

## **Unde gravitaționale detectate la 100 de ani după previziunea lui Einstein**

Declarație de presă, 11 februarie, 2016

*LIGO deschide o nouă fereastră asupra universului prin observarea undelor gravitaționale provenind de la ciocnirea a două găuri negre*

Pentru prima dată cercetătorii au observat undulații în structura spațiului și timpului, numite unde gravitaționale, care au ajuns la noi de la un eveniment cataclismic în universul îndepărtat. Această descoperire confirmă prezicerea lui Albert Einstein în cadrul teoriei sale de relativitate generalizată din 1915 și deschide o fereastră fără precedent asupra cosmosului.

Undele gravitaționale duc cu ele informații despre originile lor dramatice și despre natura gravitației care altfel nu pot fi obținute. Fizicienii au concluzionat că undele detectate au fost produse în ultima fracțiune de secundă a fuziunii a două găuri negre într-o singură gaură neagră, mai masivă. Coliziunea găurilor negre a fost prevăzută de teorie dar nu a fost observată niciodată până acum.

Undele gravitaționale au fost detectate în 14 septembrie, 2015 la ora 05:51 pentru fusul orar est-american (sau 09:51 GMT) de către detectoarele gemene LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory = observatoarele de unde gravitaționale prin interferometrie laser) în SUA, în Hanford (statul Washington) și Livingston (în statul Louisiana). Observatoarele LIGO finanțate de NSF (National Science Foundation = Fundația Natională de Științe) au fost concepute și sunt administrate de universitățile Caltech și MIT. Descoperirea, acceptată pentru publicare în jurnalul Physical Review Letters, a fost făcută de Colaborația Științifică LIGO (care include colaborația germană GEO și Consorțiul Australian pentru Astronomie Gravitațională Interferometrică) și colaborația italo-franceză Virgo utilizând datele obținute de cele două detectoare LIGO.

Pe baza semnalelor observate, cercetătorii LIGO au estimat că găurile negre au avut o masă de aproximativ 29 și, respectiv, 36 ori mai mare decât soarele, și că evenimentul s-a întâmplat acum 1300 de milioane de ani. Aproximativ de 3 ori mai multă masă decât soarele a fost transformată în unde gravitaționale într-o fracțiune de secundă - cu o putere emisă care în momentul maxim a fost mai mare de 50 de ori decât întregul univers vizibil. Comparând timpul când semnalul a ajuns la cele două locații - detectorul din Livingston a observat semnalul cu 7 milisecunde mai devreme decât cel din Hanford - cercetătorii pot să declare ca sursa semnalului a fost în emisfera de sud.

În conștință cu teoria de relativitate generalizată, o pereche de găuri negre aflate în orbită una în jurul celeilalte pierd energie prin emisia de unde gravitaționale, iar

acest fapt face ca cele două găuri negre să se apropie una de alta de-a lungul a miliarde de ani, pierzând mult mai multă energie în ultimele câteva minute înainte de fuziune. În ultima fracțiune de secundă cele două găuri negre se lovesc una de alta cu o viteză aproape de jumătate din viteza luminii și formează o singură gaură neagră, mult mai masivă, convertind în energie o parte din masa reprezentată de suma maselor celor două găuri negre după formula lui Einstein:  $E = mc^2$ . Această energie este emisă ca o explozie finală de unde gravitaționale. Acestea sunt undele detectate de LIGO.

Existența undelor gravitaționale a fost demonstrată inițial în anii 1970-80 de către Joseph Taylor Jr. și colegii săi. Taylor și Russel Hulse au descoperit în 1974 un sistem binar compus dintr-un pulsar aflat pe orbită în jurul unei stele de neutroni. Taylor și Joel M. Weisberg au aflat, în 1982, că raza orbitei acestui pulsar se micșorează de-a lungul timpului din cauza energiei pierdute sub formă de unde gravitaționale. Pentru descoperirea acestui pulsar și demonstrația că undele gravitaționale ar putea fi măsurate, Hulse și Taylor au fost premiați în 1993 cu premiul Nobel în fizică.

Această nouă descoperire LIGO este prima observație directă a undelor gravitaționale, realizată prin măsurarea micilor fluctuații în spațiu și timp produse de aceste unde când trec prin planeta noastră.

