

Sismógrafos de lo invisible Ondas gravitacionales

José Gordon

“Seguramente encontraremos cosas que no nos imaginamos. Este es el descubrimiento del siglo”, afirma de manera enfática Miguel Alcubierre, director del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, respecto de la noticia científica que ha provocado la mayor conmoción de los últimos tiempos: la confirmación de la existencia de las ondas gravitacionales predichas por Einstein hace un siglo.

El 11 de febrero de 2016, David Reitze, director del Observatorio de Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales (conocido con las siglas LIGO), anunció en Washington: “¡Damas y caballeros. Detectamos ondas gravitacionales. Lo hemos conseguido!”. Se había logrado la hazaña de registrar un leve temblor, tan fino, que pasa prácticamente desapercibido al igual que un sutil movimiento de la percepción que sólo registra el sismógrafo de la buena literatura. En ambos casos las consecuencias, sin embargo, son enormes. En una novela, cambia el rumbo de la vida de un personaje; en la ciencia, se abre una nueva ventana para asomarnos al universo.

Miguel Alcubierre, director del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, sabía que ese era un momento clave en la crónica de una noticia largamente anunciada. Hacía cien años, cuando Albert Einstein formula la Teoría General de la Relatividad, había propuesto que deberían existir ondas gravitacionales. Sin embargo, también era consciente de que tal vez jamás las veríamos, debido a que son extremadamente débiles.

Alcubierre explica el marco que nos permite entender este fenómeno: “Para Einstein lo que nosotros

percibimos como la fuerza de gravedad, que nos atrae al piso y que hace que los planetas le den vuelta al Sol, es una manifestación de la curvatura del espacio-tiempo. No vemos esas curvaturas pero las sentimos cada vez que nos caemos. Lo que ocurre es que para tener una manifestación que se note necesitas objetos muy masivos, del tamaño de la Tierra o el Sol. Incluso para el Sol la curvatura es muy pequeña. Sólo se puede medir si pasan rayos de luz muy cerca del Sol. Se ve que se desvían pero por una cosita de nada. Este efecto se midió por primera vez en 1921: aparecía una ligera desviación de la luz de las estrellas cuando pasaba muy cerca del Sol”.

Desde esta perspectiva, el espacio que nos rodea es dinámico, es un actor en la física, no es nada más un escenario. El problema es que se nos dificulta imaginar que tiene hendiduras invisibles, curvaturas que lo distorsionan. Si nosotros colocamos nuestro codo en un colchón, los objetos pequeños que están alrededor giran en torno a esa hendidura. Lo mismo sucede con las estrellas: modifican la geometría del espacio circundante. Einstein plantea —nos dice Alcubierre—

que estas distorsiones se propagan por el espacio en forma de ondas que se mueven a la velocidad de la luz, pero “lo que está oscilando no es el mar, no es agua, sino el espacio-tiempo”. La ondulación de estas palabras se queda resonando en mi mente: “Lo que está oscilando no es el mar, no es agua, sino el espacio-tiempo”. La poesía de la ciencia se mueve en un registro extremadamente sutil.

