

AGUJEROS ASTRONÓMICOS.

Ni siquiera el más fantasioso sueño, se compara, con la real magnitud de algunos fenómenos físicos, que sin lugar a dudas, nos llevan más allá de toda ficción escrita. Los agujeros negros, que empezaron como una conjetura matemática, aunque en la actualidad han sido detectados, y que todavía siguen estando envueltos por un velo de conjeturas y tecnicismo. Un agujero negro por definición, es una o varias estrellas en colapso gravitatorio...¿Qué quiere decir todo esto? Bueno, a nivel del cosmos, el entretejido del universo, ya sea cúmulos, galaxias, estrellas, planetas, sus movimientos están gobernadas por la fuerza de gravedad; aparentemente la más inocua de las fuerzas. Fue esta misma fuerza, la que supuestamente con la caída de una manzana, abrió el camino para que el inglés Isaac Newton, en el siglo XV construyese su teoría de la Gravitación Universal. Pues bien, el fundamento de esa teoría, radica en su contenido matemático, y específicamente en la ley del inverso del cuadrado, “Dados dos cuerpos con masas M_1 y M_2 , estas masas se atraen con una fuerza que es proporcional a sus masas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de separación (d)”, matemáticamente se escribe: $F_G = G \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2}$, donde G: es una

constante de proporcionalidad que va de acuerdo a las unidades elegidas de masa y distancia; esta es la famosa ley del inverso del cuadrado, la ley de la gravitación universal, la cual se adecua a la naturaleza. De la formula anterior podemos observar, que si variamos la distancia de una manera descendente, la fuerza aumenta en valor, y si aumentamos la distancia, la fuerza decrece; por ejemplo, dado una cierta distancia “d” se obtiene un fuerza “F” , si aumentamos la distancia por ejemplo el doble “2d” la fuerza disminuye en un cuarto “F/4”, y si triplicamos la distancia “3d”, la fuerza disminuye un noveno “F/9”, y así podemos aumentar la distancia y la fuerza disminuye a un ritmo rápido, análogamente, si disminuimos la distancia por ejemplo la mitad “d/2”, la fuerza aumenta cuatro veces

“4F”, y si disminuimos la distancia a un cuarto “d/4”, la fuerza aumenta dieciséis veces “16F”, ¿Qué pasaría si la distancia comenzase a hacerse muy pequeña?, es de esperarse que la fuerza crezca rápidamente o casi sin límites; y si la distancia tiende a hacerse cero, entonces por el análisis matemático, nos daría que la fuerza gravitatoria tiende a ser infinita. Este es la conclusión que originalmente el inglés John Mitchell en 1783 predijo para una estrella en colapso gravitatorio, pocos años después, en 1796, el francés Pierre de Laplace, llegó a la misma conclusión, es decir si una estrella tuviera una fuerza gravitacional muy grande, nada podía escapar de él, ni siquiera la luz podría escapar de su poder, a eso se le denominó “Colapso Gravitatorio”.

Para que una estrella colapse, es decir se vuelva un posible agujero negro, esta debe cumplir ciertos requisitos, y estos fueron calculados, por el físico alemán Karl Schwarzschild, que en 1916, sobre la base de la teoría de la gravitación de Newton y de la Relatividad de Einstein, dejó clara explicación del mecanismo del colapso gravitatorio para una estrella. Veamos un caso, la energía potencial gravitatoria está dada por la fórmula: $E_G = G \frac{Mm}{d}$, donde “M” es la masa del cuerpo

a colapsarse, y “m” es una masa en su superficie, a una distancia “d”. Para la masa “m” su energía cinética esta dada por: $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, de

aquí se desprende la velocidad de escape para la masa “m”, es decir, la velocidad por la cual dicha masa deja el campo gravitatorio de “M”. Al igualar las ecuaciones se obtiene:

$$\frac{1}{2}mv^2 = G \frac{Mm}{d} \Rightarrow v_{esp} = \sqrt{\frac{2GM}{d}}$$
 como queremos, según la

condición de Mitchell y Laplace, que nada escape, ni la luz, el fenómeno más veloz del universo, entonces reemplazamos “ v_{esp} ” (velocidad de escape) por la velocidad de la luz que se representa por