"Observația noastră a undelor gravitaționale finalizează scopul ambițios stabilit acum mai mult de 50 de ani pentru detectarea acestui fenomen eluziv, pentru o înțelegere mai deplină a universului și pentru a completa moștenirea lui Einstein la aniversarea de 100 de ani a teoriei sale de relativitate generalizată", a spus David H. Reitze de la Caltech, directorul executiv al laboratorului LIGO.

Descoperirea a fost posibilă prin capacitățile sporite a Advanced LIGO, un upgrade major care amplifică precizia detectoarelor comparată cu precizia detectoarelor inițiale și mărește volumul în spațiu care poate fi observat - iar descoperirea a fost făcută în prima perioadă de timp dedicată adunării de date. Fundația Națională de Științe (NSF) a SUA este principala sursă de finanțe pentru LIGO. Fundațiile din Germania (Max Plank Society), din Marea Britanie (Science and Technology Facilities Council = Consiliul de Știință și Tehnologie) și Australia (Australian Research Council = Consiliul de Cercetare Australian) de asemenea au contribuit semnificativ. O parte importantă din tehnologiile care au făcut posibilă precizia a Advanced LIGO au fost dezvoltate și testate de colaborația anglo-germană GEO. Resurse pentru procesare digitală sunt contribuite, în parte, de către cluster-ul Atlas în Hanovra la AEI, de către laboratorul LIGO, Syracuse University și University of Wisconsin-Milwaukee. Diverse universități au conceput, construit și testat componente esențiale pentru Advanced LIGO: Australian National University, University of Adelaide, University of Florida, Stanford University, Columbia University din New York și Louisiana State University.

"Momentul, în 1992, când au fost aprobate fondurile inițiale pentru LIGO a repre-

zentat cea mai mare investiție făcută de NSF vreodată", a declarat France Córdova, directoarea NSF. "A fost un risc destul de mare. Dar Fundația Națională de Științe este exact agenția care să ia asemenea riscuri. Susținem cercetare legată de științele fundamentale și de inginerie chiar și atunci când calea spre succes e neclară. Sponsorizăm gânditorii în avangardă. Acesta e motivul pentru care SUA continuă să fie liderul global în cercetare."

Cercetarea LIGO este administrată de LSC (LIGO Scientific Collaboration = Colaborarea Științifică LIGO), un grup de peste 1000 de cercetători aparținând de universități nu doar în SUA ci și în alte 14 țări. Mai mult de 90 de universități și centre de cercetare în cadrul LSC dezvoltă tehnologia legată de detectoare și analizează datele; aproximativ 250 de studenți la doctorat sunt membri importanți ai colaborației. Rețeaua de detectoare LIGO include cele două interferometre LIGO și un al treilea, GEO600. Echipa GEO include cercetători la Max Planck Institute for Gravitational Physics (Albert Einstein Institute, AEI), Leibniz Universität Hannover, și parteneri la University of Glasgow, Cardiff University, University of Birmingham, alte universități din Marea Britanie și Universitatea Insulelor Baleare din Spania.

"Această descoperire reprezintă începutul unei noi ere: domeniul de astronomie folosind undele gravitaționale a devenit o realitate", a spus Gabriela González, purtătoarea de cuvânt a LSC și profesoară de fizică și astronomie la Louisiana State University.

Proiectul LIGO a fost inițial propus pentru detectarea undelor gravitaționale în anii '80 de către Rainier Weiss, profesor de fizică, emeritus, de la MIT; de către Kip Thorne, profesor la Caltech cu premiul Richard P. Feynman în fizică teoretică, emeritus; și Ronald Drever, profesor de fizică, emeritus, de asemenea de la Caltech.

"Fenomenul observat este descris impecabil în teoria lui Einstein de relativitate generalizată, formulată acum 100 de ani, și constituie primul test al teoriei într-un regim de gravitație foarte concentrată. Ar fi fost genial să fi văzut fața lui Einstein dacă am fi putut să-i spunem despre descoperirea noastră", a declarat Weiss.

