

## 5.1. SISTEMA SOLAR

Compuesto por nueve planetas. El 10° Riga o planeta X (?). Dos mil asteroides mayores, 100.000 millones de cometas estimados. Gas y polvo y 49 satélites de tamaño importante conocidos, dado que Júpiter solo supera esa cuantía. El Sol se desplaza a 20 km/seg respecto al patrón local de reposo hacia Vega. En su familia, las **órbitas** de los planetas son casi coplanares; los menos son Mercurio (7°) y Plutón (17°). Las **traslaciones** planetarias son retrógradas respecto a la Polar y las **rotaciones** igualmente retrógradas, excepto Venus y Urano. Mientras los planetas menores o terrestres son sólidos, densos, de rotación lenta, con pocos o ningún satélite y de atmósfera poco extensa y densa, por la gravedad.

Los planetas mayores se agrupan hacia el exterior de los anteriores, son más grandes, poco densos (líquido y gas con pequeño núcleo sólido) y presentan una atmósfera extensa, una

velocidad de rotación alta y muchos satélites. Plutón por su estructura, por la excentricidad de su órbita y ubicación en el sistema, rompe la armonía y entra como planeta irregular.

Los **satélites** se subdividen en regulares e irregulares, según la órbita sea circular o excéntrica, poco o muy inclinado y la rotación y traslación del W al E (retrógrada) o del E al W (directa), respectivamente. Los primeros serían congénitos al planeta; los segundos, probablemente, asteroides capturados; una tercera posibilidad supone al satélite como producto de una fragmentación planetaria: su origen no se considera ni catastrófico ni evolutivo.

**Propiedades del sistema planetario** El sistema cósmico formado por el Sol, posee las siguientes propiedades:

El Sol, en el centro del sistema planetario, tiene la mayor parte de la masa (todos los planetas y lunas juntos sólo son **1/700** de la masa solar), las distancias de los planetas al Sol (a excepción de Neptuno y Plutón) siguen la serie de **Tius-Bode**.

Para calcular en UA (Unidades Astronómicas), la distancia entre los miembros del sistema solar, a la serie 0, 3, 6, 12, 24... Boode sumó 4 y dividió por 10, la suma.

Cuadro 5.1 Ley de Titus-Bode

	Sol	Mer	Ven	Tie	Mar	Ast	Jup	Sat	Ura	Nep	Plu
Ley de Boode		0	3	6	12	24	48	96	192	384	768
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		.4	.7	1.0	1.6	2.8	5.2	10.0	19.6	38.8	77.2
Dist real UA		0.39	0.72	1.0	1.52	----	5.2	9.54	19.2	30.1	39.4

El Sol, los planetas (excepto Urano) y casi todas las lunas, giran alrededor de su eje en la misma dirección en que los planetas giran en torno al Sol (en sentido anti-horario). Las órbitas casi circulares de los planetas grandes, casi coinciden con el plano ecuatorial del Sol. Los movimientos, en sí, obedecen a las **leyes de Kepler**.

El momento de rotación del Sol es **1/50** del momento angular orbital de los planetas; el momento de rotación de los planetas es mayor que el momento angular orbital de sus lunas (con la única excepción de la luna de la Tierra).

La formación del sistema planetario sólo puede ser considerada en el marco de la teoría de la evolución estelar, según la cual, probablemente, se desarrolló a partir de una nube gaseosa giratoria bajo la influencia de un campo magnético, hasta el estado observable en la actualidad, a lo largo de unos 4600 millones de años (la hipótesis nebular y la hipótesis rotacional son sus precursores).

