

Viajes interestelares

La increíble naturaleza de los agujeros negros

Por: Joaquín Posada / Físico

Cuando en 1905, Albert Einstein publicó la teoría de la relatividad, muy pocos pudieron visualizar el gran impacto que esta teoría podría tener en la física y en el entendimiento de los fenómenos estelares. Con la observación de un eclipse solar en 1919 se corroboró que su teoría tenía grandes bases para poder entender mejor al universo. Si bien Einstein no recibió por este trabajo el premio Nobel de física al menos brindó a los astrónomos la posibilidad de poder entender los descubrimientos que se realizarían en las décadas posteriores. Uno de ellos fue la existencia de los agujeros negros.

Los agujeros negros, vistos desde la perspectiva que nos brinda la teoría de la relatividad y de las teorías que de ella se derivaron nos muestran una inquietante visión de un universo que día a día nos sorprende más, con estrellas evolucionando, planetas que podrían albergar vida y un misterioso comportamiento su interior, donde las cosas no pueden ser explicadas con los conocimientos que poseemos, pues allí dentro, ni las leyes de la física o las matemáticas que conocemos (o estamos conociendo) se cumplen.

El sólo hecho de saber que las cosas tal como las conocemos no funcionan siguiendo nuestra lógica convierte de por sí a los agujeros negros en un fenómeno muy interesante. ¿Es posible imaginar un movimiento cuya distancia no puede ser medida? ¿O tal vez imaginar un disco compacto con cinco caras y que pueda ser a la vez bidimensional? Cosas tan extrañas como las que han sido mencionadas son las que provocan el interés en este misterioso fenómeno.

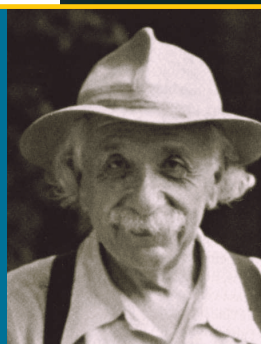
Cómo se formaron

Los agujeros negros, desde que John Wheeler en 1969 le diese ese nombre, ha fascinado a los espíritus

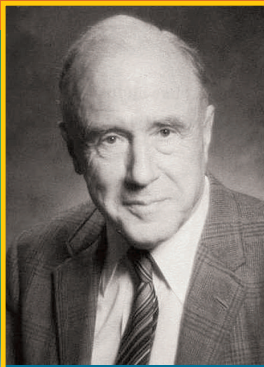
científicos y a los escritores de ciencia ficción. Los últimos convirtieron al fenómeno en puertas del tiempo, mediante las que se podría viajar al pasado y al futuro o en accesos para acortar distancias a lo largo y ancho del universo. Aunque la comunidad científica rechaza estas exageraciones, algunos hombres de ciencia han logrado demostrar con sólidas pruebas que las bases del rechazo pueden despedazarse si se comprende que a partir de cierto punto de concentración de la materia, nuestras nociones respecto al tiempo y la distancia pueden cambiar. Pero antes de entrar a este punto es aconsejable indagar acerca de la naturaleza del prodigio.

Las ciencias que no son fácilmente comprobables mediante la evidencia empírica, acuden a métodos de carácter deductivo para evaluar las hipótesis construidas. Dentro de ellas una poderosa herramienta es la abstracción. Mediante ella se pueden encontrar relaciones entre fenómenos, aparentemente inconexos. Un ejemplo de cómo se utiliza ésta técnica se empleará para ilustrar la relación existente entre el insignificante vuelo de una tiza lanzada al aire y la complicada teoría que atañe a los agujeros negros.

Cuando en 1905, Albert Einstein publicó la teoría de la relatividad, muy pocos pudieron visualizar el gran impacto que esta teoría podría tener en la física y en el entendimiento de los fenómenos estelares.



Desde su descubrimiento los agujeros negros han fascinado a los astrónomos y físicos. La no aplicabilidad de nuestros conocimientos sobre física para su análisis, ha permitido que escritores de ciencia ficción especulen sobre fantásticos viajes a través del tiempo y el espacio que se pueden realizar al atravesarlos. Así como Julio Verne, quien escribió "Veinte mil leguas de viaje submarino", adelantándose a su época, tal vez no estén tan equivocados.



Los agujeros negros, desde que John Wheeler en 1969 le diese ese nombre, ha fascinado a los espíritus científicos y a los escritores de ciencia ficción.

Más de uno, en alguna clase aburrida, no encontró mejor cosa que entretenerse lanzando trozos de tiza a sus compañeros o si era demasiado intrépido lo dirigía hacia adelante. Con frecuencia habrá observado que llegaba a su destino alcanzando en ocasiones mayor o menor altura. Ahora bien, asumamos que la gracia hubiese consistido en ver quien lanzaba la tiza más alto, lo que esperaríamos es que quien la lance con menor fuerza no sólo perdería, sino que en su intento la tiza sólo se elevaría unos cuantos centímetros y rápidamente perdería velocidad hacia arriba y empezaría a caer. Lo primero que se nos vendría a la mente es que caería con una aceleración igual a la de la gravedad (que en nuestro planeta es de $9,81 \text{ m/s}^2$). Hasta aquí no hay nada del otro mundo, todo sigue las reglas físicas que nos han enseñado. Sin embargo, existe la posibilidad (al menos en teoría) que alguien pueda lanzarla muy fuerte,

tan fuerte que no llegaría a caer. Si esto ocurriese el diminuto objeto lograría escapar al campo de acción de la fuerza gravitatoria terrestre, entonces la tiza nunca caería hacia la tierra, este es el principio de los lanzamientos de transbordadores espaciales, la velocidad que se requiere para lograr esto se denomina "velocidad de escape" y lógicamente se necesitaría mucha ayuda para alcanzarla con un sencillo brazo humano.

