

NOCIONES DE COSMOLOGIA PARA LONGEVOS

(Escritas por otro longevo)

Carlos Enrique D'Attellis

Doctor en Ciencias Matemáticas

(Nacido el 22 de enero de 1946)



1.- INTRODUCCION

Comenzamos con esa foto para ubicarnos en el Universo. Esa es la imagen de nuestra Galaxia (hay millones semejantes), y el pequeño punto marcado es el planeta Tierra desde donde observamos el cosmos. Son dimensiones enormes con las que no estamos familiarizados; el sistema solar con nuestra Tierra tarda 225 millones de años en dar una vuelta alrededor del centro de la galaxia. Es inevitable usar unidades distintas a las usuales: el diámetro de la Vía Láctea es más 100.000 años luz. Un año luz es la distancia que recorre la luz en un año. Como su velocidad es

$c=300.000 \text{ km/seg.}$, en un año recorre $9,461 \times 10^{12}$ kilómetros, es decir 9.461.000.000.000 km. Su edad es de 13.600 millones de años.

Todo esto es nuevo porque la historia de la Cosmología comenzó hace mucho tiempo. Recordemos que nuestro planeta fue no sólo reconocido como esférico, sino que su diámetro fue calculado por Eratóstenes (236 aC-194 aC). Fue muy inteligente, y lo calculó con dos palos clavados en la tierra en dos ciudades y midiendo la sombra de los mismos. La historia siguió mucho después para el mundo occidental pero con intervención de la Iglesia Católica que anteponía la religión a la ciencia. Aunque la consideración de la tierra como centro del universo fue obra de Ptolomeo (100-170) y apoyado luego por la Iglesia, la idea del heliocentrismo fue de Copérnico (1473-1543). Galileo Galilei (1594-1642), para salvar su vida frente a la Inquisición, renunció formalmente a la ciencia aunque siguió creyendo en ella. Quedó en la Historia su frase “Y sin embargo se mueve...” refiriéndose a nuestro planeta.

2.- UN VIEJO EXPERIMENTO Y NUEVAS TEORÍAS

Newton (1643-1727) propone este experimento mental. Un balde con agua suspendido por una cuerda. Al principio el balde y el agua están en reposo. La superficie del agua es plana y se hace girar el balde. Inicialmente, el balde gira pero el agua no, su superficie sigue siendo casi plana. Poco a poco, cuando se produce el rozamiento con las paredes, el agua empieza a girar. Entonces, la superficie se vuelve cóncava, es decir, el agua sube por los bordes y baja en el centro. Finalmente, el balde y el agua giran juntos; no hay movimiento relativo entre ellos, pero la superficie sigue cóncava. Newton razonó: si la forma del agua dependiera únicamente del movimiento relativo entre el balde y el agua, cuando ambos giraran juntos la superficie debería volver a ser plana. Como eso no ocurre, concluyó que el agua sigue girando respecto a algo más, un sistema de coordenadas fijo.

Mucho más tarde Ernst Mach en 1893, tuvo otra interpretación. Mach escribió: “El experimento de Newton con el balde que gira simplemente nos informa que el movimiento del agua con respecto a los bordes del balde no produce una fuerza centrífuga que impulsa al agua

hacia los bordes, sino que tal fuerza es proporcionada por la rotación con respecto a la masa de la tierra y los otros cuerpos celestiales”.

Einstein (1879-1955) adoptó la idea de que el marco de referencia está determinado por la distribución y el movimiento en la materia en el Universo. La Teoría Especial de la Relatividad cambió las ideas de la física clásica. Sin entrar en complejas fórmulas matemáticas analicemos el caso de un tren que avanza a 100 km. por hora y una persona camina dentro del tren en la misma dirección a 5km. por hora. Un observador desde el suelo mediría 105km. por hora. Las velocidades simplemente se suman.

