

EL UNIVERSO

1.- DEFINICIÓN Y COMPOSICIÓN.

Es la totalidad de las cosas físicas; entendemos por cosas físicas aquellas que estudia la física: la materia, la energía, el espacio y el tiempo. Esta es, pues, su Composición. Vamos a estudiar estos componentes más detenidamente:

A) La materia:

está formada por elementos químicos. En el Universo hay alrededor de 100 elementos químicos diferentes, aunque sólo 92 son "naturales"; los otros son artificiales (fabricados por el hombre) y tienen una vida media muy corta. Se distinguen unos de otros por su masa. El elemento más ligero es el hidrógeno (H), que es también el más abundante; a éste le sigue el Helio (He), el número dos de la tabla periódica, con una masa atómica de 4 (pesa cuatro veces más que el H). Entre estos dos elementos forman la casi totalidad de la masa del Universo: el 99,9 %. El 0,1% restante lo forman los otros 90 elementos químicos más pesados. Nosotros estamos formados principalmente por esos otros elementos: carbono (C), nitrógeno (N), oxígeno (O), calcio (Ca), etc.; somos, pues, una excepción en el Universo.

B) La energía:

La física define la energía como la capacidad para producir un trabajo. La materia puede transmitirse de dos formas:

- Ligada a la materia: Para transportarla necesitamos transportar materia (leña para el fuego, martillo para clavar un clavo, etc.)
- Independiente de la materia: Energía radiante (luz solar, por ejemplo). Esta formada por ondas electromagnéticas que viajan por el espacio sin necesidad de apoyarse en la materia (no hay materia entre la Tierra y el Sol).

El conjunto de radiaciones que existen en el Universo se llama "**Espectro de radiación**" del Universo y está formado por:

- Rayos gamma (γ)
- Rayos X
- Rayos Ultravioleta
- Luz visible.
- Rayos Infrarrojos
- Microondas.
- Ondas de Radio

Están ordenadas según la energía que pueden transportar: los Rayos X transportan mucha energía, y por eso pueden atravesar los objetos, mientras que la luz visible transporta menos energía y rebota en la superficie de la mayoría de los objetos.

En realidad, la materia y la energía son dos manifestaciones de la misma cosa; una puede transformarse en la otra, y viceversa, pero la suma total de las dos es constante. La materia se puede considerar como energía condensada: cantidades muy pequeñas de materia producen cantidades enormes de energía

C) El espacio:

No es "El vacío" o "la ausencia de cosas". Es un marco de referencia para la materia y la energía: existen en un momento determinado y en un lugar concreto. Los objetos materiales los podemos ubicar en las tres dimensiones que conocemos: largo, ancho y alto.

D) El tiempo:

No es una magnitud absoluta. Depende de la velocidad a la que viajen los cuerpos: si un cuerpo se mueve, el tiempo transcurre más despacio que si no lo hace. También depende de la posición con respecto a un cuerpo de gran masa (transcurre más lentamente).

Paradoja de los gemelos: si uno se va a vivir a la cima de una montaña y el otro se queda al nivel del mar, el primero envejece más rápidamente (diferencia muy pequeña). Si uno viaja en una nave espacial a velocidades cercanas a la luz, la diferencia sería muy grande.

La teoría de la Relatividad de Einstein ha unido los conceptos de espacio y tiempo en un único espacio-tiempo dinámico, y es afectado por lo que sucede en el Universo (si un cuerpo se mueve o si actúa una fuerza, el espacio-tiempo se modifica, y viceversa).

2.- LA ESTRUCTURA DEL UNIVERSO.

La estructura es la forma en que está organizado algo; así, hablar de estructura del Universo es hablar de cómo se organizan o se disponen los componentes del Universo que ya conocemos.

La materia no está distribuida uniformemente; en su mayor parte está agrupada formando "**cuerpos celestes**", como estrellas, planetas, satélites, asteroides, cometas, etc.

