

24/02/2016

## Me arruga el espacio

TXT [FERNANDO LOMBARDO](#) IMG [BOCHA BARRENA](#)

¿Qué son las ondas gravitacionales? ¿Se puede doblar el espacio tiempo?

El 14 de septiembre de 2015, dos detectores gemelos del Observatorio por Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales (LIGO, por sus siglas en inglés) en EE.UU, separados por 3.000 km entre sí, fueron capaces de medir las pequeñísimas deformaciones generadas por ondas gravitacionales procedentes de la fusión de dos agujeros negros de unas 30 masas solares cada uno y a unos 1.300 millones de años luz de La Tierra. El 11 de febrero de 2016, **el mundo se paró a ver la conferencia de prensa que nos contaba el final de una historia de 100 años, y el principio de una nueva etapa de la astrofísica.**

Esta historia arranca en 1916, cuando Einstein publicó una ecuación que describe el Universo a gran escala. En su Relatividad General, **imaginó que el espacio y el**

**tiempo están tan relacionados que no tiene sentido hablar del uno o del otro por separado**, por eso los físicos juntamos las dos palabras y hablamos siempre del ‘espacio-tiempo’. El ‘espacio-tiempo’ tiene 4 dimensiones: las 3 del espacio y la del tiempo. Lo más importante (y probablemente lo más loco y antiintuitivo) es que **este espacio-tiempo no es siempre plano**. La masa de los objetos lo deforma, y esa deformación es precisamente lo que conocemos como la fuerza de gravedad. Esa ecuación, además, predecía que debería existir algo llamado ‘ondas gravitacionales’.

O sea que el septiembre pasado dos detectores absolutamente independientes **identificaron algo que Einstein había propuesto cien años antes**. Con su imaginación, lápiz y papel. Cien años antes. Cien.

Entonces, resulta que **hay fenómenos en el Universo que también deforman el espacio-tiempo** como lo hace la presencia de objetos con masa, pero de tal manera que crean ondas gravitacionales. **Objetos masivos y muy acelerados** (como la fusión de dos agujeros negros, dos estrellas colapsando o los hipopótamos de Fantasía) cambian la curvatura de ese espacio-tiempo y producen estas ondas gravitacionales. Incluso el Big Bang mismo debió haber generado ondas gravitacionales antes de que fueran cool.

La onda gravitacional se propaga en el espacio-tiempo y podemos pensarla como una ondulación concéntrica que **encoge y estira la ‘tela’ del espacio-tiempo** mientras viaja a la velocidad de la luz, cosa que suena inentendible hasta que te detenés a pensar un poquito en eso. El espacio tiempo no sólo está **deformado** por lo que contiene, sino que **la información sobre lo que pasa en un punto tarda un tiempo NO INSTANTÁNEO en llegar hasta los demás puntos**. Igual que un notero desde Mar del Tuyú se comunica con el estudio con delay, el Universo mismo tiene que esperar para saber lo que sucede en otro lugar, sujeto siempre a esa *one limit to rule them all*: la velocidad de la luz.

A algunas personas les conmueve la muerte de Mufasa. A mí me conmueve pensar en un espacio tiempo donde todo se comunica con todo y encima lo hace con ritmo. Eso, y la muerte de Mufasa.

Como es muy difícil abstraer un Universo en 4 dimensiones, **supongamos por un momento que fueran sólo dos, como la superficie de un estanque lleno de agua.** Las ondas gravitacionales en este ejemplo no serían más que olas en superficie del estanque de nuestro Universo 2-D. **Todos los objetos con masa** (todos, todos: un grano de arroz, un edificio, una suricata, Júpiter o una estrella de neutrones) **perturbamos de alguna manera esa superficie, deformándola.** Pero algunos eventos no sólo hacen esto, sino que encima generan ondas que se transmiten por la superficie. Ahora, la onda depende de qué tanto se perturbe la superficie de nuestro universo 2D y, para poder observarlas, necesitamos primero eventos que generen ondas grandes (o por lo menos ondas que podamos medir, con lo cual ‘grande’ está definido de acuerdo a nuestras limitaciones). **Entonces, ¿qué buscamos en nuestra superficie?,** ¿algo sutil? No: buscamos **un adoquinazo.** Una piedra enorme cayendo al agua en el estanque sería un evento generador que formaría una onda de agua que se propagaría por la superficie hasta el borde, o hasta donde se encuentra esta boya que denominamos Tierra, o sea, nosotros con nuestros aparatitos. En este caso, el adoquinazo en el estanque que logramos medir es **nada menos que dos agujeros negros bailando es espiral,** cayendo uno contra el otro hasta fusionarse.



