

PF009 - El Pelo de los Agujeros Negros

Bienvenidos a Píldoras de Física, el podcast de física de los que no tenemos tiempo para la física

Soy Max Álvarez, es 29 de Mayo de 2021 y hoy hablaremos de... el pelo de los agujeros negros

...

Un agujero negro es la estación final de la evolución de una estrella, cuando ésta es suficientemente masiva (30 masas solares). Cuando se agota su combustible nuclear al final de su vida, ninguna fuerza se opone a la atracción gravitatoria y la Estrella colapsa hasta un tamaño en que la intensidad del campo gravitatorio es tal que ni siquiera la luz puede escapar.

Desde el punto de vista matemático, el agujero negro es una región del espacio-tiempo extremadamente deformada, delimitada por lo que denomina "horizonte de sucesos", que es la superficie que lo rodea y que del que, una vez cruzado, es imposible volver. El Horizonte de Sucesos encapsula la "singularidad" que es el punto de densidad de masa infinita

Un célebre teorema, llamado "teorema del no pelo" postula que todo agujero negro queda definido por tres parámetros: su masa, su carga y su momento angular. Por tanto todos los agujeros negros con estos tres parámetros iguales son indistinguibles, con independencia de cómo se hayan formado y de la composición de las Estrellas originales.

En 1974 Stephen Hawking combina la física de la relatividad general con la física cuántica y postula que los agujeros negros se evaporan. ¿qué significa esto? Sabemos que el vacío cuántico produce constantemente pares virtuales de partículas y antipartículas que inmediatamente se recombinan de nuevo. En la proximidad del horizonte de sucesos, una componente del par, puede caer en el agujero negro y la otra componente escapar. Desde el exterior, esto se vería como una radiación de cuerpo negro a una temperatura inversamente proporcional a la masa de agujero negro.

En definitiva, al final de los tiempos, el agujero negro desaparecería por evaporación en una gran explosión final, y toda la información sobre lo que hubo antes, habrá desaparecido.

...

Pero... !!!cuidado!!!. Esta pérdida de información conduce a un serio problema de contradicción con los fundamentos matemáticos de la física cuántica. En física cuántica el estado del un Sistema viene definido por su función de onda. La evolución en el tiempo de la función de onda viene a su vez determinada por un operador. Pero además, la evolución del operador tiene una inversa, de forma que si volvemos hacia atrás en el tiempo, siempre es posible reconstruir la función de onda de manera única. En resumen: la información no se pierde en la evolución de un sistema cuántico. Ni siquiera en un agujero negro.

...

¿Cómo salimos de este embrollo? Durante 50 años ha sido objeto de apasionadas discusiones entre prestigiosos científicos conocidas como "la Guerra de los agujeros negros", con físicos relativistas por un lado como Stephen Hawking y Kip Thorne y físicos de partículas como Leonard Susskind y Gerard 't Hooft por otro.

Finalmente, parece que la información no se pierde pero que esta endiabladamente encriptada debido al efecto conocido como entrelazamiento cuántico. Cuando una partícula escapa del agujero negro, en realidad está ligada (entrelazada) a la partícula que cae al mismo. Son el mismo Sistema. El conjunto de todos los pares de partículas, se llama "entropía de entrelazamiento". Parece que en un determinado momento en el proceso de evaporación, aparece una superficie en el interior del horizonte de sucesos, que separa aquellas partículas más interiores, cuyo entrelazamiento ya no cuenta para la entropía de las que sí. Al final de la vida del agujero negro a "entropía de entrelazamiento" es cero. La información no ha desaparecido.

Hasta aquí la Píldora de hoy... y recuerden, es posible que los agujeros negros no sean calvos, es decir, indistinguibles unos de otros y que la radiación de hawking de cada agujero negro encripte la personal y única historia de la estrella que lo originó

Gracias por escuchar Píldoras de Física, el podcast de física de los que no tenemos tiempo para la física...