quello di una fusione tra due buchi neri avvenuta in un denso ammasso stellare, in cui un buco nero inizialmente libero sia stato catturato dal campo gravitazionale di un altro buco nero. Nel sistema binario formatesi in questo modo i buchi neri possono fondersi più rapidamente e seguendo traiettorie altamente eccentriche.

Un incontro dinamico fra due buchi neri

I sistemi binari composti da buchi neri possono formarsi attraverso diversi processi astrofisici. La maggior parte dei buchi neri rilevati da LIGO e Virgo sono di origine stellare: sono nati dal collasso del nucleo di stelle massicce in sistemi binari isolati. Si prevede che i sistemi formati in questo modo si fondano lungo orbite circolari, perché l'eventuale eccentricità dell'orbita (che esprime quanto essa devii dal cerchio perfetto) viene ridotta dalla liberazione di energia tramite le onde gravitazionali durante l'inizio della coalescenza.

La sorgente di GW190521 potrebbe invece essersi comportata in modo diverso. Nell'ipotesi proposta dal team di Torino e Jena, le orbite dei due buchi neri che si scontrano, sarebbero in realtà altamente eccentriche, ovvero molto poco circolari.

“Sviluppando modelli precisi che utilizzano una combinazione di metodi analitici all'avanguardia e

simulazioni numeriche, abbiamo scoperto che una fusione altamente eccentrica in questo caso spiega l'osservazione meglio di qualsiasi altra ipotesi avanzata in precedenza. Le probabilità di errore sono 1:4300!" commenta il dottorando Matteo Breschi, coautore dello studio che ha sviluppato l'infrastruttura software di analisi.

GW190521 potrebbe dunque essere il primo incontro dinamico di buchi neri osservato. Si è sempre pensato che questi eventi fossero molto rari, ma ciò renderebbe la scoperta ancora più importante. Questa ipotesi potrebbe spiegare anche le masse insolitamente elevate dei buchi neri 'progenitori' osservati: in ambienti densi i buchi neri potrebbero subire fusioni multiple e la loro massa crescere dopo ogni collisione.

“Considero questo interessante lavoro come a una dimostrazione del fatto che la collaborazione LIGO-Virgo-KAGRA contribuisce alla scienza in molti modi - ha detto il coordinatore dell'analisi dei dati di Virgo e ricercatore dell'INFN, Giancarlo Cella - non solo condividendo con l'intera comunità scientifica dati e risultati accuratamente verificati, ma anche ospitando e incoraggiando una comunità di esperti che guida il dibattito scientifico”.