* NOVA *

N. 2551 - 27 APRILE 2024

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

SCOPERTO IL BUCO NERO STELLARE PIÙ MASSICCIO DELLA NOSTRA GALASSIA

Dal sito dell'ESO (European Southern Observatory) riprendiamo il Comunicato stampa *del 16 aprile 2024.*

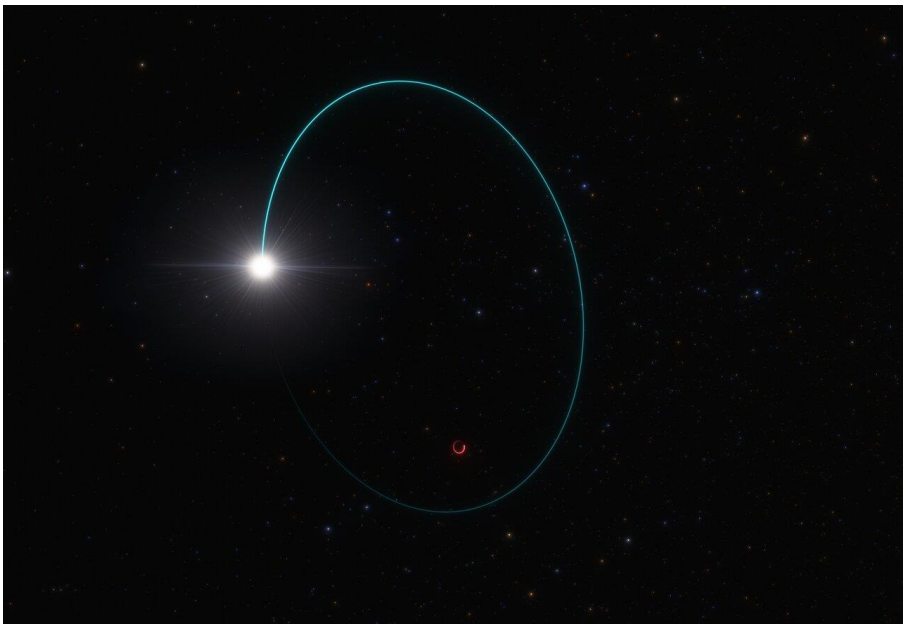


Immagine artistica che mostra le orbite della stella e del buco nero, chiamato Gaia BH3, intorno al comune centro di massa. L'oscillazione è stata misurata per diversi anni grazie alla missione Gaia dell'Agenzia spaziale europea (ESA). Ulteriori dati provenienti da altri telescopi, incluso il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO in Cile, hanno confermato che la massa di questo buco nero è 33 volte quella del Sole. La composizione chimica della stella compagna suggerisce che il buco nero si sia formato in seguito al collasso di una stella massiccia con pochissimi elementi pesanti, o metalli, come previsto dalla teoria. Crediti: ESO/L. Calçada/Space Engine (spaceengine.org)

Alcuni astronomi hanno identificato il buco nero stellare più massiccio mai scoperto nella Via Lattea, individuato nei dati della missione Gaia dell'Agenzia spaziale europea perché impone uno strano movimento "oscillante" alla stella compagna che gli orbita intorno. I dati del VLT (Very Large Telescope) dell'ESO (Osservatorio Europeo Australe) e di altri osservatori da terra sono stati utilizzati per verificare la massa del buco nero, stimandola a ben 33 volte quella del Sole.
I buchi neri stellari si formano dal collasso di stelle massicce. Quelli finora identificati nella Via Lattea sono in media circa 10 volte più massicci del Sole. Il secondo buco nero stellare per massa che si conosce nella nostra galassia, Cygnus X-1, raggiunge solo 21 masse solari, rendendo eccezionale questa nuova osservazione di un oggetto da 33 masse solari [1].
Sorprendentemente, il buco nero è anche vicinissimo a noi: a soli 2000 anni luce di distanza nella costellazione dell'Aquila, è il secondo buco nero che si conosca più vicino alla Terra. Soprannominato Gaia BH3 o semplicemente BH3, è stato trovato mentre il gruppo di lavoro di Gaia stava rivedendo le osservazioni in vista dell'imminente rilascio di dati. «*Nessuno si aspettava di trovare un buco nero di*