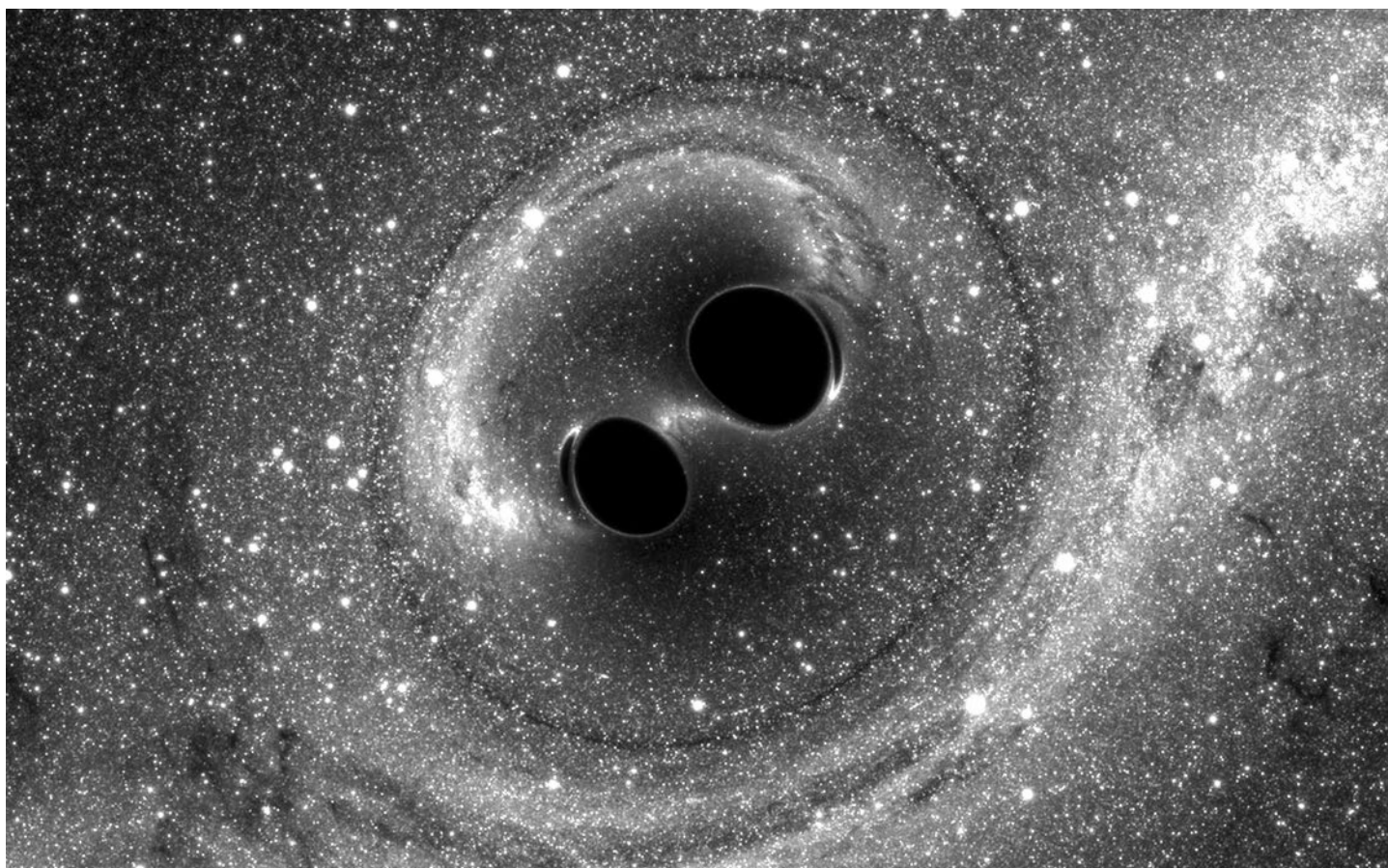
LA “MÚSICA” DE LAS CURVATURAS DEL ESPACIO-TIEMPO

Para apreciar por qué estas ondas son tan difíciles de medir, basta señalar que, comparadas con la extensión de la Vía Láctea, su tamaño es menor al de un balón de fútbol. Por eso se han buscado en fuentes que distorsionan violentamente la geometría del espacio-tiempo, como sería el caso del choque de dos agujeros negros que tienen 300 veces la masa del Sol. Lo asombroso es que a 1.3 miles de millones de años luz de una tormenta cósmica de ese nivel, se pudo detectar directamente, por primera vez, una pequeña ondulación —muy diluida— de ese tipo de fenómenos. Eso fue justamente lo que encontraron los sofisticados instrumentos del LIGO, en Estados Unidos. Estos aparatos se volvieron sismógrafos de lo invisible. En esta marco, vale la pena destacar que el trabajo de Alcubierre sobre ondas gravitacionales es valorado como una de las piezas que contribuyó en el trabajo del equipo responsable de este hallazgo.

