

## EL SISTEMA SOLAR

### 1.- EL SOL: CARACTERÍSTICAS.

El Sol es una estrella pequeña, de radio 109 veces mayor que el de la Tierra, que se encuentra en uno de los brazos espirales de nuestra Galaxia, la **Vía Láctea**, a 2/3 del centro (unos 32.000 años - luz de distancia). En ella, como en otras muchas estrellas, se están produciendo reacciones nucleares de fusión que transforman átomos de Hidrógeno en átomos de Helio, y como resultado de esa transformación se produce energía y el Sol brilla. Está en equilibrio dinámico: Si se producen más reacciones nucleares, y por lo tanto más energía, la estrella se expande, pero al expandirse se reduce la temperatura interna y disminuye la energía, volviendo al tamaño anterior. Si disminuye la energía, el volumen se reduce, por lo que aumenta la presión y se intensifican las reacciones nucleares, volviendo al tamaño inicial.

En el estado actual ha permanecido durante 5000 millones de años; sabemos su edad porque podemos conocer su composición química, de forma que si la proporción de H es alta, la estrella es joven, y si la proporción es baja, la estrella es vieja, porque ha consumido Hidrógeno. Su composición puede ser conocida estudiando su espectro. Es, por lo tanto, tres veces más joven que el Universo. No se formó a consecuencia del **Big Bang**, sino mucho tiempo después.

Permanecerá en este estado, consumiendo hidrógeno, durante otros 4 o 5000 millones de años; después pasará a consumir helio, convirtiéndose en una Gigante Roja (ahora es una Enana Amarilla), y- cambiará rápidamente hasta apagarse. La temperatura en el núcleo, donde se producen las reacciones nucleares, es de 15 millones de grados K (en una gigante roja la temperatura interna es de  $10^8$  K). En la Superficie del Sol es mucho menor, de unos 6000 °K.

En la superficie del Sol aparecen unas manchas oscuras, las llamadas "**manchas solares**", que corresponden a "burbujas" de gas más frío; por eso brillan menos que el resto (aunque también están a miles de grados). El primero en observarlas fue Galileo (1564-1642); perfecciona el telescopio y lo convierte en instrumento científico. Observó también que estas manchas cambiaban de lugar, e interpretó este hecho como que el Sol se encuentra en rotación sobre su eje. Como no es un cuerpo sólido, el ecuador gira más rápido que los polos: la rotación en el ecuador dura 25 días, y en el polo dura 34 días.

Además de este movimiento de rotación, el Sol gira alrededor del núcleo de la Galaxia a unos 250 Km/h, y tarda en dar una vuelta unos 225 millones de años.

### 2. -CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA SOLAR.

A) Los planetas describen alrededor del Sol **órbitas coplanarias** (es decir, se encuentran casi en el mismo plano). El plano de la órbita terrestre es el **plano de la eclíptica**, y los planos de las órbitas de los demás planetas Son casi coincidentes con éste, a excepción de Plutón, cuyo plano está desviado  $11^\circ$  Con respecto a la eclíptica.

B) Las órbitas de los planetas son casi circulares. La más **excéntrica** de todas es la de Plutón, en cuyo **afelio** (punto de la órbita más cercano al Sol) está más cerca del Sol que Neptuno.

C) Los planetas giran alrededor del Sol (**traslación**) en sentido contrario a las agujas del reloj (mirando desde el Norte). A éste se le llama **sentido "directo"**.

D) Casi todos los planetas tienen movimiento de **rotación** sobre su eje "directo", igual que el Sol. Venus y Urano giran en sentido contrario (**sentido "retrógrado"**).

E) Los ejes de rotación están cerca de la perpendicular al plano de la órbita de los planetas, con algunas excepciones: Urano, cuyo eje está inclinado  $98^\circ$ , y Venus, cuyo eje lo está  $111^\circ$  (por eso tienen movimiento retrógrado: giran cabeza abajo). La Tierra está inclinada  $23^\circ$ .

F) Los planetas interiores (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) son pequeños y rocosos, y los exteriores (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno) son grandes y gaseosos. Plutón es la excepción: es exterior y sin embargo es pequeño y rocoso.

G) Las distancias de los planetas al Sol siguen una sucesión numérica sencilla. Esta regla, llamada "**regla de Bode**", es cumplida también por los satélites de los planetas. Gracias a ella se pudo predecir la situación de los planetas exteriores antes de su descubrimiento. Neptuno es el único planeta que no cumple esta regla: está más cerca del Sol de lo que debería estar (ver tabla 1).

H) Existe un **cinturón de asteroides** entre las órbitas de Marte y de Júpiter, que corresponde a un "hueco" en la Regla de Bode, y cuyo origen puede estar en la desintegración de un planeta o bien en la no formación de éste.

I) Los planetas presentan satélites en número variable, que casi siempre giran en sentido directo y en el Ecuador del planeta. Se cree que la Luna es un **satélite "propio"**, separado de la Tierra en formación (tiene la misma composición que el manto terrestre); en cambio, los satélites de Marte parecen ser asteroides **capturados**. No se conoce ningún satélite que tenga satélites.