La *Nova* è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.
È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5.
I dati personali utilizzati per l'invio telematico della *Nova* sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).
www.astrofilisusa.it

massa elevata nascosto nelle vicinanze, finora non rilevato», afferma Pasquale Panuzzo, membro della collaborazione Gaia e astronomo dell'Osservatorio di Parigi, parte del Centro nazionale francese per la ricerca scientifica (CNRS). «*Questo è il tipo di scoperta che si fa una sola volta nella propria carriera».*

Per confermare la scoperta, la collaborazione Gaia ha utilizzato dati provenienti da osservatori da terra, incluso lo strumento UVES (Ultraviolet and Visual Echelle Spectrograph) installato sul VLT dell'ESO, nel deserto di Atacama in Cile [2]. Queste osservazioni hanno rivelato proprietà chiave della stella compagna che, insieme con i dati di Gaia, hanno permesso agli astronomi di misurare con precisione la massa di BH3.

Gli astronomi hanno trovato buchi neri altrettanto massicci al di fuori dalla nostra galassia (usando un diverso metodo di osservazione) e hanno teorizzato che potrebbero formarsi dal collasso di stelle con una composizione chimica che vede solo pochissimi elementi più pesanti dell'idrogeno e dell'elio. Si ritiene che queste stelle cosiddette "povere di metalli" perdano meno massa nel corso della propria vita e quindi mantengano una quantità maggiore di materiale per produrre un buco nero di massa elevata dopo la loro morte. Ma finora non c'erano prove che collegassero direttamente le stelle povere di metalli ai buchi neri di massa elevata.

Le stelle che vivono in coppia tendono ad avere composizioni simili, il che significa che la compagna di BH3 contiene importanti indizi sulla stella che è collassata per formare questo buco nero eccezionale. I dati di UVES hanno mostrato che la compagna è una stella molto povera di metalli, indicando che anche la stella collassata per formare BH3 dovesse essere povera di metalli, proprio come previsto.

Il risultato della ricerca guidata da Panuzzo viene pubblicato oggi su *Astronomy & Astrophysics*. «*Abbiamo compiuto il passo eccezionale di pubblicare questo articolo sulla base di dati preliminari, prima dell'imminente rilascio dei risultati di Gaia proprio a causa della natura unica della scoperta*», afferma la coautrice Elisabetta Caffau, membro della collaborazione Gaia e scienziata dell'Osservatorio di Parigi del CNRS. Rendere disponibili i dati in anticipo consentirà ad altri astronomi di iniziare a studiare questo buco nero da subito, senza dover attendere il rilascio dei dati completi, previsto non prima della fine del 2025.

Ulteriori osservazioni di questo sistema potrebbero aver molto da dire sulla sua storia e sul buco nero stesso. Lo strumento GRAVITY installato sul VLTI (l'interferometro del VLT) dell'ESO, per esempio, potrebbe aiutare gli astronomi a scoprire se questo buco nero sta attirando materia dall'ambiente circostante e a comprendere meglio questo oggetto emozionante.

Note

[1] Questo non è il buco nero più massiccio della nostra galassia: il titolo appartiene a Sagittarius A*, il buco nero supermassiccio al centro della Via Lattea, che ha una passa pari a circa quattro milioni di volte quella del Sole. Gaia BH3 è il buco nero più massiccio finora scoperto nella Via Lattea formatosi dal collasso di una stella.

[2] Oltre a UVES sul VLT dell'ESO, lo studio si è basato su dati provenienti dallo spettrografo HERMES del telescopio Mercator gestito a La Palma (Spagna) dall'Università di Leuven (Belgio) in collaborazione con l'Osservatorio dell'Università di Ginevra (Svizzera) e dallo spettrografo ad alta precisione SOPHIE presso l'Observatoire de Haute-Provence – OSU Institut Pythéas.

