

* NOVA *

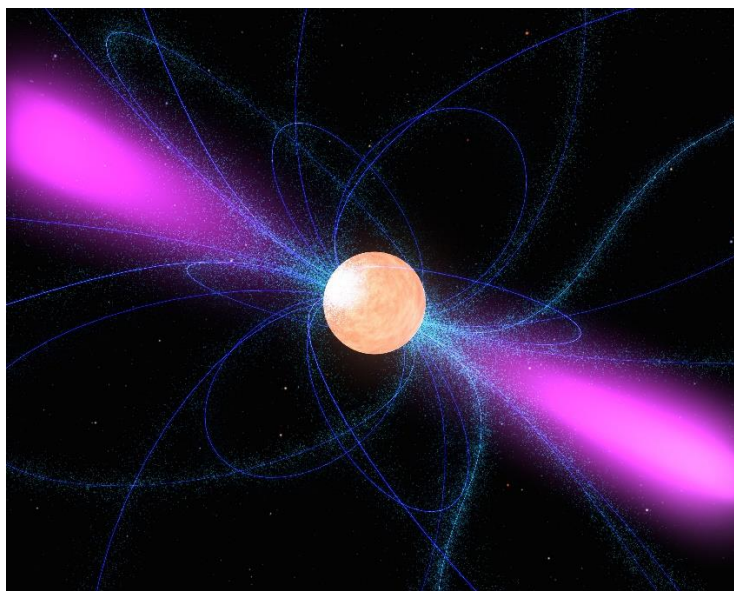
N. 2379 - 29 GIUGNO 2023

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

LE PULSAR CI SVELANO IL RESPIRO DELLO SPAZIO-TEMPO

UN NUOVO METODO PER RILEVARE LE ONDE GRAVITAZIONALI

Dai dati raccolti in oltre 25 anni da sei dei radiotelescopi più sensibili del mondo, fra cui il Sardinia Radio Telescope dell'Inaf, emergono i segni distintivi dell'esistenza di onde gravitazionali a bassissima frequenza. Una scoperta che apre una nuova finestra osservativa nella scienza delle onde gravitazionali, e conferma l'esistenza di onde gravitazionali ultra lunghe generate, secondo le teorie, da coppie di buchi neri supermassicci durante il processo di fusione fra due galassie. Da MEDIA INAF del 29 giugno 2023 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo dell'Ufficio Stampa INAF.



Rappresentazione artistica di una pulsar. Crediti: Nasa

In una serie di articoli pubblicati oggi sulla rivista *Astronomy and Astrophysics*, gli scienziati dello European Pulsar Timing Array ([Epta](#)), in collaborazione con i colleghi indiani e giapponesi dell'Indian Pulsar Timing Array ([InPta](#)), riportano i risultati ottenuti analizzando dati raccolti in oltre 25 anni, che promettono di condurre a scoperte senza precedenti nello studio della formazione e dell'evoluzione del nostro universo e delle galassie che lo popolano.

«I risultati presentati oggi dalla collaborazione Epta sono straordinari per la loro importanza scientifica e per le prospettive future di ulteriore consolidamento dei risultati», commenta **Marco Tavani**, presidente dell'Inaf. «L'astrofisica italiana e l'Inaf sono leader mondiali in una grande impresa finalizzata a esplorare il cosmo con le onde gravitazionali, un filone di ricerca che vedrà l'Italia protagonista nei prossimi anni».

L'Epta è una collaborazione di scienziati di undici istituzioni in tutta Europa, fra cui due in Italia (l'Inaf con la sua sede di Cagliari e l'Università di Milano-Bicocca), e riunisce astronomi e fisici teorici, al fine di

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XVIII

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 dalla 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

utilizzare le osservazioni degli impulsi ultra regolari provenienti da stelle di neutroni chiamate pulsar per costruire un rilevatore di onde gravitazionali delle dimensioni della nostra galassia. Infatti le pulsar si comportano come orologi naturali di alta precisione e dalla misura ripetuta di piccolissime variazioni (inferiori ad un milionesimo di secondo e correlate fra loro) nei tempi di arrivo dei loro impulsi è possibile misurare le minute dilatazioni e compressioni dello spazio-tempo provocate dal passaggio di onde gravitazionali provenienti dall'universo lontano.

Questo gigantesco rivelatore di onde gravitazionali – che dalla Terra si estende in direzione di 25 pulsar, selezionate all'interno della nostra Via Lattea e distanti migliaia di anni luce da noi – rende possibile sondare un tipo di onde gravitazionali aventi un ritmo lentissimo, corrispondente a lunghezze d'onda enormemente più lunghe di quelle osservate, a partire dal 2015, dai cosiddetti interferometri per onde gravitazionali, tra cui spiccano Virgo a Cascina (vicino a Pisa) e Ligo negli Stati Uniti.

All'Inaf di Cagliari, l'entusiasmo è palpabile. «Grazie alle osservazioni di Epta, stiamo aprendo una nuova finestra nell'universo delle onde gravitazionali ultra lunghe (corrispondenti a frequenze di oscillazione del miliardesimo di hertz) che sono associate a sorgenti e fenomeni unici», dice la ricercatrice **Caterina Tiburzi**.