A) Las estrellas

son los cuerpos más visibles, por ser los más grandes y porque emiten radiación, una parte de ella en forma de luz visible. Igual que el Universo, están formadas principalmente por H y He (mucho H y muy poco He). Emiten radiación porque su masa es - tan grande que la atracción gravitatoria comprime los átomos de hidrógeno de la parte central de la estrella. Esa fuerza de atracción gravitatoria viene dada por la fórmula de la ley de Newton:

$$F = G \frac{mm'}{d^2}$$

Si la fuerza es suficientemente grande, se produce un proceso llamado "reacción nuclear de fusión", por la que una serie de átomos de hidrógeno chocan con tanta fuerza que se transforman en un átomo de helio. En esta transformación, una pequeña cantidad de materia (0,028 u.m.a.) se transforma en energía, que parte de la estrella en forma de radiación (por eso la vemos), y que se opone a la fuerza de atracción, haciendo que la estrella permanezca estable, en equilibrio. El equilibrio continúa mientras exista hidrógeno en cantidad suficiente; si éste disminuye, se rompe el

equilibrio y aumenta la presión gravitatoria. La presión puede hacer que el Helio formado se fusione entre sí y con el H para formar nuevos elementos - cada vez más complejos, como Carbono o Hierro.

Algunas estrellas, las más pequeñas, sólo pueden quemar H, y cuando éste se termina se apagan. Otras pasan por varias etapas, cambiando su volumen y su color; se llaman entonces Gigantes Rojas, Gigantes azules o enanas blancas. Algunas estrellas sufren un brusco desequilibrio interno y estallan en una inmensa llamarada que puede durar varios días: se ha convertido en una Supernova. Lo que queda de ella, la parte central, es un núcleo muy denso de pocos Km. de diámetro que emite radiación de ondas de radio en forma intermitente. Es una estrella de neutrones o pulsar.

Las estrellas más grandes, con tres veces más masa que el sol (como mínimo), tienen una atracción gravitatoria tan grande que ninguna radiación puede frenarla; sufre un colapso gravitatorio y se reduce a un punto matemático, sin dimensiones, con una masa enorme y una densidad infinita. Su atracción es tan grande que atrapa todo lo que tiene cerca y aumenta su masa. Es un agujero negro, que no emite radiación porque ésta no puede vencer a la gravedad.

Hemos visto, pues, que las estrellas son "fábricas de elementos químicos": en su interior se producen reacciones nucleares que dan lugar a elementos químicos pesados, precisamente éstos de los que - nosotros y nuestro planeta estamos hechos.

B) Los planetas

Son cuerpos con menos materia que las estrellas, que no emiten radiación y que giran en órbitas elípticas alrededor de las estrellas. En su interior no se producen reacciones nucleares porque su atracción gravitatoria no es tan grande como para producir las; es decir, no son estrellas porque no tienen suficiente materia como para serlo. El planeta más grande que conocemos, Júpiter, está cerca del límite: si fuera un poco más grande, sería una estrella.

C) Los satélites

Son cuerpos que giran alrededor de los planetas, y son más pequeños que el planeta al que acompañan. Pueden tener dos orígenes:

- **Satélites propios:** se han formado a la vez que el planeta. En este caso el movimiento de giro es directo: el planeta rota en el mismo sentido que el satélite.
- **Satélites capturados:** el planeta atrae a otro cuerpo que pasa cerca de él y lo mantiene en órbita a su alrededor. Su movimiento de giro puede ser directo o retrógrado.

El número de satélites que puede tener un planeta puede variar entre 0 y 15 o más.

D) Los asteroides

Son cuerpos que giran alrededor de las estrellas, pero su pequeño tamaño impide que les llamemos planetas. En nuestro sistema Solar existe un cinturón de asteroides entre las órbitas de - Marte y de Júpiter, que se supone formado por la explosión de un

planeta, del que los asteroides serían fragmentos. También es posible que sean trozos de materia que no se agruparon para formar un planeta.

Cuando un asteroide choca contra otro cuerpo del sistema, se le llama "**meteorito**". Si choca contra la Tierra, el rozamiento con la atmósfera hace que se ponga incandescente y si es pequeño se deshace en un trazo luminoso: es una "**estrella fugaz**".

E) Los cometas

Son cuerpos, normalmente de pequeño tamaño, que siguen dos tipos de trayectorias:

- **Elípticas:** Los cometas describen una elipse muy aplanada alrededor de una estrella, de forma que en una parte de su trayectoria el cometa pasa más cerca de la estrella. La radiación hace que se levanten partículas de polvo que forman la "cola" luminosa del cometa, y que siempre aparece alejándose de la estrella. Durante el resto de su trayectoria están más alejados de la estrella y no tienen cola. Estos cometas, al tener una órbita cerrada, pasan cerca de la estrella cada cierto tiempo (Cometa Halley, cada 76 años).
- **Parabólicas:** La trayectoria del cometa es abierta. La estrella desvía de su camino a un cuerpo que pasa cerca de ella, pero no puede atraparlo y éste ya no vuelve a pasar cerca de la estrella. Como los anteriores, su cola sólo aparece cuando está cerca de la estrella.