Ulteriori Informazioni

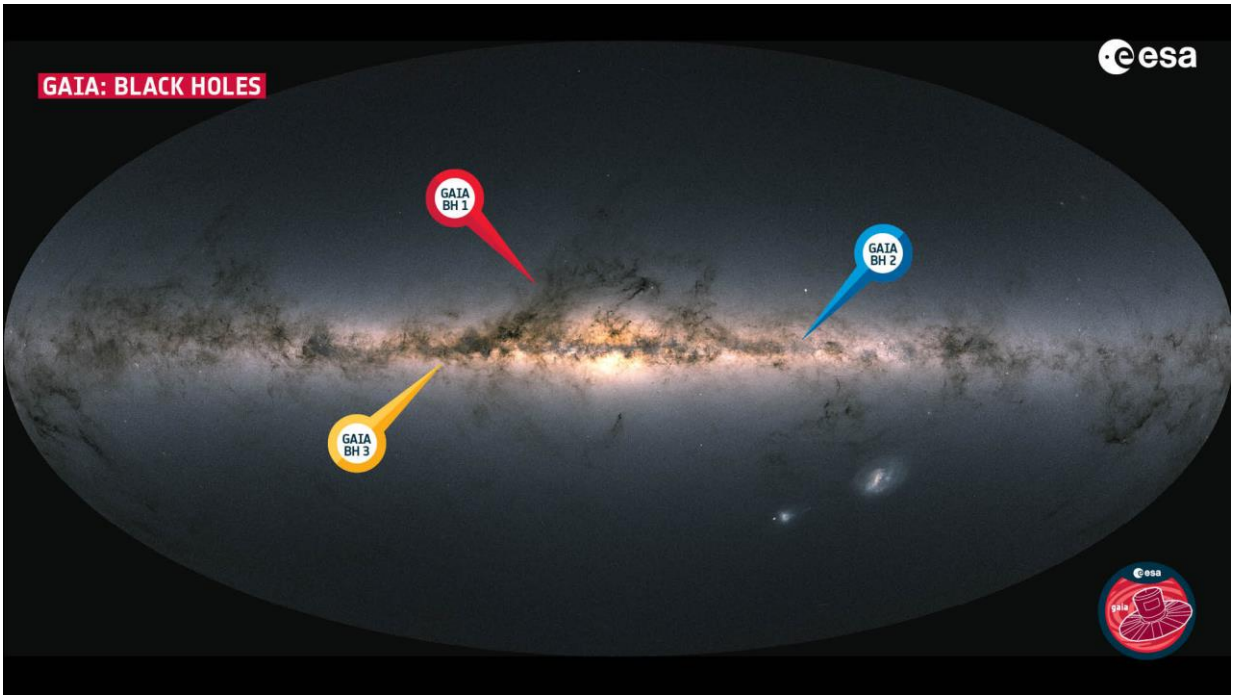
Questo risultato è stato presentato nell'articolo intitolato "Discovery of a dormant 33 solar-mass black hole in pre-release Gaia astrometry" pubblicato dalla rivista *Astronomy & Astrophysics* (https://aanda.org/10.1051/0004-6361/202449763).

L'articolo, di P. Panuzzo et al., ha come autore la collaborazione Gaia, che include più di 300 autori da tutto il mondo, tra cui Austria, Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia, Svizzera, Cile e Australia.

Links

- Articolo scientifico
- Fotografie del VLT
- Notize dell'ESA sulla ricerca

https://www.eso.org/public/italy/news/eso2408/ - https://www.eso.org/public/news/eso2408/



La posizione dei primi tre buchi neri scoperti dalla missione Gaia dell'ESA nella Via Lattea. Anche questa mappa della nostra galassia è stata realizzata dalla missione Gaia. Gaia Black Hole 1 (BH1) si trova a soli 1560 anni luce da noi in direzione della costellazione dell'Ofiuco; Gaia BH2 si trova a 3800 anni luce di distanza nella costellazione del Centauro; Gaia BH3 si trova nella costellazione dell'Aquila, a una distanza di 1926 anni luce dalla Terra. In termini galattici, questi buchi neri risiedono nel nostro cortile cosmico. Con una massa pari a circa 33 volte quella del Sole, BH3 è il buco nero di origine stellare più pesante scoperto nella nostra galassia. Crediti: ESA/Gaia/DPAC