**RX J0806.3+1527 Gravitational Wave Merger**

Magnetosheath



Watch on

En nuestra vida cotidiana estamos rodeados de todo tipo de ondas como el sonido (una onda de aire), o las ondas electromagnéticas como la luz, las ondas de radio, los rayos X o rayos gamma, entre otras. **Las gravitacionales no son ondas**

**electromagnéticas**, pero se propagan a la velocidad de la luz (al igual que las ondas electromagnéticas).

**La pregunta es si podemos ‘ver’ estas ondas gravitacionales.** Y la respuesta es que no, como tampoco podemos ver la luz infrarroja o las ondas de radio, **pero sí podemos detectarlas.** Cuando se producen eventos tan violentos en el Universo, hacen que el tejido del espacio vibre como el parche de un tambor. **Las ondulaciones del espacio-tiempo emanan en todas direcciones, viajando a la velocidad de la luz y distorsionando físicamente todo a su paso.** Pero cuanto más se alejan estas ondas de su origen, más pequeñas se vuelven. Van perdiendo su amplitud. Una distorsión inicial en el espacio de varios kilómetros causada por ellas queda reducida a sólo una fracción del tamaño de un protón cuando llega a La Tierra (unos 10 metros).

PARÁ PARÁ PARÁ ¿Vos me estás diciendo que, si una onda gravitacional pasara sobre nosotros, deformaría el espacio a nuestro alrededor y a nosotros también? Así es, pero **son tan pequeñas que cuando nos llegan no percibimos ningún efecto.**