F) Las nebulosas

Son manchas o nubes luminosas. Ahora se sabe que no todas las nebulosas son iguales:

- Unas están cerca de nosotros y son acumulaciones de gas de enorme tamaño, que darán lugar a estrellas.
- Las otras son acumulaciones de millones de estrellas que están muy lejos de nosotros. Son las "**galaxias**", que a su vez están agrupadas en "**cúmulos**".

Nuestra galaxia, la vía Láctea (se llama así porque desde la Tierra la vemos como una franja de color blanquecino), es del tipo "espiral", con una zona central más densa, el núcleo, y unos brazos enroscados en espiral. Otras galaxias son "elípticas", "barradas" o "irregulares".

3. DINAMICA DEL UNIVERSO

Las estrellas no están siempre en el mismo lugar, sino que se desplazan a grandes velocidades, pero no lo notamos debido a las grandes distancias que nos separan de ellas. Se ha podido saber que se desplazan gracias al **efecto Doppler**: Cuando un cuerpo que emite ondas (sonoras, luminosas o de otro tipo) se desplaza, la longitud de onda de dichas ondas que percibe un observador estático no es - la misma en función de la posición de éste. Si el cuerpo emisor se acerca al observador, la longitud de onda se acorta (porque las ondas no son concéntricas); si las ondas son sonoras, percibiremos un sonido más agudo que si el cuerpo estuviera parado, y si son luminosas, percibiremos un color más azulado. En ambos casos la longitud de onda es más corta. Por el contrario, si el cuerpo se aleja de nosotros, la longitud de onda se alarga, y percibiremos un sonido más grave o una luz más rojiza (fenómeno que

llamamos "**desplazamiento hacia el rojo**" del espectro). Ocurrió hace unos quince mil millones de años, y a partir de ese momento la materia recién formada comenzó a separarse, primero a una enorme velocidad, luego más lentamente al ser frenada por la gravedad. Debido a esta imagen, parecida a una gran explosión, se ha llamado a la creación del Universo el "**Big Bang**".

Puesto que el Universo ha tenido un origen en el tiempo, no es eterno, y por lo tanto debe tener un final. Pero no podemos saber cuál va a ser ese final porque no sabemos cuánta materia hay en el Universo. Si la densidad del Universo es mayor que cierto valor crítico, la atracción gravitatoria terminará frenando la expansión, haciendo que el Universo se contraiga de nuevo. A lo largo de ésta contracción aumentará la densidad del Universo, por lo que cada vez habrá más estrellas y la temperatura media del Universo aumentará.

Al cabo de cierto tiempo se llegará a un estado de infinita densidad, que será una singularidad en la cual no se cumplen las leyes de la física, por lo que no puede predecirse qué ocurrirá a continuación. podríamos decir que nuestro Universo ha llegado a su fin, y aunque hubiera un nuevo Big Bang daría lugar a otro Universo.

Si la densidad media. del Universo está por debajo de ese valor crítico, no habrá colapso y la expansión continuará indefinidamente. En este caso, dentro de 10^{10} años la mayor parte de las estrellas se habrán apagado; las más grandes habrán dado lugar a agujeros negros que engullirán a la mayor parte de la materia, de modo que en este caso tendríamos un Universo vacío y frío en expansión perpetua.

4.- BIBLIOGRAFIA.

DAVIES, P. (1985).- El Universo Desbocado. Bibl. Cient. Salvat, 1. Barcelona. 205 pp.

SAGAN, C. (1985).- La conexión cósmica. Ed. Orbis, Barcelona. 252 pp.

HAWKING, S. (1988).- Historia del Tiempo. Circulo de lectores. Barcelona. 305 pp.

HAWKING, S. (1991). El futuro del Universo. Blanco y Negro, Octub. 91

CAMERON, A.G.W. (1975). Origen y evolución del sistema solar. Investigación y Ciencia, septiembre 1975

STRAUD, E. (1987).- La explosión de las estrellas. Mundo científico, 7 (69): 502-511.

KEPPLER, E. (1985).- Sol, lunas y planetas. Bibl. Cient. Salvat, 17. Barcelona. 278 pp.

BIBLIOTECA DE LOS CONOCIMIENTOS. Tomo 5. Plaza & Janés, S.A. Barcelona 1973.

GRIBBIN, J. (1986).- Génesis. Bibl. Cient. Salvat, 48. Barcelona. 345 pp.

ATKINS, P.W. (1989).- La creación. Bibl. Cient. Salvat, 54. Barcelona. 151 pp