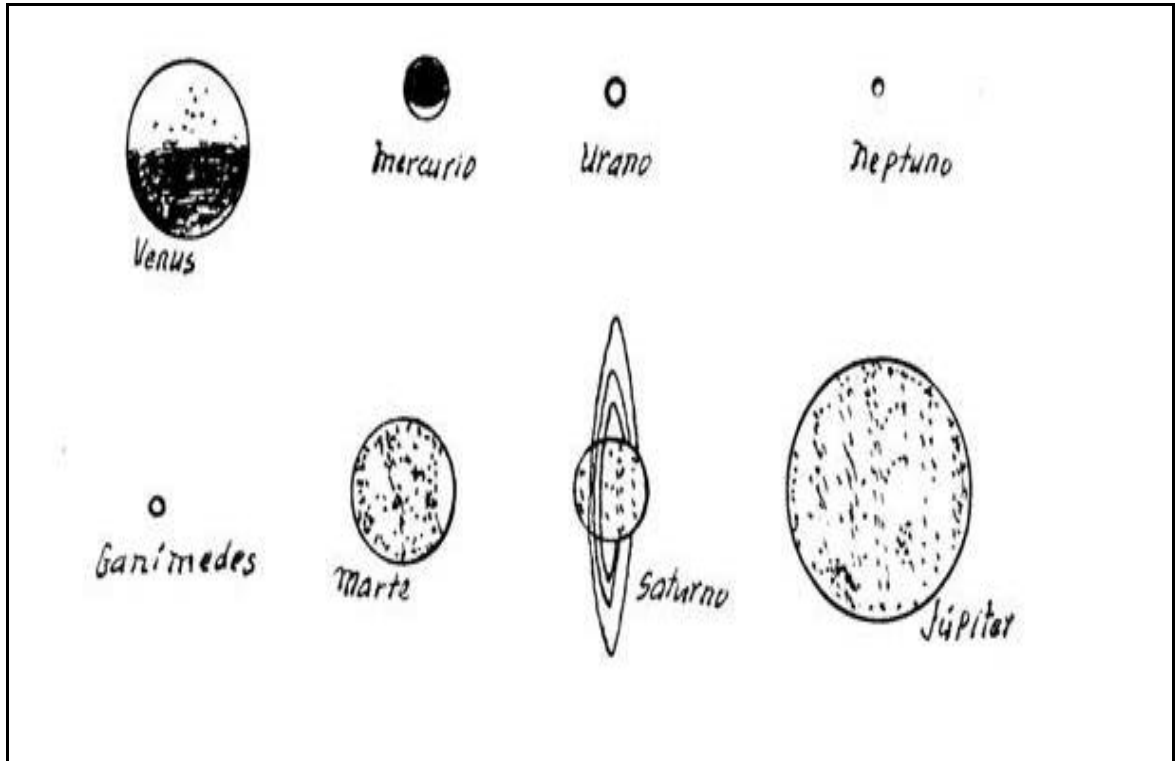


Figura 5.1 El Sistema Planetario: Comparación con los diámetros aparentes en el cielo.

## 5.2. EL SOL

**5.2.1 Estructura del Sol.** Se dará una descripción somera de la estructura solar; más adelante, al ver la estructura de las estrellas, volveremos a lo mismo para describir las regiones del Sol en detalle.

El Sol genera la energía en el núcleo; el manto la transmite por convección, radiación y conducción hacia la fotosfera. La fotosfera, con sus manchas solares asociadas a tormentas

Gonzalo Duque-Escobar

magnéticas, es la región visible del Sol. La cromosfera con sus protuberancias y fulguraciones, la corona con su temperatura de  $10^6$  grados °C y el viento solar, son las regiones restantes de la estructura solar.

**La zona de convección** abarca poco más abajo de la superficie solar hasta unos 130000 km de profundidad, tiene un enorme gradiente de temperatura; en ella el hidrógeno está todavía en estado neutro, mientras que debajo está ionizado.

**La fotosfera** es la capa que se ve a simple vista con un anteojo normal, su espesor es de 400 km. Presenta una **granulación** observable por medio de telescopios a bordo de globos donde no son afectados por la atmósfera. La granulación se observa en toda la superficie solar, como bolas de gas más calientes que su entorno, y que debido a su mayor temperatura ascienden rápidamente, se enfrían y vuelven a descender.

**La cromosfera** se encuentra por encima de la fotosfera y se llama así porque en los eclipses de Sol aparece con tonalidad rojiza, su espesor es de 8000 km.