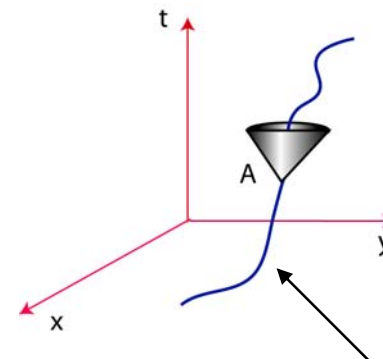
“c” (constante en el universo), tenemos así: $c = \sqrt{\frac{2GM}{d}}$, si ponemos

la distancia “d” como un radio “R” de una estrella, la ecuación se

tornaría de la forma: $R = \frac{2GM}{c^2}$, este es la ecuación para el conocido radio de Schwarzschild. Para que una estrella como nuestro sol colapse gravitatoriamente conservando su masa, esta se debe reducir a una esfera de tan sólo, unos 3 kilómetros de radio. Los astrónomos dicen que, en promedio, las estrellas candidatas a colapsar gravitatoriamente deben de ser muy pesadas, por lo menos 3 veces la masa de nuestro sol. Esto que parece algo complicado está sucediendo en el universo, es decir estrellas que se colapsan y se convierten en agujeros negros, estos antes que terminan devorando todo a su paso, ya sea planetas, estrellas, y hasta galaxias. Los últimos descubrimientos astronómicos hechos en el año 2000 por el grupo Nuker (grupo de astrónomos mundiales especialistas en agujeros negros) sostienen, que existen agujeros negros en el centro de todas las galaxias detectadas, y en el centro de nuestra Vía Láctea también hay un agujero negro devorando todo a su paso. ¿Es decir, podríamos terminar devorados por un agujero negro? Desde luego, ya que la tierra terminará sus días posiblemente al ser engullido por un agujero negro, dentro de miles de años, sino es que antes la tierra termina destruido por una catástrofe, ya sea por la caída de un meteorito, el choque con un cometa, o la explosión (esto último más probable) de nuestro propio sol, fenómeno conocido como supernova.

Bueno, un agujero negro se devora todo a su paso, ahora surgen algunas preguntas, ¿es realmente negro? ¿qué tamaño tiene?, ¿nada puede salir de su interior?, desde luego que esas mismas preguntas se hicieron muchos físicos del siglo pasado (siglo XX), fue justamente en la década de los '60 que el norteamericano John Wheeler, acuñó el término de agujero negro para dichos entes astronómicos; de allí se acuñaron otros términos como el de singularidad y horizonte de sucesos, para ciertos fenómenos dentro del agujero negro, basados en los trabajos de Schwarzschild, Kerr, Oppenheimer y Snyder, todos sobre la base, de las soluciones de las ecuaciones tensoriales de la relatividad general.

Para entender más sobre los agujeros negros, debemos primero entender a la gravedad ya no como una fuerza (sentido clásico), sino bajo la visión de la teoría de la relatividad general, que considera a la gravedad como una deformación del espacio-tiempo. Nuestro universo, según la concepción del siglo XV, basado en las leyes de Newton, estaba dotado del tiempo, que se le consideraba absoluto y tres dimensiones físicas: alto, largo, ancho. Ya para comienzos del siglo XX, Einstein introdujo cuatro dimensiones físicas (según la relatividad general) que son: largo, alto, ancho y el tiempo (que perdió su carácter absoluto), ahora pasemos a explicar unos gráficos, que nos ayudarían a comprender más sobre los agujeros negros.



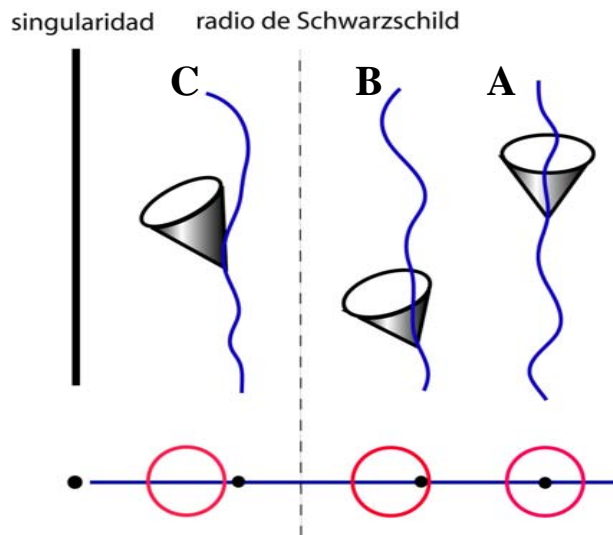
Línea de tiempo

En el gráfico de la izquierda se está representando un diagrama espacio-tiempo, donde "X e Y" son coordenadas espaciales y la recta vertical coordenadas del tiempo. (Un diagrama ajustado a la realidad se tendría que dibujar las tres coordenadas espaciales más el tiempo)