«È impressionante vedere lo straordinario impatto che Gaia sta avendo sull'astronomia e sull'astrofisica», osserva la Prof.ssa Carole Mundell, Direttrice di Scienza dell'ESA. «Le sue scoperte stanno andando ben oltre lo scopo originario della missione, che è quello di creare una mappa multidimensionale straordinariamente precisa di oltre un miliardo di stelle nella nostra Via Lattea».
(da https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Italy/Un_gigante_addormentato_sorprende_gli_scienziati_di_Gaia)

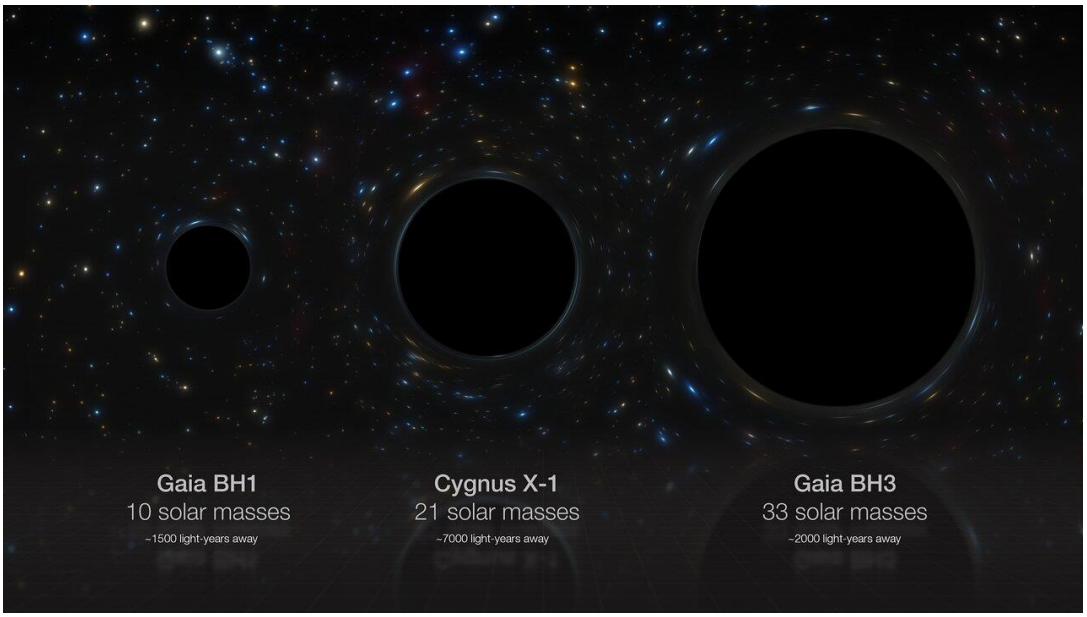


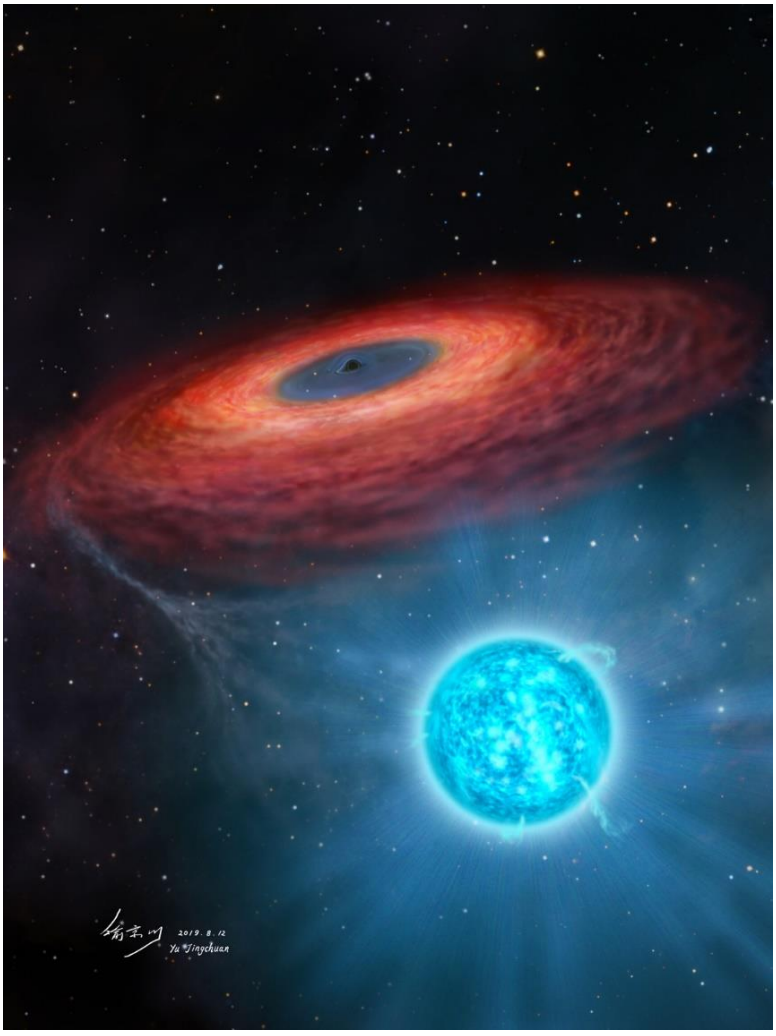
Immagine artistica che mette a confronto tre buchi neri stellari nella nostra galassia: Gaia BH1, Cygnus X-1 e Gaia BH3, le cui masse sono rispettivamente 10, 21 e 33 volte quella del Sole. Gaia BH3 è il buco nero stellare più massiccio finora trovato nella Via Lattea. I raggi dei buchi neri sono direttamente proporzionali alle loro masse, ma va notato che i buchi neri stessi non sono stati ripresi direttamente. Crediti: ESO/M. Kornmesser

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Gaia/Sleeping_giant_surprises_Gaia_scientists

CHE FINE HA FATTO IL BUCO NERO DA 70 MASSE SOLARI?

Nel 2019 su Nature *era stata data notizia di un altro buco nero stellare, sempre nella nostra galassia, di 70 masse solari (v.* Nova *1641 del 1° dicembre 2019). Che fine ha fatto? Come mai è stato spodestato? Da* MEDIA INAF *del 16 aprile 2024 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Marco Malaspina con l'intervista all'astrofisico Mario Lattanzi dell'INAF di Torino, coautore di entrambe le scoperte.*