**5.2.2 El Sol como estrella fija y como cuerpo central.** La constante solar no es tan constante como supone el término. El Sol está sometido a ciclos de actividad que condicionan el clima de la Tierra. De otro lado, las características del Sol y sus procesos internos, son la mejor referencia para el estudio de las estrellas.

**Cuadro 5.2 El Sol**

<p>Radio: <math>6.9635 \times 10^{10}</math> cm = 109 veces el terrestre</p> <p>Superficie: <math>6.0936 \times 10^{22}</math> cm<sup>2</sup> = 11880 veces la terrestre</p> <p>Volumen: <math>1.4144 \times 10^{33}</math> cm<sup>3</sup> = <math>1.306 \times 10^6</math> veces el terrestre</p> <p>Masa: <math>1.993 \times 10^{33}</math> g = 332.270 veces la terrestre</p>	<p>Aceleración de la gravedad en la superficie: <math>2.74 \times 10^4</math> cm/seg<sup>2</sup> = 27.9 veces la terrestre</p> <p>Velocidad de rotación en el ecuador: 2.00 km/seg</p> <p>Densidad media: <math>1.409</math> g/cm<sup>3</sup> = 0.25 veces la terrestre</p> <p>Producción energética: <math>3.98 \times 10^{33}</math> erg/seg</p>
<p>Diámetro solar medio aparente: 31'59"</p> <p>Inclinación del ecuador solar respecto de la eclíptica: 7° 15'</p> <p>Constante solar: 2.00 cal/cm<sup>2</sup> min</p> <p>Potencia de la radiación solar sobre toda la superficie terrestre: <math>1.78 \times 10^{24}</math> erg/seg = <math>1.78 \times 10^{14}</math> kw</p>	<p>Paralaje solar: 8.79"</p> <p>Tipo espectral: G 2</p> <p>Magnitud absoluta: +4.73</p> <p>Magnitud aparente: -26.84</p> <p>Distancia media Sol-Tierra: <math>1.496 \times 10^{13}</math> cm</p> <p>Distancia mínima (perihelio): <math>1.4688 \times 10^{13}</math> cm</p> <p>Distancia máxima (afelio): <math>1.5189 \times 10^{13}</math> cm</p>

Fuentes: Diccionario Rioduero "Física del Espacio", 1978. Enciclopedia Científica Salvat. "El Universo Desbocado".

### 5.2.3 Composición del Sol por capas

Cuadro 5.3 Composición del Sol por capas

Composición del Sol por capas						
		Distancia del centro		Presión atmósferas	Temperatura °C Millones	Densidad g/cm
		100 km	R			
Interior del Sol	Generación de energía. Transporte de energía al exterior por corrientes de radiación. Capas estables	0	0	221000 x 10 <sup>6</sup>	14,6	134
		28	0,04	200000 x 10 <sup>6</sup>	14,2	121
		70	0,1	135000 x 10 <sup>6</sup>	12,6	85,5
		139	0,2	45900 x 10 <sup>6</sup>	9,35	36,4
		209	0,3	11600 x 10 <sup>6</sup>	6,65	12,9
		279	0,4	2670 x 10 <sup>6</sup>	4,74	4,13
		348	0,5	605 x 10 <sup>6</sup>	3,42	1,30
		418	0,6	137 x 10 <sup>6</sup>	2,49	0,405
		488	0,7	30 x 10 <sup>6</sup>	1,8	0,124
		556	0,8	6,11 x 10 <sup>6</sup>	1,28	0,035
	Transporte de energía por corrientes de convección. Capas inestables	585	0,84	3,01 x 10 <sup>6</sup>	1,04	2 x 10 <sup>-2</sup>
		627	0,9	0,78 x 10 <sup>6</sup>	0,605	9 x 10 <sup>-3</sup>
		682	0,98	0,011 x 10 <sup>6</sup>	0,111	8 x 10 <sup>-4</sup>
		*				
Fotosfera	Capa de la que proviene la radiación visible, manchas visibles, antorchas y granulaciones		500 km de grosor de la capa	0,22	9000	5 x 10 <sup>-7</sup>
				0,08	5800	2 x 10 <sup>-7</sup>
				0,006	4300	3 x 10 <sup>-8</sup>
Borde del Sol	Borde del disco solar luminoso	696	1	0,006	4300	3 x 10 <sup>-8</sup>
Cromosfera	Capa fina de tonalidad rojiza en eclipses de Sol; en ella filamentos y erupciones	698	1,003		5000	1 x 10 <sup>-11</sup>
		700	1,006		5000	7 x 10 <sup>-13</sup>
		702	1,009		6300	1 x 10 <sup>-13</sup>
		704	1,012		300000	2 x 10 <sup>-15</sup>