De allí vemos que cualquier suceso en el universo, se podría representar como un punto, o mejor dicho como una curva, llamado línea de tiempo o línea temporal. Si dado un suceso como "A", comenzase a emitir un haz de luz, este iría por todo el espacio, y hacia arriba en el tiempo, formando lo que se conoce como un "cono de luz".

Supongamos que en las periferias del diagrama espacio-tiempo existiese un agujero negro, es de esperarse, que su gravedad deforme el espacio-tiempo, y esto se observa en la figura de abajo, donde se

tienen varios sucesos, sus líneas de tiempo con sus respectivas conos de luz. Aquí se observa que el suceso "A" emite un cono de luz normal, hacia arriba del tiempo, mientras que el suceso "B", que está cerca del radio de Schwarzschild experimenta una desviación hacia el agujero negro (la base del cono todavía no sale de la línea temporal – punto dentro del círculo-), mientras que el suceso "C", que está dentro del radio de Schwarzschild su cono está totalmente volteado hacia el agujero negro, es decir que ni siquiera la luz puede escapar de él, el suceso "C" perdió contacto con los demás sucesos.



Pasando el radio de Schwarzschild se encuentra la masa reducida de la estrella en un punto matemático, conocido como singularidad, donde el espacio tiempo se ha destruido, y la gravedad crece sin límites. Pasando la singularidad y antes del radio de Schwarzschild, la región está vacía, la estrella aparentemente se ha reducido a un punto matemático y a desaparecido para siempre.

El famoso físico inglés Stephen Hawking, lanzó la teoría de que los agujeros negros no eran realmente negros, y esto debido a que se suponía que estos entes al no permitir emisiones de luz (ya que los conos de luz de los sucesos se quedan atrapados en el horizonte de sucesos del agujero), por medio de cálculos en la mecánica cuántica, Hawking demostró que estos agujeros emitían radiación en el margen de las microondas –ondas calóricas-, con un mecanismo algo complicado, pero que en palabras burdas se puede describir como que el agujero creaba un par de partículas al absorber materia, uno de esos pares iba al agujero y el otro se emitía como radiación – La radiación de Hawking- en los últimos años, han sido detectados, muchos chorros de radiación, como el mostrado abajo perteneciente a un agujero negro en el centro de la galaxia masiva M87.



Pero esto genera una duda, ¿acaso no se dijo que nada podía escapar del agujero negro?, teóricamente eso es cierto, pero el mecanismo del chorro de radiación aún se sigue investigando, tanto por matemáticos, astrofísicos, físicos teóricos y cuánticos, que están tratando de entender el dilema, y otras cosas más acerca de los agujeros negros. Otro aspecto importante es que se ha demostrado, que los agujeros negros,

se pueden fusionar, es decir que muchos de los agujeros negros que deambulan por nuestro cosmos, aparte de succionar todo a su paso, estos chocan con otro agujero negro, y no sólo se fusionan los agujeros, sino sus masas y la energía – emitiendo chorros inmensos de radiación-, a estas fusiones se le denominó súper agujeros, desde luego no es una mera hipótesis, ya que en estos momentos se estarían fusionando varios agujeros negros, y claro está, esto tardaría miles o millones de años en suceder para nuestro tiempo.

Bibliografía:

- Historia del Tiempo – Del big bang a los agujeros negros- (Stephen Hawking) –Planeta Agostini- Barcelona 1988
- La frontera del Infinito.(Paul Davies) – Salvat- Barcelona 1986
- El universo desbocado (Paul Davies) – Salvat – Barcelona 1986
- Los agujeros negros (Deborah Dultzin-hacyan y Shahn Hacyan) –Mc Grill - California 2000.
- El universo en una cáscara de nuez (Stephen Hawking) – Crítica Planeta –Barcelona 2003.
- Programa Discovery “El universo expuesto” 2000.

Eduardo G. Villarreyes Peña.