"Cu această descoperire, umanitatea a pornit într-o nouă aventură: o aventură pentru explorarea universului distorsionat - obiecte și fenomene compuse din spațiu distorsionat. Găuri negre fuzionand și unde gravitaționale sunt primele exemple captivante", a declarat Thorne.

Cercetarea în Virgo este administrată de Colaborația Virgo, consistând din peste 250 de fizicieni și ingineri din 19 grupuri de cercetare europene: 6 de la Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) în Franța; 8 de la Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) în Italia; 2 din Olanda cu Nikhief; Wigner RCP în Ungaria; grupul POLGRAW în Polonia; și EGO (European Gravitational Observatory = Observatorul de Gravitație European) laboratorul care gazduiește detectorul Virgo, aflat lângă Pisa,

în Italia.

Fulvio Ricci, purtătorul de cuvânt al colaborației Virgo a afirmat că "Această descoperire este o realizare incredibilă pentru fizică, dar este doar începutul a altor descoperiri entuziasmante în astronomie cu detectoarele LIGO și Virgo".

Bruce Allen, directorul manager de la Max Planck Institute for Gravitational Physics (parte din Albert Einstein Institute) a adăugat "Einstein a fost de parere că undele gravitaționale au un efect prea minuscul pentru a putea fi detectate și nu a crezut că găurile negre există. Dar sunt sigur că nu s-ar fi separat să afle că a greșit!"

"Detectoarele Advanced LIGO sunt un tour-de-force în știință și tehnologie, care nu ar fi fost posibile fără o echipă internațională de excepție formată din tehnicieni, ingineri și oameni de știință" a declarat David Shoemaker de la MIT, liderul proiectului Advanced LIGO. "Suntem foarte mândri că am terminat construcția cu fondurile NSF la timp și în cadrul bugetului."

La fiecare observator, cu două brațe perpendiculare de 4 kilometri (în forma literei L), interferometrul LIGO folosește un laser despartit în două, iar cele două unde sunt trimise de-a lungul brațelor și înapoi (într-un tub vidat de diametru 1,2 metri și un vid aproape perfect). Cele două unde laser monitorizează distanța între oglizile care formează cele două brațe (una la un capăt, una la celălalt). Teoria lui Einstein ne spune că distanța dintre oglinzi se va schimba infinitesimal când o undă gravitațională trece prin detector. O schimbare în lungimea relativă a brațelor mai mică decât o miime din diametrul unui proton (aproximativ  $10^{-19}$  metri) poate fi detectată de LIGO.

"Pentru a face posibilă aceasta descoperire fantastică am avut nevoie de o colaborație globală de cercetători - tehnologia de laser și suspensii concepute pentru detectorul GEO600 a fost folosită pentru a face ca Advanced LIGO să fie cel mai sofisticat detector de unde gravitaționale din lume", a declarat Sheila Rowan, profesoară de fizică și astronomie la University of Glasgow.

Cele două observatoare LIGO sunt independente și separate ca distanță pentru necesitatea de a determina direcția dinspre care au fost produse undele gravitaționale, dar și pentru a verifica dacă semnalul observat este într-adevăr din spațiu și nu datorat unui fenomen terestru.

În acest sens, laboratorul LIGO lucrează îndeaproape cu cercetătorii din India la Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (Centrul Inter-universitar pentru Astronomie și Astrofizică), Raja Ramanna Centre for Advanced Technology (Centrul Raja Ramanna pentru Tehnologie Avansată) și Institute for Plasma (Institutul pentru Plasmă) pentru a construi un al treilea detector Advanced LIGO în India. Dacă este aprobat proiectul de către guvernul indian, detectorul ar putea fi operațional cândva în următorii 10 ani. Un detector în plus ar îmbunătăți enorm capabilitatea rețelei globale de a localiza sursele de unde gravitaționale detectate.

"Sperăm ca această primă descoperire să accelereze construcția unei rețele globale pentru a putea localiza sursele, în această eră a astronomiei colaborând între o multitudine de domenii", a declarat David McClelland, profesor de fizică și director al Centre for Gravitational Physics (Centrul pentru Fizică Gravitatională) la Australian National University.

Surse adiționale video și imagini se pot vedea aici:

<http://mediaassets.caltech.edu/gwave>