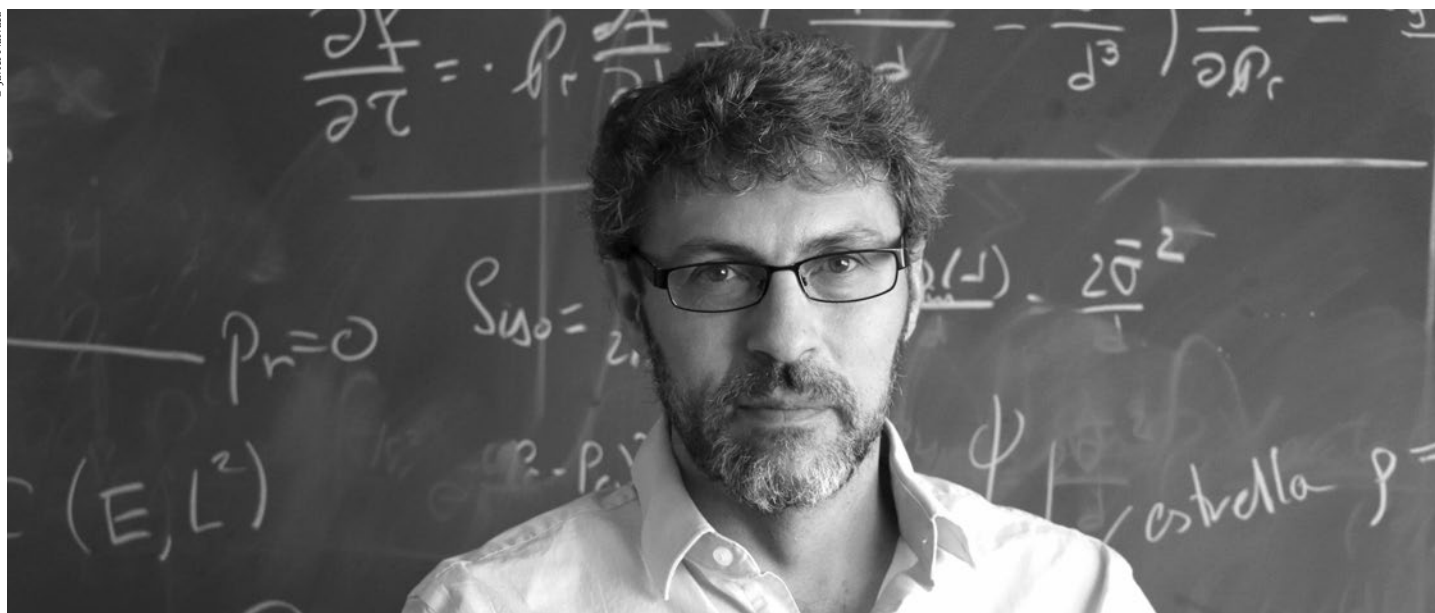
Alcubierre desarrolló métodos de simulación en computadoras del fenómeno que querían identificar. Esta comparación era fundamental ya que las tenues ondas gravitacionales nos enfrentaban a lo que nunca habíamos podido ver. De ahí que los modelos matemáticos eran clave para orientar el esfuerzo de detección.

Lo interesante de las ondas gravitacionales es que pueden ofrecer una ventana del universo muy diferente a la que brinda la luz. Estas ondas —destaca Alcubierre— tienen una característica peculiar: se pueden escuchar, pero se trata de otro tipo de sonidos. Me quedo pensando que estas ondas permiten oír una suerte de “música de las esferas” o “música de las curvaturas del espacio-tiempo”. Dice Alcubierre:

“Por pura casualidad, las frecuencias de oscilación de las ondas gravitacionales de los sistemas como los agujeros negros que chocan, están justamente en el rango de frecuencias que podemos oír con sonido. Entonces si uno toma la señal del detector de ondas gravitacionales y la conecta a una bocina, de hecho se pueden oír. Estamos escuchando el universo. Con estas señales de alguna manera podemos hacernos una imagen de dónde está un sistema como el de los hoyos negros y cuáles son sus propiedades. Esto es análogo a lo que hace un murciélago que ve con sonido, no con luz. Aquí la diferencia es que el murciélago manda su propio sonido que rebota y lo vuelve a oír. Nosotros no estamos mandando nada, solamente estamos escuchando lo que proviene del universo”.



