

Version February 5, 2016 L1600013-v2

## NEWS RELEASE

For Immediate Release

February 11, 2016

### **LES ONES GRAVITACIONALS DETECTADES 100 ANYS DESPRÉS DE LA PREDICCIÓ D'EINSTEIN**

*LIGO obre una nova finestra a l'Univers amb l'observació de les ones gravitacionals procedents d'una col·lisió de forats negres*

WASHINGTON, DC / Cascina, Italia

Per primera vegada, els científics han observat ondulacions en el teixit de l'espai-temps, anomenades ones gravitacionals, en arribar a la Terra provinents d'un esdeveniment catastròfic a l'univers distant. Aquest fet confirma una predicció important de la teoria de la relativitat general d'Albert Einstein de 1915 i obre una nova finestra sense precedents al cosmos.

Les ones gravitacionals porten informació sobre els seus dramàtics orígens i sobre la naturalesa de la gravetat que no poden obtenir-se d'altra manera. Els físics han arribat a la conclusió que les ones gravitacionals detectades foren produïdes durant la darrera fracció de segon en la fusió de dos forats negres per produir un sol forat negre, més massiu i en rotació. Aquesta col·lisió de dos forats negres havia estat predita però mai observada.

Les ones gravitacionals foren detectades el 14 de setembre de 2015 a les 5:51 Temps Estàndard de l'est (09:51 UTC) per ambdós dels detectors bessons de l'Observatori per Interferometria Làser d'ones Gravitacionals (LIGO, per les seves sigles amb anglès), localitzats a Livingston, Louisiana, i Hanford, Washington, EE.UU. Els observatoris LIGO estan finançats per la National Science Foundation (NSF) i van ser concebuts, construïts i són operats per Caltech i MIT. El descobriment, acceptat per a publicació a la revista *Physical Review Letters*, va ser realitzat per la Col·laboració Científica LIGO (que inclou la Col·laboració GEO i l'Australian Consortium for Interferometric Gravitational Astronomy) i la Col·laboració Virgo, utilitzant dades d'ambdós detectors LIGO.

Basats en els senyals observats, els científics de LIGO estimen que els forats negres d'aquest esdeveniment eren d'unes 29 i 36 vegades la massa del Sol i que l'esdeveniment tingué lloc fa 1,3 mil milions d'anys. Al voltant de 3 vegades la massa del Sol fou convertida en ones gravitacionals en una fracció de segon - amb una potència màxima gairebé 50 vegades la de tot l'univers visible. Comparant els temps d'arribada dels senyals - el detector a Livingston va enregistrar l'esdeveniment 7 mil·lsegons abans que el detector a Hanford - els científics poden dir que la font es troba a l'hemisferi sud.

Segons la relativitat general, un parell de forats negres orbitant l'un a l'altre perd energia a través de l'emissió d'ones gravitacionals, el que provoca un acostament gradual entre ambdós durant milers de milions d'anys i molt més ràpid als darrers minuts. Durant la darrera fracció de segon, els dos forats negres col·lideixen quasi a la meitat de la velocitat de la llum i formen un sol forat negre, amb la conseqüent conversió en energia d'una part de la massa conjunta dels dos forats negres, d'acord amb l'equació d'Einstein  $E=mc^2$ . Aquesta energia és emesa en forma de fort explosió final d'ones gravitacionals. Aquestes són les ones gravitacionals observades per LIGO.

L'existència d'ones gravitacionals es va demostrar per primera vegada als anys 70 i 80 per Joseph Taylor, Jr., i col·legues. Taylor i Russell Hulse descobriren l'any 1974 un sistema binari compost per un púlsar en òrbita amb una estrella de neutrons. Taylor i Joel M. Weisberg trobaren l'any 1982 que l'òrbita del púlsar s'encongia lentament amb el temps degut a l'alliberament d'energia en forma d'ones gravitacionals. Per al descobriment del púlsar i per a demostrar que faria possible aquest mesurament d'ones gravitacionals en particular, Hulse i Taylor guanyaren el premi Nobel l'any 1993.

El nou descobriment de LIGO és la primera observació de les pròpies ones gravitacionals, feta mitjançant el mesurament de les petites perturbacions que les ones provoquen a l'espai i al temps a mesura que passen a través de la Terra.