È di oggi l'annuncio della scoperta del buco nero di massa stellare più grande a oggi noto nella nostra galassia, la Via Lattea. Si trova a meno di duemila anni luce da noi, è stato chiamato Bh3 – essendo il terzo oggetto di questo tipo individuato grazie al telescopio spaziale Gaia dell'Agenzia spaziale europea – e la sua massa stimata è pari a 33 volte quella del Sole. Va sottolineato che parliamo di un buco nero di massa *stellare*, dunque di una categoria completamente diversa rispetto ai "pesi massimi" che si trovano al centro delle galassie – nel caso della nostra, il buco nero supermassiccio Sagittarius A*, un mostro da oltre quattro *milioni* di masse solari. L'annuncio odierno potrebbe comunque lasciare perplessi, perché qualche anno fa – era il 2019 – avevamo dato notizia di un altro buco nero della Via Lattea – si chiama Lb-1, ed è anch'esso di massa stellare – da ben 70 masse solari. Enorme, dunque, al punto che avevamo intitolato la news "Quel buco nero non dovrebbe esistere".
Che fine ha fatto, Lb-1? Come mai è stato spodestato da un oggetto, il buco nero Bh3 annunciato oggi, che pesa poco più della metà? E cosa c'è di diverso, fra le due scoperte? Per capirlo abbiamo raggiunto uno degli autori dello studio pubblicato su *Nature* nel 2019, l'astrofisico **Mario Lattanzi** dell'Inaf di Torino.