Esta velocidad de escape depende fuertemente de la masa del planeta y de su densidad, de manera que, si la masa posee una alta densidad (es decir posee mayor cantidad de kilogramos por centímetro cúbico) entonces la gravedad será mayor; un planeta con menor densidad tendrá entonces una menor fuerza gravitatoria. La velocidad de escape variará dependiendo de cuan lejos se encuentre el objeto del centro del cuerpo o planeta (por ejemplo no es lo mismo lanzar la tiza en Viña del Mar, Chile al nivel del mar que hacerlo en Potosí, Bolivia a 4200 metros sobre el nivel del mar).

las diferencias entre las velocidades de escape de los planetas. En la tierra es de $11,2 \text{ Km/s}$ mientras que en la luna (menos densa) es de $2,4 \text{ Km/s}$ ¡Una relación de casi 5 a 1! De ahí se comprende la razón por la que los astronautas llevan pesadísimo uniformes que compensan esta baja velocidad, de lo contrario con un salto fuerte hubieran salido despedidos de la luna rumbo

al infinito.

Imagínes que existe un cuerpo (y de hecho existe), que posee un radio diminuto pero con una gran concentración de masa (por ejemplo, el botón de una camisa que pese tanto como un camión de carga). Sitúese dicho cuerpo en el espacio con una concentración de masa tan grande que la velocidad de escape que de ella se origine sea igual o mayor a la velocidad de la luz. ¿Podrá algún rayo de luz escapar a esta velocidad de escape, o algún objeto romper la gravedad de este cuerpo?... IMPOSIBLE. Porque la velocidad de escape necesaria es la mayor conocida hasta la actualidad: la de la luz, nada puede viajar más rápido, entonces, este cuerpo imaginario pasa a no poder emitir ni reflejar luz, ¿Qué ocurre entonces? Desaparece de la vista humana, pero al poseer una enorme gravedad empieza a atraer hacia sí a los cuerpos que estén en sus proximidades. Este cuerpo se ha convertido en un AGUJERO NEGRO.

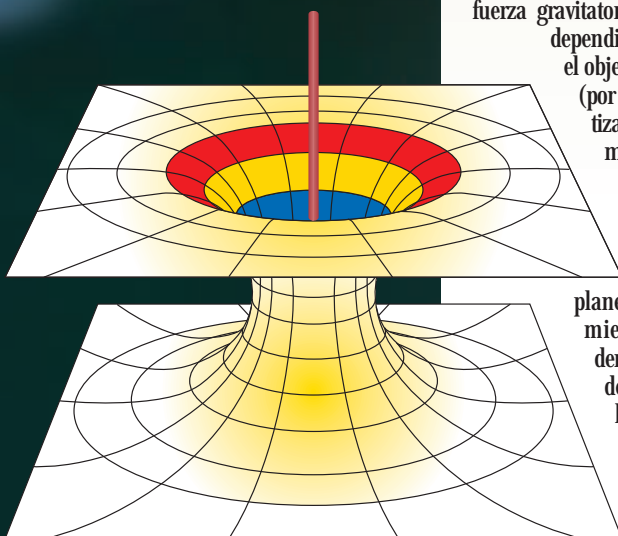
Los viajes en el tiempo

Si se analizan en detalle las ecuaciones de las que se derivan las propiedades relativistas (sobre las que se construyen las teorías que explican los agujeros negros) se encuentra, siempre, que teóricamente existe una solución simétrica para cada una de ellas (Ver gráfico 1), es decir, así como tenemos la idea de que para la materia existe la antimateria, o a lo negro se opone lo blanco, de igual manera podemos deducir teóricamente que debe de existir algo que posea características completamente opuestas a la de los agujeros negros.

Para este caso, se sabe que los agujeros negros son definidos como un horizonte de sucesos dentro del cual todo objeto no importando su estado es atrapado indefectiblemente por una fuerza gravitatoria inmensa (casi infinita), por oposición podemos entender que debe de existir (al menos teóricamente) un "agujero blanco" con un horizonte de sucesos en donde todo lo que esté dentro de él será violentamente repelido, tal vez con una fuerza inmensa (casi infinita) esto nos lleva a pensar en las ideas de la materia y la antimateria.

Según los físicos es improbable que ambos tipos de agujeros coexistan en un mismo espacio y tiempo, por lo que es posible que uno de ellos se encuentre en el pasado (o el futuro) o a millones de años luz de distancia entre sí. Lo dicho ha llevado a conjeturar que al atravesar el centro de un agujero negro se pueden realizar viajes a través del tiempo o el espacio.

Si bien las matemáticas efectivamente pueden darnos una respuesta simétrica tan controversial, también es cierto que un horizonte de sucesos con esas características es improbable y hasta el momento no ha habido descubrimiento que contradiga su no existencia real ■



Esquema gráfico de un agujero negro tomado de <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/8084>