“La nostra observació d'ones gravitacionals aconsegueix un ambiciós objectiu establert fa més de 5 dècades de detectar directament aquest fenomen esquiu i entendre millor l'univers i, apropiadament, compleix amb el llegat d'Einstein en el 100 aniversari de la seva teoria general de la relativitat!”, diu David H. Reitze, director executiu del Laboratori LIGO a Caltech.

El descobriment va ser possible gràcies a les capacitats millorades d'Advanced LIGO, una important actualització que augmenta la sensibilitat dels instruments en comparació amb els detectors LIGO de primera generació, permetent un gran augment en el volum de l'univers sondejat - i el descobriment d'ones gravitacionals durant el seu primer període d'observació. La National Science Foundation d'Estats Units lidera el suport financer per a Advanced LIGO. Organitzacions de finançament a Alemanya (Max Planck Society), al Regne Unit (Science and Technology Facilities Council, STFC) i a Austràlia (Australian Research Council) també han contribuït significativament al projecte. Diverses de les tecnologies clau que han fet Advanced LIGO molt més sensible han estat desenvolupades i provades per la col·laboració alemanya i britànica GEO. Significatius recursos informàtics han estat aportats per al clúster Atlas de l'AEI Hannover, el Laboratori LIGO, la Universitat de Syracuse i la Universitat de Wisconsin-Milwaukee. Diverses universitats varen dissenyar, construir i provar els components clau per a Advanced LIGO: la Universitat Nacional d'Austràlia, la Universitat d'Adelaide, la Universitat de Florida, la Universitat de Stanford, la Universitat Columbia de Nova York i la Universitat Estatal de Louisiana.

“L'any 1992, quan el finançament inicial de LIGO fou aprovat, va suposar la major inversió que la NSF mai havia fet”, diu France Córdova, director de la NSF. “Va ser un gran risc. Però la National Science Foundation és l'agència que pren aquest tipus de riscos. Nosaltres recolzem la ciència fonamental i l'enginyeria a un punt del camí cap al descobriment on el camí és tot menys clar. Nosaltres financem pioners. Aquest és el motiu per el qual els Estats Units continuen sent un líder global en l'avanç del coneixement.”

La investigació de LIGO és a càrrec de la Col·laboració Científica LIGO (LSC, per les seves sigles amb anglès), un grup de més de 1000 científics d'universitats de tot Estats Units i d'altres 14 països. Més de 90 universitats i instituts d'investigació a la LSC desenvolupen tecnologia per als detectors i analitzen les dades; aproximadament 250 estudiants contribueixen de forma rellevant a la col·laboració. La xarxa de detectors LSC inclou els interferòmetres LIGO i el detector GEO600. L'equip de GEO inclou científics de l'Institut Max Planck de Física Gravitacional (Albert Einstein Institute, AEI), Leibniz Universität Hannover, juntament amb els socis de la Universitat de Glasgow, la Universitat de Cardiff, la Universitat de Birmingham, altres Universitats del Regne Unit i la Universitat de les Illes Balears.

“Aquesta detecció és el començament d’una nova era: el camp de l’astronomia d’ones gravitacionals és ja una realitat”, diu Gabriela González, portaveu de la LSC i professora de física i astronomia a la Universitat Estatal de Louisiana.

LIGO fou originalment proposat com a mitjà per a la detecció d’aquestes ones gravitacionals als anys 80 per Rainer Weiss, professor de física, emèrit, del MIT; Kip Thorne, que ocupa la càtedra de física teòrica del professor Richard P. Feynman a Caltech, emèrit; i Ronald Drever, professor de física, emèrit, també de Caltech.

“La descripció d’aquesta observació està molt ben descrita a la teoria de la relativitat general d’Einstein, formulada fa 100 anys, i comprèn la primera prova de la teoria en el règim de gravitació forta. Hauria estat meravellós poder veure la cara d’Einstein si haguéssim estat capaços de dir-li”, diu Weiss.

“Amb aquest descobriment, nosaltres els humans ens estem embarcant en una nova recerca meravellosa: la recerca per a explorar el costat recargolat de l’univers - objectes i fenòmens que estan fets d’espai-temps recargolat. Els forats negres en col·lisió i les ones gravitacionals són els nostres primers bonics exemples”, diu Thorne.