Rappresentazione artistica del sistema composto dal buco nero Lb-1 e dalla sua stella compagna.
Crediti: Jingchuan Yu

Lattanzi, che è successo a Lb-1? Vi eravate sbagliati? Non esiste, quel buco nero?

«Esiste, esiste. Era stato individuato attraverso una *survey* spettroscopica con il metodo delle velocità radiali, lo stesso che si usa per cercare gli esopianeti. In quel caso, esattamente come nel caso di Bh3, si trattava infatti di un buco nero in un sistema binario, e quel che si vedeva era il moto della stella compagna che gli orbitava attorno. Solo che, mentre quando sono in gioco i pianeti osserviamo velocità radiali che si misurano in metri al secondo, nel caso della stella in orbita attorno a Lb-1 erano *decine di chilometri* al secondo. Insomma, è fuori dubbio che le ragioni che il sistema Lb-1 contenga un buco nero sono ancora tutte in campo. Ma è sempre più probabile che la sua massa andrà ridimensionata. Il fatto è che si tratta di un oggetto problematico».

In che senso, problematico?

«Anzitutto, l'oggetto osservato spettroscopicamente era una stella Be, caratterizzata da righe di emissione, più emissione nella riga Hα dovuta ad un disco di gas attorno alla compagna invisibile. Dunque un oggetto piuttosto complesso, e non si capiva bene se il periodo misurato di circa 80 giorni era relativo al moto del disco di materia attorno alla stella invisibile o al moto orbitale della stessa Be. Insomma, c'erano alcune ambiguità. I dati astrometrici di Gaia, che fornimmo ai colleghi cinesi, permisero di porre un primo vincolo: sicuramente era un sistema binario, dunque c'era senza dubbio qualcosa che causava la forte variazione periodica nella velocità radiale osservata. Ma a differenza del buco nero Bh3, che dista meno di duemila anni luce da noi, Lb-1 era molto lontano. Non solo: non era facile stabilire esattamente quanto. Dobbiamo infatti ricordare che, nel 2019, erano disponibili solo i dati della seconda release di Gaia, la Dr2».

E questo è rilevante per il calcolo della massa?

«Sì, certo. Per derivare la massa di un oggetto dall'osservazione della variazione delle velocità radiali occorre conoscere alcuni parametri del sistema. L'inclinazione dell'orbita rispetto a noi che la osserviamo, per esempio: minore è l'inclinazione e maggiore è la massa "vera" rispetto alla massa minima che noi stimiamo. Purtroppo il periodo orbitale di Lb-1 era attorno agli ottanta giorni: un'orbita quindi relativamente troppo breve e stretta per consentire a una *survey* come quella di Gaia un'agevole ricostruzione astrometrica dell'inclinazione dell'orbita della stella del sistema Lb-1 attorno al buco nero. Un altro parametro è appunto la distanza. È solo con la Dr3 – la terza release dei dati di Gaia – che abbiamo potuto stimare la distanza di Lb-1 da noi in modo affidabile: 2,78 kiloparsec (circa novemila anni luce), dunque molto meno degli oltre quattro kiloparsec delle stime iniziali suggerite dai dati spettroscopici. E questo ha un ovvio impatto sulla stima della separazione lineare tra la stella Be dal buco nero, visto che l'effetto astrometrico va con l'inverso della distanza».

Riepilogando: il buco nero in Lb-1 c'è, ma la sua massa non è di 70 masse solari come avevate riportato nell'articolo su *Nature* del 2019…

«Il ragionamento che facemmo quando arrivarono i dati della terza release fu questo: se la massa fosse stata quella che avevamo riportato, nonostante si fosse quasi dimezzata la distanza dell'oggetto avremmo comunque dovuto vedere un segnale astrometrico orbitale almeno doppio di quello che in realtà si vede. Ecco allora che occorre diminuire la massa: grosso modo da 70 a 35 masse solari. In realtà il calcolo non è così lineare, comunque parliamo di un valore che guarda caso si avvicina alle 33 masse solari di Bh3, il buco nero del nuovo studio».