Colisión de dos hoyos negros detectada por LIGO



Miguel Alcubierre

MÁS ALLÁ DE UN MURO DE LUZ

¿Cuáles son los territorios del universo que se abren? Alcubierre plantea que se están explorando regiones del espacio muy cercanas a la frontera de los agujeros negros, zonas donde la gravedad es muy intensa y dinámica. Hace una estimación de los alcances de este rastreo: “Con luz a lo mejor podemos ver lo que pasa a millones y millones de kilómetros del agujero negro, pero con ondas gravitacionales podemos ver lo que pasa a 50 kilómetros o menos del agujero negro”.

Alcubierre plantea que esto sólo es el comienzo de una gran revolución en la astronomía. ¿Podríamos conocer detalles del universo temprano en las cercanías del Big Bang? Este es uno de los límites que tenemos en los mapas de los inicios del universo que no se han podido explorar con luz. Debido a que los electrones están libres y no se han formado todavía los átomos, no hay radiación de luz hasta 300 mil años después del Big Bang (tiempo muy breve en el contexto de un universo que tiene 13 mil 800 millones de años). Es entonces que el universo se vuelve transparente en lo que se conoce como radiación cósmica de fondo. Si usamos términos de Dante Alighieri, ésta sería como una especie de “esfera de fuego” más allá de la cual no podemos ver con la luz cotidiana. Esta “muralla”, cartografiada por el Premio Nobel de Física George Smoot, parece infranqueable. Sin embargo, las ondas gravitacionales podrían crear nuevos tipos de mapas. Me explica Alcubierre:

“La gravedad atraviesa la materia como si no estuviera ahí. Esto quiere decir que si pudiéramos detectar ondas gravitacionales primordiales, las que provienen del origen del universo, podríamos ver fracciones de segundo después del Big Bang. En el origen del universo, cuando se formó el universo, la materia oscura dominaba y fue la que creó la estructura que luego dio lugar

a las galaxias. Durante esta formación se produjeron ondas gravitacionales llamadas primordiales. En principio podríamos detectarlas. Tal vez no con los instrumentos que tenemos ahora, no con LIGO, que no es suficientemente sensible, pero con generaciones futuras de detectores que probablemente se lanzarían al espacio. Ya existe un proyecto para hacerlo dentro de unos quince o veinte años”.

Alcubierre se trata de asomar al futuro. Lo quiere ver ya: “Seguramente encontraremos cosas que no nos imaginamos. Aparecerán. Siempre que hemos aprendido a ver el universo de una forma nueva hemos encontrado resultados inesperados. Aquí seguramente ocurrirá. También hay ideas mucho más esotéricas por explorar. Hay científicos que dicen que a lo mejor vamos a detectar cosas que se llaman cuerdas cósmicas que tienen que ver con extrañas hipótesis de gravedad cuántica o cosas similares. Entonces no sabemos bien qué vamos a detectar”.

Estamos en el umbral de una nueva forma de exploración del universo que revelará paisajes inéditos. Alcubierre asiente: “Exactamente. Si podemos detectar ondas gravitacionales primordiales, aprenderíamos del origen del universo, de la inflación cósmica y el Big Bang, de lo que sucede en el universo temprano antes de que se formen los átomos. Esto abre una ventana totalmente nueva, como si hubiéramos sido sordos hasta ayer. Podíamos ver pero no podíamos oír. Ahora podemos oír. Yo creo que este es el descubrimiento del siglo. Esta es una predicción de Einstein que tenía cien años y no se había encontrado. Pienso que es equivalente a haber descubierto las ondas electromagnéticas en el siglo XIX, con toda la revolución tecnológica que nos ha traído”.

Nuestros sismógrafos están captando lo que está más allá de un leve temblor, una música casi invisible pero profundamente conmovedora y transformadora de nuestros mapas del universo. **U**