La investigació a Virgo corre a càrrec de la Col·laboració Científica Virgo, un grup de més de 250 físics i enginyers pertanyents a 19 grups d’investigació europeus diferents: 6 del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) a França; 8 del Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) a Itàlia; 2 als Països Baixos amb Nikhef; el Wigner RCP a Hongria; el grup POLGRAW a Polònia i el European Gravitational Observatory (EGO), el laboratori que allotja el detector Virgo prop de Pisa, Itàlia.

Fulvio Ricci, portaveu de Virgo, va assenyalar que “Aquesta és una fita important per a la física, però encara més important, només és el començament de molts nous i emocionants descobriments astrofísics que vendran amb LIGO i Virgo.”

Bruce Allen, director de l’Institut Max Planck de Física Gravitacional (Albert Einstein Institute), afegeix “Einstein pensava que les ones gravitacionals eren molt febles per a poder ser detectades i no creia amb els forats negres. Però no crec que li hagués importat estar equivocat!”

“Els detectors Advanced LIGO són una proesa de la ciència i la tecnologia, fet possible per un equip internacional de tècnics, enginyers i científics realment excepcional”, diu David Shoemaker del MIT, el líder del projecte Advanced LIGO. “Estem molt orgullosos d’haver acabat aquest projecte finançat per la NSF a temps i dins del pressupost.”

A cada observatori, l’interferòmetre LIGO amb forma d’una L de dues milles i mitja (4 km) utilitza llum làser dividida en dos feixos que van i venen dins els braços (tubs de quatre peus de diàmetre que es mantenen en un buid gairebé perfecte). Els feixos s’utilitzen per a monitoritzar la distància entre els miralls, posicionats de manera molt precisa als extrems dels braços. Segons la teoria d’Einstein, la distància entre els miralls es modifica una quantitat infinitesimal quan una ona gravitacional passa per el detector. Canvis en la llargada dels braços més petits que una deumil·lèsima part del diàmetre d’un protó ( $10^{-19}$  metres) poden ser detectats.

“Una col·laboració global de científics ha estat necessària per a fer possible aquesta fantàstica fita - la tecnologia làser i de suspensió desenvolupada per al nostre detector GEO600 va ser utilitzada per

a ajudar a fer d'Advanced LIGO el detector d'ones gravitacionals més sofisticat que mai havia estat creat", diu Sheila Rowan, professora de física i astronomia a l'Universitat de Glasgow.

Observatoris independents i extensament separats són necessaris per a determinar la direcció de l'esdeveniment que causa les ones gravitacionals i també per verificar que els senyals vénen de l'espai i no són d'un altre fenomen local.

“Esperem que aquesta observació acceleri la construcció d'una xarxa global de detectors que permetrà la localització més precisa de les fonts d'ones gravitacionals en una era d'astronomia multi-missatgera”, diu David McClelland, professor de física i director del Centre de Física Gravitacional a la Universitat Nacional d'Austràlia.

###

#### LOCAL PRESS CONTACT

NAME

TITLE

PHONE

EMAIL

#### **Caltech**

Kathy Svitil

Director of News and Content Strategy

626-676-7628 (cell)

ksvitil@caltech.edu

#### **MIT**

Kimberly Allen

Director of Media Relations

Deputy Director, MIT News Office

617-253-2702 (office)

617-852-6094 (cell)

allenkc@mit.edu

#### **NSF**

Ivy Kupec

Media Officer

703-292-8796 (Office)

703-225-8216 (Cell)

ikupec@nsf.gov

#### **VIRGO**

NAME

TITLE

PHONE

[EMAIL](#)

**GEO**

Susanne Milde

[milde@mildemarketing.de](mailto:milde@mildemarketing.de)

Phone: +49 331 583 93 55

Mobile: +49 172 3931349.

**UK Science and Technology Facilities Council**

Terry O'Connor

Email: [terry.o'connor@stfc.ac.uk](mailto:terry.o'connor@stfc.ac.uk)

Phone: +44 1793 442006

Mobile: +44 77 68 00 61 84.

**Max Planck Institute for Gravitational Physics Hannover**

Benjamin Knispel (Press Officer)

+49 511 762 19104

[benjamin.knispel@aei.mpg.de](mailto:benjamin.knispel@aei.mpg.de)