Ecco, veniamo al "nuovo" buco nero, Bh3, il protagonista dello studio pubblicato oggi. Il metodo con il quale è stato scoperto è esattamente lo stesso di Lb-1?

«Sì, il metodo è identico, anche se, contrariamente a Lb-1, in questo caso la scoperta è tutta di Gaia visto che l'oggetto non era noto come binaria spettroscopica. Quando il gruppo di Gaia che si occupa di binarie s'imbatte in uno di questi sistemi, se si vede un solo membro della coppia subito inizia a sospettare la possibile presenza di un "compagno oscuro", diciamo».

Se il metodo è lo stesso, perché in questo caso il risultato dovrebbe essere più affidabile?

«Perché questa volta siamo stati fortunati, molto più fortunati. Primo, Bh3 è molto più vicino a noi di Lb-1: si trova a meno di duemila anni luce, dunque attorno a mezzo kiloparsec. Seconda differenza fondamentale, il periodo orbitale è enormemente più lungo: 11 anni, rispetto agli 80 giorni di Lb-1. Parliamo di un periodo orbitale paragonabile a quello di Giove attorno al Sole. Due aspetti questi – distanza ravvicinata e orbita ampia – favorevolissimi per misure di tipo astrometrico come quelle di Gaia. Con i dati preliminari della Dr4, in particolare, abbiamo una copertura di oltre cinque anni: praticamente mezza orbita. Il che ha consentito una ricostruzione dell'orbita estremamente accurata».

Insomma, questa volta siete ragionevolmente certi che si tratti davvero del buco nero di massa stellare più grande a oggi scoperto nella nostra galassia?

«Sì, è sicuro: essendo riusciti a determinare l'inclinazione dell'orbita con grande precisione, l'errore sulla stima della massa del buco nero questa volta è veramente piccolo. Siamo attorno alle 35 masse solari: una scoperta straordinaria. Un numero destinato a diventare una pietra miliare per l'astrofisica stellare».

Perché?

«Perché a questo punto non si scappa: buchi neri stellari di grande massa esistono, dunque è necessario che i teorici rimettano mano alle teorie sui meccanismi della loro formazione. E proprio a questo proposito va sottolineata un'altra differenza fra i due sistemi: mentre Lb-1 era un candidato formidabile, ideale per studiare la formazione di questi oggetti, proprio perché era un oggetto con una compagna massiccia di tipo B che in qualche modo stava alimentando il buco nero, nel caso di Bh3 siamo di fronte a un buco nero probabilmente vecchio attorno al quale orbita una stella relativamente giovane e dall'orbita larga. L'ipotesi è dunque che non si siano formati insieme, ma che la stella, passandogli accanto, sia stata "catturata" dal buco nero».

E di Lb-1 sentiremo ancora parlare? Non è che torna a scippare il record a Bh3?

«Se ne parlerà ancora, certo, ma le nostre ultime stime dicono che siamo addirittura sotto alle 15 masse solari. In ogni caso al di sotto delle 20 masse solari. Dunque no, il record di Bh3 per il momento è al sicuro».

Marco Malaspina

https://www.media.inaf.it/2024/04/16/lb-1-vs-bh3-lattanzi/

Links:

https://www.media.inaf.it/2019/11/27/lb-1-buco-nero/

https://www.media.inaf.it/2024/04/16/buco-nero-bh3-33-masse-solari/

Video:

https://www.youtube.com/watch?v=cU00B-6DeSQ
(Gaia's discovery of a massive black hole in our Milky Way: Gaia BH3)

https://www.youtube.com/watch?v=DutMRUEahb8
(Record-breaking stellar black hole found nearby | ESO News)

https://www.youtube.com/watch?v=ul-s6V172YA
(Animation showing the locations and distances to some of our galaxy's black holes)