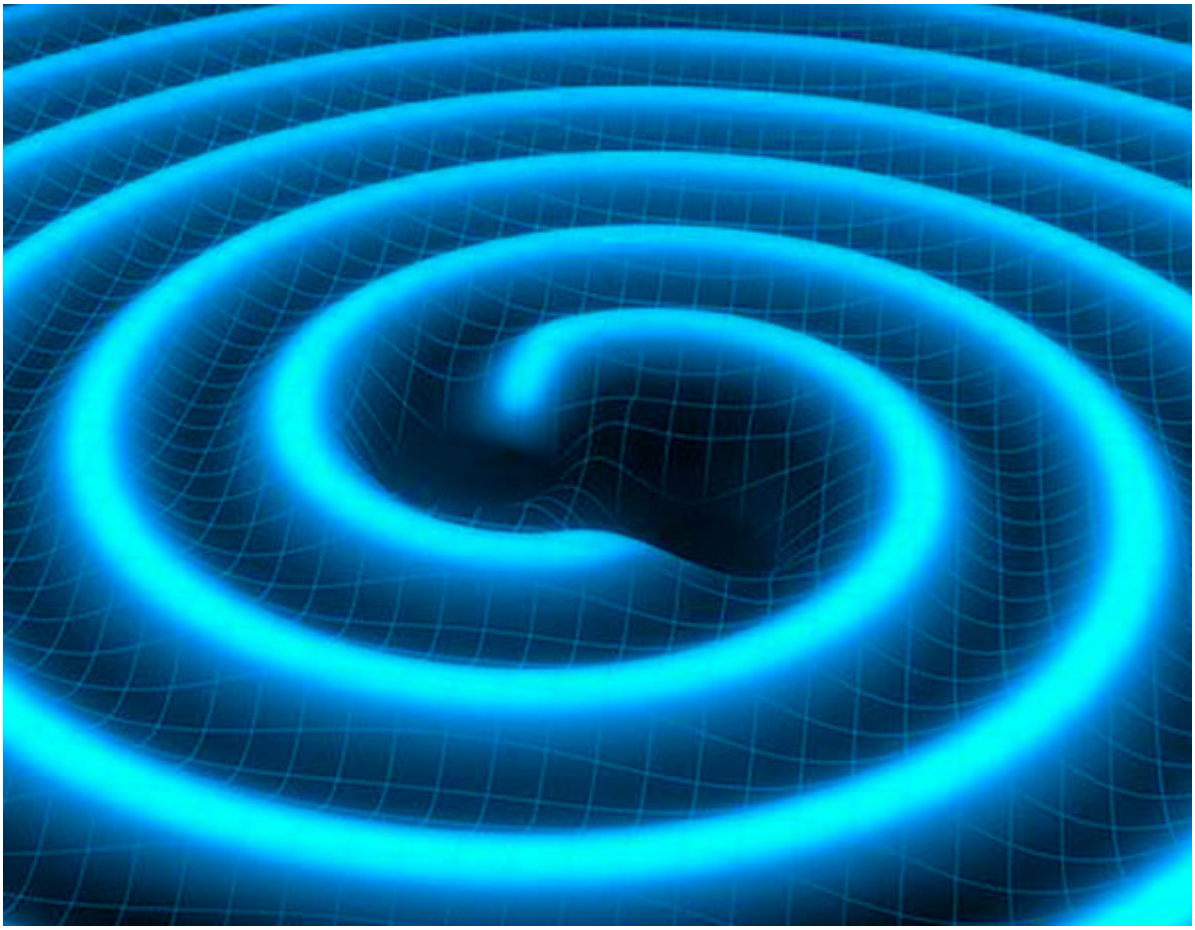
¿Por qué tan de moda las ondas gravitacionales?



IMÁGENES: Internet.

Científicamente divertido

Por Miguel Ángel Norzagaray Cosío

La Paz, Baja California Sur (BCS). Casi todo lo que tenemos ha sido desarrollado haciendo uso de las mismas fórmulas que dedujera un destacado científico hace ya cientos de años. Desde lo más cotidiano a lo más sofisticado, todo se ha hecho todo con las famosas **leyes de Newton**; hasta los aviones son diseñados pensando así, incluyendo los **avanzados aviones de**

guerra. Agregando el **electromagnetismo** a la **mecánica de Newton,** tenemos todo lo necesario para cada artículo y tecnología que usamos. ¡Ha sido así toda la vida!