Composición del Sol por capas						
		Distancia del centro		Presión atmósferas	Temperatura °C Millones	Densidad g/cm
		100 km	R			
Corona	Envoltura muy dispersa (visible en eclipses de Sol) luminosa, en forma de radiación; en ella hay alojadas protuberancias	716	1,03		1	$5 \times 10^{-16}$
		1392	2			$5 \times 10^{-18}$
		2088	3			$5 \times 10^{-19}$
		2784	4			$2 \times 10^{-19}$
* Grosor de la capa: aproximadamente 100,000 km						

Fuente. Diccionario Rioduero. Física del Espacio.

### 5.3. LOS PLANETAS

Existen tres categorías de planetas en nuestro sistema solar:

**5.3.1. Grupo de los planetas terrestres.** Compuestos por elementos pesados. Son ellos Mercurio, Venus, Tierra y Marte.

**Mercurio.** Es el planeta situado **más cerca al Sol**. Es una esfera de roca con cráteres que órbita alrededor del Sol cada 88 días a una distancia media de 58 millones de km. Tiene un diámetro de 4.880 km y gira alrededor de su eje cada 59 días. No tiene satélites. Junto con Marte, es el único planeta en cuya superficie se pueden distinguir o fotografiar con el telescopio detalles, aunque casi siempre poco marcados; a esto se unen las condiciones poco favorables de observación por su cercanía al Sol.



La atmósfera es extraordinariamente tenue. La aceleración de la gravedad y la velocidad de escape en la superficie, son tan pequeñas, que el planeta sólo podría retener gases pesados como el anhídrido carbónico o el Argón. Su atmósfera sufre también las fluctuaciones extremas de temperatura, entre el lado diurno y el nocturno,  $+425^{\circ}\text{C}$  y  $-170^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

**Venus.** Es el segundo planeta en línea desde el Sol. Orbita alrededor del Sol cada 225 días. Su diámetro es de 12.000 km. Gira alrededor de su eje cada 243 días con rotación retrógrada, a una distancia media de 108 millones de km. **Su densa atmósfera** impide la visión de la superficie. Consta de 96% de anhídrido carbónico, 3.5% de nitrógeno y 0.135% de vapor de agua, así como de trazas de anhídrido sulfuroso, oxígeno molecular, helio, argón y neón. El "efecto de invernadero" es tan fuerte que las temperaturas apenas varían de la noche al día, fluctuando alrededor de  $+475^{\circ}\text{C}$ ; la presión de la atmósfera es de 90 bar. En estas condiciones es difícil pensar en que existan formas de vida, ni siquiera inferiores.

**Tierra.** Es el Planeta Azul a causa de los extensos océanos. **En él se ha desarrollado la vida.** Tercero en línea desde el Sol. La Tierra tiene un diámetro en su ecuador de 12.756 km. Su diámetro de un polo a otro, es ligeramente menor, de 12.714 km. Orbita alrededor del Sol cada año a una distancia media de él de 149.600.000 km. Gira sobre su propio eje una vez cada día, tiene un satélite natural, la Luna.

Los polos geográficos de la Tierra no son fijos sino que ejecutan oscilaciones casi periódicas alrededor de una posición media. El motivo es que el eje de simetría no coincide exactamente con el eje de rotación. La desviación máxima de los polos a partir de su posición media es de 10 ó 15 metros.

**Marte.** Cuarto planeta desde el Sol. Es un cuerpo rocoso de 6.800 km de diámetro, que órbita alrededor del Sol cada 687 días a una distancia media de 228 millones de km. Marte gira alrededor de su eje en 24 h y 37.4 min. Tiene una atmósfera muy poco densa formada principalmente por dióxido de carbono y presenta dos casquetes de hielo. Tiene dos satélites Fobos y Deimos.