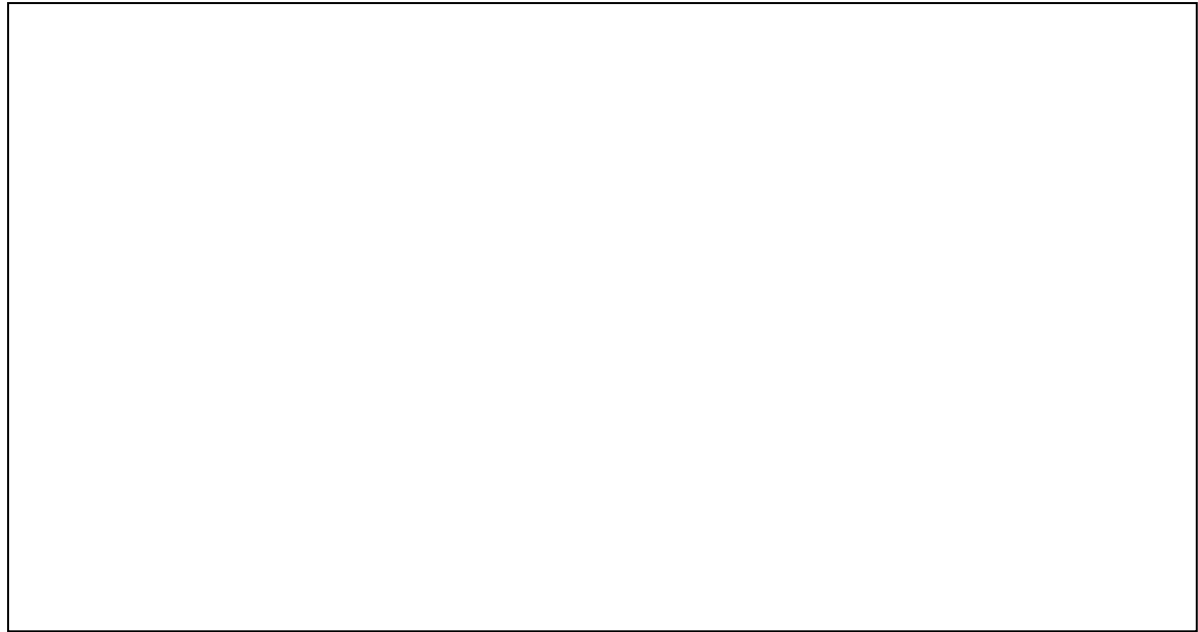
Para detectar las ondas gravitacionales, los científicos usaron el ahora famoso **LIGO**, un aparato que está fundamentalmente constituido por **dos brazos** que miden exactamente **4 kilómetros de longitud cada uno.** Muy, muy, muy exactamente 4 kilómetros. Los 4 kilómetros más 4 kilómetros que viste en tu vida. **Cuando llega una onda gravitacional, el espacio se deforma de manera que un brazo se hace más largo y otro brazo se hace más corto, y esto no es metafórico, es literal.** La onda gravitacional modifica el espacio tiempo, lo que hace que los brazos sean de distinto tamaño mientras la onda los atraviesa, pero esta diferencia es extremadamente pequeña. Dentro de cada uno de estos brazos hay unos instrumentos llamados **interferómetros**, que **hacen rebotar un láser entre espejos situados en los extremos de estos gigantes tubos.** Como la luz **rebota** y vuelve sobre sí misma, **genera una interferencia sobre sí misma.** La forma en la que interfiere **depende directamente del largo del tubo.** Entonces, si por un instante el tubo fuese de distinta longitud, la interferencia sería diferente y podríamos verla, confirmando así que el tubo cambió su longitud. De esta forma,

cuando una onda gravitacional pasa por estos instrumentos, extiende y comprime la longitud de los brazos junto con el resto del espacio. **La luz de uno de los haces recorre una distancia un poquitito más larga que la del otro en una pequeñísima fracción del ancho del núcleo de un átomo.** Y esto, increíblemente, lo podemos medir –bueno, no tan increíblemente sino con un aparato que tardó 25 años en desarrollarse. No fue magia–. Los dos brazos funcionan entonces como ‘reglas de luz’ dispuestas en ángulo recto.



Llegamos entonces a lo que se anunció hace unos días: la detección de ondas gravitacionales producidas por el choque y fusión de dos agujeros negros ocurrido hace 1.300 millones de años y el ruido gravitacional que llegó hasta acá recién el septiembre pasado. Un evento estelar que requirió más paciencia que pedir empanadas en un día de lluvia.

Esta detección es importantísima porque nos da **un sentido nuevo para observar el Universo.** Hasta este momento sólo lo veíamos a través de la ‘vista’, o sea, de las ondas de radiación electromagnética. Ahora es como si además nos hubiesen dado un oído. Ahora podemos observar el Universo a través de unas ondas distintas: las gravitacionales.



Desarrollamos un nuevo sentido que **nos permite detectar, ubicar y estudiar sistemas y eventos que aparecen en nuestro Universo**. Estamos cambiándole los pañales a la era de la Astronomía Gravitacional, y esto implica para todos los que disfrutamos obsesivamente de tratar de descubrir un poquito más cómo funciona el Universo muchas ganas de salir a la calle a gritar ¡EUREKA! O, más probablemente, ¡AGUANTE TODO!

**Hagamos un Anuario,**  
Completá la trilogía.

**EL ÚLTIMO**

**otra vez, de nuevo.**  
Armá la caja.

Prelanzamiento hasta el 16/10

[elgatoylacaja.com/me-arruga-el-espacio](http://elgatoylacaja.com/me-arruga-el-espacio)

Sumate en   
[eglc.ar/bancar](http://eglc.ar/bancar)