Sin embargo, desde hace mucho se sabía que algunas cosas no encajaban bien. Por ejemplo la órbita de **Mercurio** adelantaba vuelta tras vuelta su acercamiento máximo al Sol, llamado **perihelio**, contra lo que era de esperarse. No había explicación con las **teorías de Newton.** Hasta se pensó en algún otro planeta que fuera el que perturbara la órbita, pero tras años de búsquedas se rechazó la idea.

> ***También te podría interesar Exploración espacial: ficción y realidad.***

Cuando hace un siglo **Einstein** da a conocer sus teorías –en 1905 la de la **Relatividad Especial** y diez años después la de la **Relatividad General–,** explicó a la perfección el desajuste de **Mercurio,** lo que significaba un buen soporte de la teoría. De repente, **el universo** podía verse desde una perspectiva distinta, haciendo del espacio y el tiempo una sola cosa, un enmarañado de cuatro dimensiones. Esta fibra de la que se compone el universo, el **espacio-tiempo**, que a bajas velocidades y masas se comporta como el de **Newton**, a altas velocidades y enormes masas se comporta como el de **Einstein,** dejando la teoría newtoniana como caso particular.

> *Estas nuevas teorías son un modelo para explicar fenómenos que tienen que ver con la **fuerza de gravedad,** la más débil del universo. Las otras tres fuerzas, en orden de menor a mayor magnitud son la electromagnética, la nuclear débil y la nuclear fuerte.*

Comprueban teoría de Einstein

Pero **Einstein** predijo además varios fenómenos que debían ocurrir en caso de ser cierta su teoría. Así, durante un

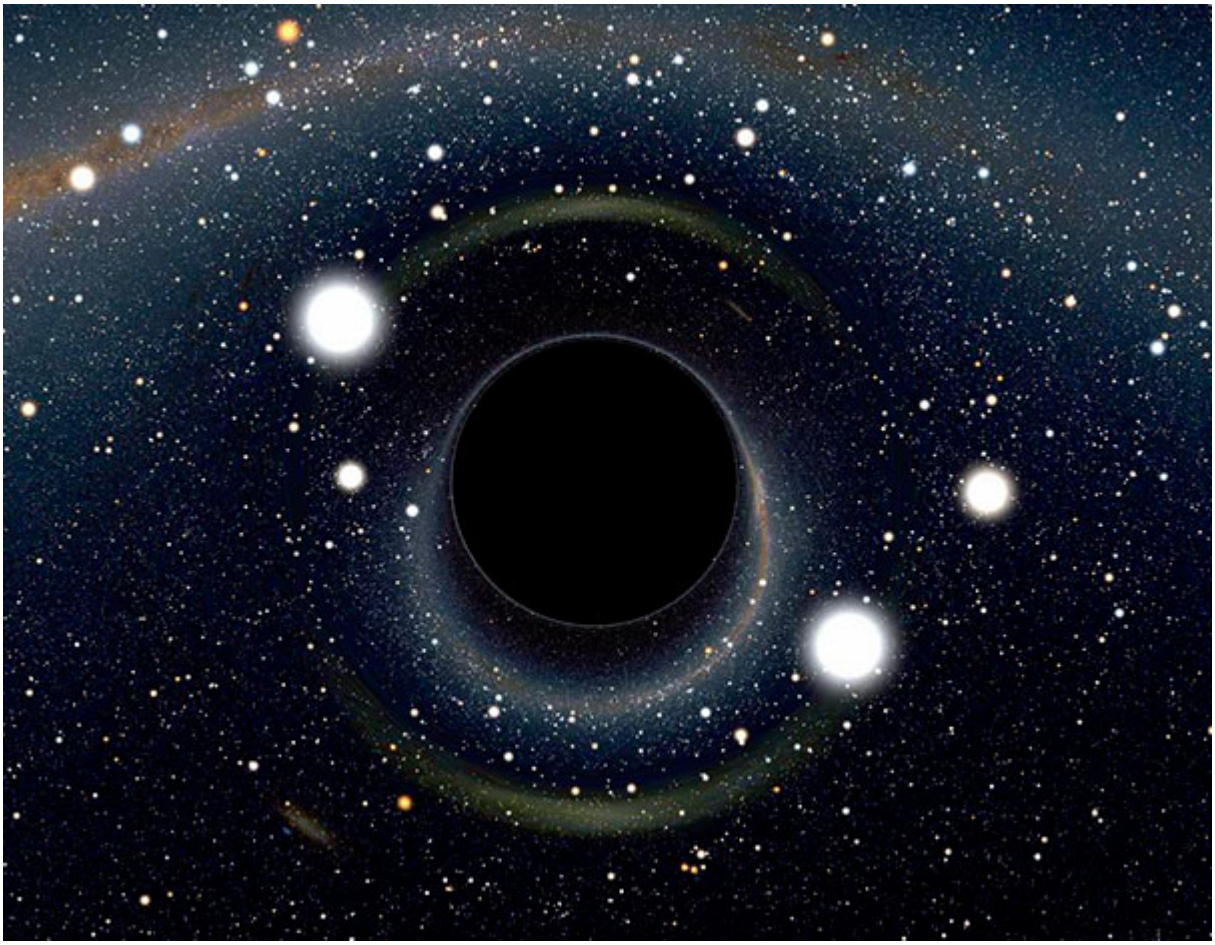
eclipse de Sol en mayo de 1919, la posición de estrellas cercanas al Sol tendría un cambio pues su luz viajaría haciendo curva en las proximidades de la masa solar. Una vez observado el eclipse, esta fue la segunda prueba de que el modelo de **Einstein** estaba en lo correcto. La predicción del cambio de coordenadas de las estrellas fue perfecta. Tal curvatura del espacio-tiempo en las cercanías de objetos masivos fue corroborada una y otra vez por observaciones astronómicas que cada vez han sido más precisas. De ahí ha surgido el concepto de **lentes gravitacionales**, que dejamos al lector diligente. Cada solución ofrece una manera de medir el universo.