**Canales de Marte:** Líneas rectas y largas sobre la superficie de Marte, señaladas por varios observadores en el pasado y que se creía que eran canales de agua construidos por los habitantes del planeta. Ahora se sabe que no hay canales ni signos de vida.

**5.3.2. Júpiter y Saturno.** Predominan el Helio y el Hidrógeno, pero pueden tener igualmente núcleos pesados.

**Júpiter.** Planeta de mayor tamaño en el sistema solar, y quinto desde el Sol. Pesa doce veces más que el resto de los planetas juntos. Está formado principalmente por hidrógeno y helio. Júpiter tiene un diámetro de 142.800 km en su ecuador y 134.200 km de un polo a otro. Gira alrededor de su eje en 9 horas 50 minutos en el ecuador. Júpiter órbita alrededor del Sol cada 11.9 años a una distancia media de 778 millones de km.

Gonzalo Duque-Escobar

**Mancha roja:** formación ovalada, en las nubes de Júpiter de aproximadamente 32.000 Km y 13.000 Km de ancho. Fue vista por primera vez hace 300 años y es la única característica del planeta que ha durado tanto tiempo. Su color varía de rosa pálido y rojo, al anaranjado oscuro.

**Saturno.** Sexto planeta desde el Sol, con anillos brillantes. Saturno es una esfera de gas de 120.000 Km de diámetro en el ecuador y 108.000 Km de polo a polo. Gira alrededor de su eje cada 10 h 14 min en el ecuador; órbita al Sol cada 29.5 años con una distancia media de 1.430 millones de kilómetros.

**Anillos de Saturno:** Los anillos están formados por innumerables piezas de rocas recubiertas de hielo. Su tamaño oscila entre pocos milímetros y varios metros de diámetro. Cada una de éstas piezas se mueve en una órbita alrededor de Saturno como un diminuto satélite. Existen tres partes principales en los anillos. La parte exterior se llama anillo A, el central anillo B, que es el más brillante, y el interior anillo C, que permite ver a su través. El diámetro global de los anillos es de aproximadamente 270.000 Km. Los anillos son los restos de un antiguo satélite que se desintegró o bien los restos de un satélite que no ha llegado a formarse.

**División de Cassini:** Espacio de unos 3.000 km de ancho que hay entre los anillos A y B.

**5.3.3. Urano y Neptuno.** Se supone que tienen un núcleo mayor y más pesado, pero parecen estar envueltos en una densa cubierta gaseosa.

**Urano.** Séptimo planeta descubierto por W. Herschel en 1781. Orbita alrededor del Sol cada 84 años, a una distancia media de 2.870 millones de km. Es una esfera de 52.000 km de diámetro. Gira alrededor de su eje cada 17.24 horas. El eje de rotación de Urano está **inclinado 98°** con respecto a la vertical de modo que casi está en el plano de su órbita. Tiene una serie de pálidos anillos alrededor de su ecuador. Tiene trece satélites.

**Neptuno.** Octavo planeta, descubierto por J. G. Galle en 1846. Orbita alrededor del Sol cada 165 años a una distancia media de 4.500 millones de km. Neptuno es una **esfera de gas** de 48.000 km de diámetro. Gira alrededor de su eje cada 18 horas. Tiene siete satélites conocidos.

#### **5.3.4. Plutón**

Posiblemente está en el grupo 3, pero no se sabe mucho de él.

**Plutón.** El más pequeño de los planetas del sistema solar con un diámetro de aproximadamente 2345 km. Fue descubierto por Clyde Tombaugh en 1930. Plutón es una esfera de baja densidad de roca y hielo, que gira alrededor de su eje cada 6 días 9 horas. Orbita alrededor del Sol cada 250 años, a una distancia media de 5.900 millones de km. Plutón guarda una distancia media mayor que cualquier otro planeta, pero su órbita es tan elíptica que hay momentos en que se acerca más al Sol que Neptuno, como sucedió en 1979 y 1999. Tiene un satélite de gran tamaño llamado **Caronte**.