J) Hasta la fecha se ha observado unos 100 **cometas**, y cada año se descubren unos 10 nuevos. Se cree que proceden de una nube de cometas que rodea al Sol en todas direcciones a unas 50.000 u.a. de distancia, llamada **nube de Oort**; por eso pueden llegar cometas de cualquier dirección (y no sólo de la eclíptica).

K) Las peculiaridades de Plutón (posición, excentricidad e inclinación de la órbita, tamaño, etc.) hacen pensar que era un satélite de Neptuno que fue arrancado de éste y pasó a girar alrededor del Sol.

CUERPO CELESTE	DISTANCIA (MILL. KM)	DISTANCIA (U.A)	DIST. REGLA DE BODE	NÚMERO DE SATÉLITES
MERCURIO	58	0,39	0,4	0
VENUS	108	0,72	0,7	0
TIERRA	150	1	1	1
MARTE	228	1,52	1,6	2
(ASTEROIDES)	397	2,65	2,8	
JÚPITER	778	5,2	5,2	63
SATURNO	1427	9,54	10	59
URANO	2870	19,19	19,6	27
NEPTUNO	4500	30,07	-	13
PLUTÓN*	5900	39,44	38,8	1

Tabla 2.1: Los planetas del Sistema Solar.

\* La UAI creó en 2006 una nueva categoría para algunos cuerpos del Sistema Solar, la de los planetas enanos, en la que fue incluido **Plutón** (antes en la categoría *Planetas*), **Ceres**

(antes en la categoría *Asteroides*) y **Eris** (descubierto en 2003, es algo mayor que Plutón y está a una distancia de 97 U.A. del Sol. Su órbita es muy excéntrica y tiene un período de unos 560 años.)

### 3. ORIGEN DEL SISTEMA SOLAR.

Cualquier hipótesis del origen del Sistema Solar debe ser capaz de explicar las características que hemos estudiado en el apartado anterior (y algunas más, como la transmisión del impulso angular a los planetas). Recordemos, además, que el Sol es mucho más joven que el Universo, es decir, se formó mucho después de que ocurriera el Big Bang (unos 10.000 millones de años después); y que en el Sistema Solar abundan los elementos pesados, que son muy escasos en el Universo y que sólo se pueden formar en el interior de algunas estrellas.

La hipótesis más aceptada actualmente nos dice que el Sol es una estrella de segunda generación, formada a partir de una nebulosa que proviene de la explosión de una **Supernova** (por eso existen elementos pesados: se formaron en el interior de la Supernova). Esta nebulosa se encontraba en contracción gravitatoria, al mismo tiempo que giraba sobre sí misma. La acción conjunta de estos dos procesos hace que la nebulosa vaya tomando la forma de un disco, con una masa central que dará lugar al Sol y un anillo de materia alrededor que dará lugar a los planetas. Al continuar la contracción gravitatoria, la masa central aumenta de temperatura hasta alcanzar los quince millones de grados, momento en que comienzan las reacciones nucleares y la radiación que se crea es capaz de oponerse a la atracción gravitatoria, con lo que cesa la contracción y se forma una estrella de dimensiones constantes.

Los planetas se forman a partir del material disperso en el anillo que rodea a la masa central, por un proceso de **acreción** (adición de materia). Los granos de polvo y moléculas de gas se atraen y chocan para formar partículas mayores. El proceso continúa con partículas cada vez mayores, formándose núcleos de condensación que recogen a las partículas más pequeñas y a moléculas de gas.

En los planetas en formación más cercanos al Sol, la intensa radiación solar es capaz de expulsar los elementos más ligeros hacia zonas más externas, donde son recogidos por la atracción gravitatoria de los planetas más externos. Esto explica la diferente composición de los planetas interiores (rocosos) respecto a los exteriores (gaseosos, sin superficie sólida).

Los impactos producidos por los fragmentos de rocas sobre el núcleo de condensación de los planetas hacen que la temperatura aumente hasta fundirse los materiales, y el planeta se convierte en un cuerpo de rocas fundidas. Se producen erupciones volcánicas que liberan del interior los gases que forman la atmósfera del planeta, y al mismo tiempo se producen desplazamientos verticales de materiales (los más densos hacia el interior) que han dado lugar a la estructura en capas concéntricas que presentan los planetas.

El material más alejado del Sol se ha quedado formando una nube de rocas y partículas de tamaños diversos alrededor del Sol; es la llamada "**Nube de Oort**", que da origen a los cometas que periódicamente pasan cerca del Sol.

### 4.- BIBLIOGRAFIA.

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

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

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

### Actividades:

1. ¿Qué ocurriría en cada uno de los siguientes casos? ¿Qué consecuencias tendría?

- a) Si el Sol fuera 10 veces más grande.
- b) Si la Tierra fuera tan grande como el Sol.
- c) Si la Luna fuera más grande que la Tierra.
- d) Si la Tierra estuviera en la órbita de Neptuno.
- e) Si no existiese la Luna.
- f) Si la tierra detuviese su giro alrededor del Sol.
- g) Si la Tierra tuviese la misma masa, pero la mitad de su volumen.
- h) Si la Tierra tuviese el mismo volumen, pero la mitad de su masa.
- i) Si la Tierra rotase en sentido contrario.
- j) Si la tierra tuviese una rotación más rápida.