La teoría presentada por **Einstein** está en forma de un conjunto muy complicado de ecuaciones, que una vez establecidas ciertas condiciones pueden resolverse, no con poco esfuerzo. Uno de los primeros en dar solución a una de las ecuaciones fue **Karl Schwarzschild** y resultó en el descubrimiento teórico de los **hoyos negros**, lugares en el espacio donde hay tanta masa que ni la luz puede salir de ellos. Estos ya habían sido postulados desde 1783 a partir de la **teoría de Newton**, pero la idea era tan descabellada que en ese momento nadie hizo caso de la idea pues se creía que la luz era una onda sin masa y no habría interacción posible.

Fue con la puesta en órbita de las primeras sondas que observaron el universo en rayos X lo que permitió descubrir el **primer hoyo negro**, llamado ***Cygnus X-1***. Esa gran fuente de rayos X fue intensamente estudiada y reconocida como un sistema binario, compuesto por una estrella y otro objeto invisible de cuyo entorno se emana la intensa radiación. Para 1973 ya era aceptado por la comunidad científica que la compañera invisible del sistema era el primer hoyo negro detectado. Un punto más para **la teoría de Einstein.**

De ahí a la fecha se han encontrado una gran cantidad de **hoyos negros** y han sido clasificados por la cantidad de masa que poseen, los hay de **masa estelar**, producidos por el colapso

gravitatorio de una estrella de masas superior a la del Sol y también los llamados **supermasivos**, con millones de masas solares, ubicados en el centro de muchas galaxias.



Todo iba bien con la teoría, la respuesta a la órbita de Mercurio, la curvatura del espacio cerca de objetos masivos y la existencia de hoyos negros. Podemos agregar esta lista de éxitos la de la dilatación del tiempo, predicción que dice que entre más rápido viaja un reloj más se atrasa con respecto a otro reloj que no se mueve. Esto pudo ser comprobado con la puesta en órbita de relojes atómicos, comparando con otros relojes atómicos en Tierra. El atraso del reloj en órbita estaba bien calculado por la teoría. Otro punto para **Einstein** y su teoría.