#### 5.4. ASTEROIDES

Al referirnos a la estructura del Sistema solar, aludimos a la ley de Bode, que establece la existencia de cierta proporción entre las distancias de cada planeta respecto al Sol. Efectivamente, un planeta dista del Sol casi el doble del anterior. De acuerdo con éste esquema los astrónomos encontraron un hueco entre Marte y Júpiter. Para que esta ley se cumpliera, tenía que existir un planeta a casi el doble de la distancia del Sol que Marte y este no era visible. En su lugar se encontró un enjambre de pequeños planetas o planetoides, con diámetro menor de 1000 km. Se calculan unos 20 millones en el Sistema Solar.

Su origen es incierto. Posiblemente se trata de los restos de un planeta que se desintegró, o de materia que jamás llegó a formar un planeta.

Los asteroides se separan en tres familias: el grupo **Amor** con perihelio entre Tierra y Marte; el grupo **Apolo** con perihelio entre Sol y Tierra. De todas maneras los de órbita muy excéntrica se les da nombres masculinos y a los otros nombres femeninos. El tercer grupo es el de los **Trojanos**, que se mueven en la órbita de Júpiter, situados en las distancias Lagrangianas de  $\pm 60^\circ$ , donde quedan libres de perturbación gravitacional y son ellos los subgrupos **Aquiles** y **Patroclo**.

**Los meteoros:** son diminutas partículas de materia que atraviesan el espacio a 70 Km/s, entrando en incandescencia y consumiéndose debido a la fricción con nuestra atmósfera.

Por término medio los meteoros son tan pequeños como un grano de arena. En realidad penetran en la atmósfera terrestre unos 100 millones de ellos por día.

Los meteoros explican **estrellas fugaces** ( $m < 10$  gm) y bolas de fuego ( $m > 10$  gm). Los más grandes entran a la troposfera, estallan, y caen sobre la superficie en forma de meteorito. **Los meteoritos**: se generan por los meteoros, si han caído sobre la superficie de la Tierra. También se denominan así pequeños "planetas" que aún circundan el espacio exterior, en razón a su posibilidad de alcanzar el suelo ante una eventual colisión con la Tierra. La mayoría de meteoritos (caídos) pesan algunos gramos, y entran en tres clases: los aerolitos compuestos de roca (lapídeos), las tectitas ricas en silicio y los sideritos de níquel-hierro.

**Asteroides Potencialmente Peligrosos** son aquellos que podrían acercarse a menos de 0,05 U.A. de la Tierra y tienen más 150 m de diámetro. Actualmente se conocen más de 300 Asteroides Potencialmente Peligrosos (PHAs). Pero todos ellos han sido clasificados como "virtualmente sin chance de impacto o daños"; 0 en la "Escala de Torino", en la que se califica el riesgo de impacto o colisión de 1 a 10, siendo 10 el nivel de mayor peligro.

## 5.5. LOS COMETAS

Se subdividen en periódicos de período corto y largo según sea el período menor o mayor de 200 años, y en los de trayectoria parabólica (sin retorno), todos venidos de la **Nube de**

Gonzalo Duque-Escobar

**Oort** a 100.000 U. A. (a Centauro está a 275.000 U. A.), de donde salen por perturbaciones de gravedad, al paso de estrellas. El núcleo de hielo sucio es amoníaco, CO<sub>2</sub>, Metano, H<sub>2</sub>O y polvo congelados, y la cola es la sublimación de lo anterior por la radiación solar: se separan el gas y el polvo y se disocia polvo, H, Cianuro, O, etc. ionizados.