En la Teoría de la Relatividad de Einstein no es así cuando las velocidades son comparables con la de la luz. Sigamos con un ejemplo para eludir la matemática. Si una nave espacial se mueve al 80% de la velocidad de la luz y se larga desde ella una sonda al 30% de la misma velocidad un observador desde la tierra no mediría la suma:

$0,8c + 0,3c = 1,1c$. Se calcula (Transformada de Lorentz) que la velocidad es $0,89c$, menor que la velocidad de la luz.

Cambiaron las ideas: desde viejos experimentos propuestos en el siglo XVI hasta teorías elaboradas en el siglo XX .

3.- LA MATERIA CONTENIDA EN EL UNIVERSO.

Volvamos a las necesarias unidades. Se usa en Astronomía el parcec (pc) es: un pc=3,26años luz=3,09 x 10 seguidos de trece ceros km. La unidad de masa es la masa del sol $M_s = 1,99 \times 10$ seguido de 29 ceros Kilogramo. Las estrellas tienen una masa de 1 a 10 M_s y se encuentran en galaxias que son la base con la que está compuesto el Universo. La masa de ellas se encuentra en el rango de 10 seguido de 6 ceros M_s a 10 seguidos de 12 ceros M_s . Típicamente una galaxia tiene un centro luminoso que contiene muchas estrellas y un halo oscuro de composición desconocida. (Así es, actualmente no se conoce) que se extiende unas diez veces más. En el centro de la galaxia hay un núcleo: un agujero negro.

Un agujero negro es una esfera en una región del espacio en dónde la gravedad es tan intensa que nada puede escapar de ellos, ni siquiera la luz.

La idea de gravedad no es la de una fuerza que “tira” de la luz, sino como una curvatura del espacio-tiempo. La luz viaja a la velocidad c , pero sigue la trayectoria permitida por la geometría curva. Esto es lo indicado por Einstein. En un agujero negro, la luz se mueve en trayectorias que llevan todo al centro.

Existen dos clases de materias:

A (materia bariónica)

Es la materia común formada por bariones, principalmente protones y neutrones. Todo lo que vemos está hecho de ella: estrellas, planetas, gas y polvo interestelar, seres vivos. Representa aproximadamente el 5% del contenido total del Universo.

B (materia no bariónica)

Es la materia que no está formada por protones y neutrones. No emite ni absorbe luz, porque no puede verse directamente; su presencia se deduce por sus efectos en el Universo. Constituye el 27% del Cosmos. El resto, cerca del 68%, es energía oscura que no es materia sino una forma de energía responsable de la aceleración de la expansión del Universo.

En resumen:

5% materia bariónica (la ordinaria)

27% materia oscura

68% energía oscura

Se sabe muy poco del 95% oscuro. Conocemos los efectos que producen, pero no sabemos qué son en realidad.

4.- EXPANSIÓN DEL UNIVERSO Y EL BIG- BANG

La expansión del Universo es el hecho observado de que las distancias entre galaxias muy separadas aumentan con el tiempo. No son las galaxias las que viajan a través de un espacio fijo, sino es el propio espacio es que se expande.

Ley de Hubble: cuanto más lejos está una galaxia, más rápido aumenta la distancia que nos separa.

Si vamos hacia atrás en el tiempo las galaxias estaban más cerca, la materia era más densa y la temperatura era mucho mayor. A pesar de que lo llaman Big Bang, no es una explosión sino el comienzo de la expansión del espacio. Pasaron trece mil millones de años. Ocurrió en un instante, en el orden de 10^{-44} segundos en que no existiría el tiempo, lo cual invalida la discusión de que había antes del Big Bang.

5.- FINAL

Hemos avanzado mucho en ciencia desde viejas épocas en las que ni telescopios había, hasta la nuestra en que los mismos son enviados al espacio para mejorar las observaciones evitando la perturbación de la atmósfera. Conocemos la teoría atómica y distinguimos la materia común, pero ignoramos todo sobre la materia no bariónica.

Falta mucho por conocer. ¿El Universo continuará expandiéndose indefinidamente? ¿Volverá a contraerse a valores infinitesimales? ¿Qué es la materia oscura? ¿Y la energía oscura?

Escribió Newton: “Lo que sabemos es una gota, lo que no sabemos es un océano”.