Este retraso de los relojes en órbita es algo que sí comienza a tener impacto en nuestra vida cotidiana. Cada vez que usamos el GPS de nuestro celular, la información coordinada de los distintos satélites GPS requiere de correcciones relativistas

pues viajan a alta velocidad. Baja en comparación con la de la luz, pero suficientemente rápido como para requerir de tal corrección.

Las ondas gravitacionales

Faltaba un punto más para **Einstein**, pues su teoría predice la existencia de **ondas gravitacionales.** De manera rápida, las podemos pensar como vibraciones que ocurren y viajan por el espacio-tiempo, de la misma manera como lo hacen las olas en el agua al aventar una piedra. El detalle aquí es lo débil que es **la fuerza de gravedad**. Basta levantar un pedazo de fierro con un pequeño imán para darse cuenta de que la masa de la Tierra no es suficiente para hacer que caiga al suelo.

Por ello, la amplitud de las **ondas gravitacionales** o fluctuaciones de esta fuerza debían ser muy débiles para poder ser detectadas, a menos de que sean producidas por cataclismos astronómicos enormes, como el choque de estrellas masivas o **agujeros negros.** Con este panorama, se comenzaron a hacer esfuerzos por detectarlas desde la década de 1960.

Ya para la década de 1980, los detectores desarrollados eran tan sensibles que buena parte del esfuerzo era para aislar el ruido producido por el ambiente alrededor del detector. El más exitoso de estos fue el **proyecto *LIGO*** (observatorio de **ondas gravitatorias** por interferometría láser), que consiste en dos largos tubos al vacío de 4 kilómetros, colocados perpendicularmente. Un rayo laser se produce en el vértice, se divide en dos partes, cada una va por un tubo y regresa, midiéndose la velocidad precisa del retorno. Si existen las **ondas gravitacionales**, en algún momento los rayos comenzarán a llegar en momentos distintos.

> *Esto fue precisamente lo que pasó el 14 de septiembre de 2015, al detectarse **la primera onda gravitacional.** Con los datos recabados por **LIGO** se pudo saber que correspondía a **una colisión entre hoyos negros**, incluso se dedujo la masa*

> *aproximada de cada uno de ellos. Por desgracia, en esa ocasión no se pudo determinar en dónde ocurrió tal colisión. Hubiera sido perfecto que al detectarse la onda gravitatoria hubiera habido observatorios en el mundo que obtuvieran imágenes en diversas longitudes de onda de la galaxia donde ocurrió para análisis adicional, pero el área de búsqueda fue tan grande que no se encontró la fuente. Aún así, este resultado se publicó en 2016 y corroboró la* ***teoría de Einstein.***

Para la alegría de todos los **astrónomos,** las detecciones de **ondas gravitacionales** continuaron y la tercera de 2017, con fecha del 14 de agosto, se detectó una cuya radiación fue también percibida por observatorios de rayos gama en órbita, lo que permitió localizar la fuente. La onda detectada recibió la denominación GW170817, también registrada por ***Virgo***, otro observatorio de **ondas gravitacionales** en Europa.

En esta ocasión la fuente de la onda fue detectada en la una galaxia de la constelación de la Hidra, menos de medio día después de la llegada de la onda gravitatoria. El análisis en conjunto reveló que se trató de la colisión de dos estrellas de neutrones, que giraban una en torno a la otra reduciendo poco a poco su distancia.

> *Las* ***ondas gravitacionales*** *son una nueva forma de ver el universo y abren posibilidades que ni sospechamos a la* ***astronomía.*** *Lo mejor es que además de apuntalar teorías científicas, estos proyectos dejan a su paso desarrollos tecnológicos que en algunos casos se incorporan a nuestra vida cotidiana en formas diversas. Algunos en la cocina, otros en nuestro carro, nuestras telecomunicaciones o alimentos.*

Hay seguramente mucho más por venir en este nuevo frente científico de las ondas gravitacionales. Comenzando con mejores detectores y tecnología.