«Queste onde gravitazionali», precisa la collega **Marta Burgay**, «ci permettono di studiare alcuni dei misteri finora irrisolti nell'evoluzione dell'universo, fra cui, ad esempio, le proprietà della elusiva popolazione cosmica dei sistemi binari formati da due buchi neri supermassicci, aventi masse miliardi di volte maggiori di quella del Sole». Questi buchi neri si trovano ad orbitare al centro di galassie che stanno fondendosi l'una con l'altra, e durante il loro orbitare, la teoria della relatività generale di Albert Einstein prevede che emettano onde gravitazionali ultra lunghe.

Gli strumenti utilizzati per raccogliere i dati sono l'Effelsberg Radio Telescope in Germania, il Lovell Telescope dell'Osservatorio Jodrell Bank nel Regno Unito, il Nançay Radio Telescope in Francia, il Westerbork Radio Synthesis Telescope nei Paesi Bassi, e il Sardinia Radio Telescope (Srt) in Italia.



Crediti: Epta

«Questi risultati», aggiunge l'astronoma **Delphine Perrodin**, sempre dell'Inaf di Cagliari, «si basano su decenni di certosine e instancabili campagne di osservazione effettuate utilizzando i cinque più grandi radiotelescopi in Europa. Inoltre, una volta al mese i dati di questi telescopi vengono anche sommati fra loro, aumentando ulteriormente la sensibilità dell'esperimento». Queste osservazioni sono poi state ulteriormente integrate dai dati forniti dal Giant Metrewave Radio Telescope in India, con ciò rendendo l'insieme di dati ancora più accurato.

«È una grande soddisfazione per tutta l'astrofisica italiana che Srt, il grande radiotelescopio gestito da Inaf, sia fra i testimoni dell'emergere nei dati di questo lento respiro dello spazio-tempo», spiega **Andrea Possenti**, primo ricercatore dell'Inaf di Cagliari e fra i fondatori di Epta, assieme all'ex presidente dell'Istituto nazionale di astrofisica Nichi D'Amico. «Si tratta di nuovo grande risultato

scientifico, che conferma, a livello mondiale, il ruolo centrale dell'Italia, e vieppiù della Sardegna (con Srt e speriamo presto anche con l'Einstein Telescope), nello studio delle onde gravitazionali per molti decenni a venire».

I risultati dell'Epta si confrontano con una serie di pubblicazioni indipendenti oggi annunciate in parallelo da altre collaborazioni in tutto il mondo, facenti capo agli esperimenti di tipo Pta (Pulsar timing array) australiano, cinese e nordamericano, noti rispettivamente come Ppta, Cpta e NanoGrav. I vari risultati sono consistenti fra tutte le collaborazioni, ciò che corrobora ulteriormente la presenza nei dati di un segnale dovuto ad onde gravitazionali. Il lavoro però non termina qui, in quanto la natura stessa del segnale osservato prevede che esso si manifesti in maniera progressivamente più chiara. «Ho cominciato il mio dottorato al momento giusto», ricorda **Francesco Iraci**, dottorando dell'Università di Cagliari che da circa un anno svolge le sue ricerche presso l'Inaf di Cagliari proprio nel contesto di Epta, «non vedo l'ora di contribuire all'ulteriore affinamento dei dati».

Infatti, ai fini di concludere definitivamente la scoperta di un nuovo fenomeno, è buon uso in fisica che il risultato dell'esperimento abbia una probabilità di verificarsi in modo casuale meno di una volta su un milione di casi. Il risultato riportato da Epta – così come dalle altre collaborazioni internazionali – si avvicina, ma ancora non soddisfa appieno questo criterio: infatti c'è ancora circa una probabilità su mille che fonti di rumore casuali congiurino per generare il segnale. Dopo aver completato le loro analisi in modo indipendente, i ricercatori delle quattro collaborazioni – Epta, InPta, Ppta e NanoGrav – stanno ora direttamente combinando i loro dati all'interno del coordinamento dell'International Pulsar Timing Array. L'obiettivo è quello di sfruttare misure effettuate su un campione complessivo di oltre cento pulsar, osservate con tredici radiotelescopi in tutto il mondo. L'accresciuta quantità e qualità dei dati dovrebbe dunque fornire agli astronomi la prova inconfutabile che una nuova era nell'esplorazione dell'Universo è iniziata.

<https://www.media.inaf.it/2023/06/29/le-pulsar-ci-svelano-il-respiro-dello-spazio-tempo/>

<https://www.youtube.com/watch?v=OnekaCIWQcU>

Preprint dei sei articoli in pubblicazione su *Astronomy and Astrophysics*:

- “The second data release from the European Pulsar Timing Array I. The dataset and timing analysis”
- “The second data release from the European Pulsar Timing Array II. Customised pulsar noise models for spatially correlated gravitational waves”
- “The second data release from the European Pulsar Timing Array III. Search for gravitational wave signals”
- “The second data release from the European Pulsar Timing Array IV. Search for continuous gravitational wave signals”
- “The second data release from the European Pulsar Timing Array: V. Implications for massive black holes, dark matter and the early Universe”
- “The second data release from the European Pulsar Timing Array: VI. Challenging the ultralight dark matter paradigm”

[...] La realtà è sempre così diversa dai sogni che la precedono da non entrare mai in seria concorrenza con loro. Al contempo la realtà non è mai così diversa da escludere a priori ogni confronto. [...]

Wisława Szymborska (1923-2012), Premio Nobel per la Letteratura nel 1996,
“Intorno alla Luna” in *Come vivere in modo più confortevole. Altre «letture facoltative»*, a cura di Luca Bernardini, traduzione di Valentina Parisi, Adelphi edizioni, Milano 2016, p. 106