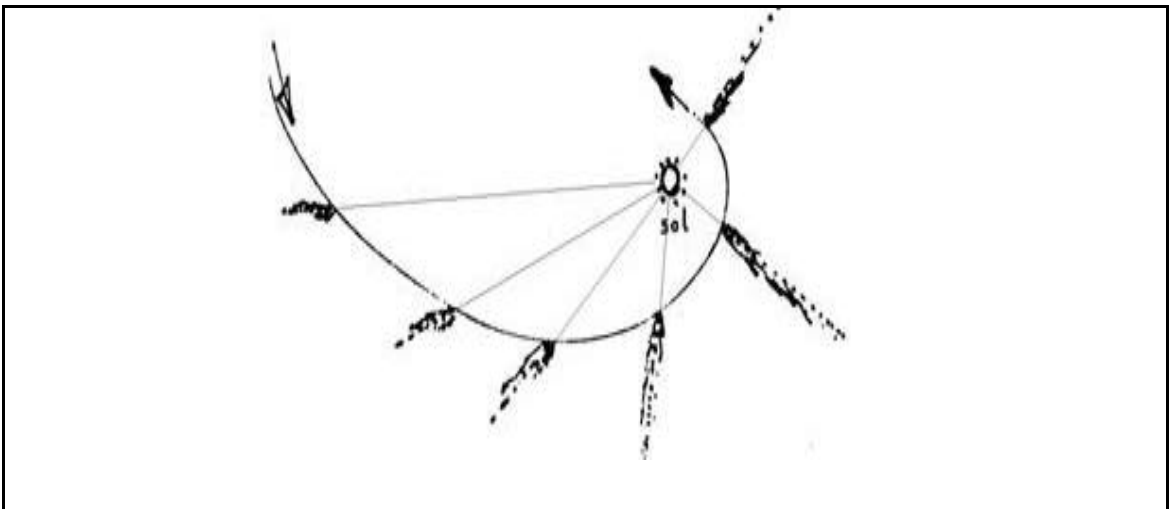


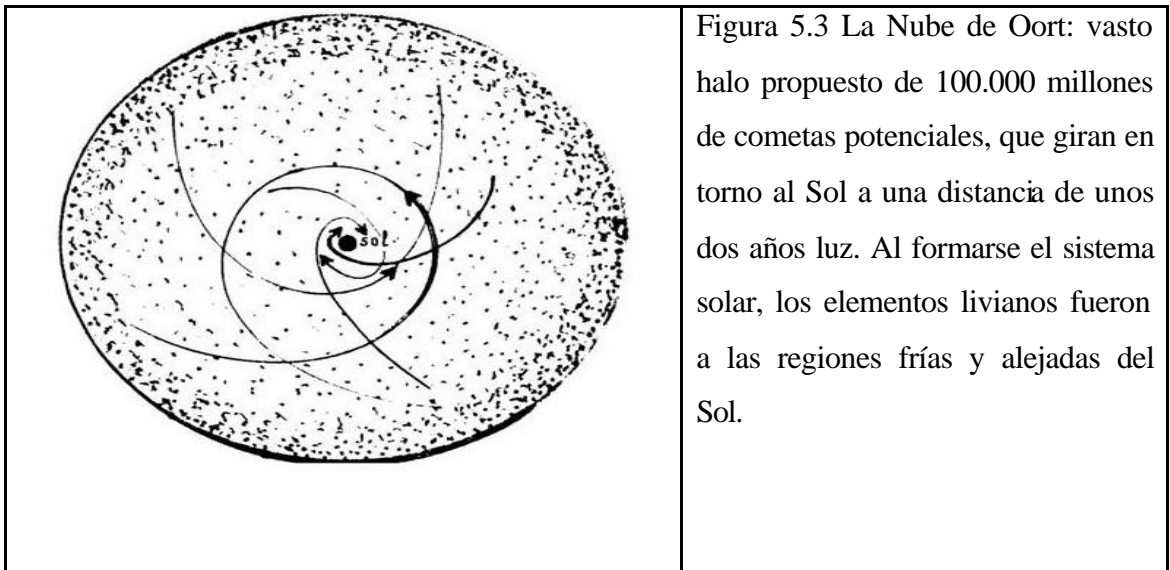
Figura 5.2 Trayectoria de un cometa: el cuerpo se desplaza con su cola en dirección contraria al Sol, a causa de la presión ejercida por el viento solar. La cola crece cuando el cometa se acerca al Sol y la ruta de paso queda contaminada con fragmentos cometarios que explican las noches de estrellas fugaces, cuando la Tierra entra a esa misma región.

**El cometa Halley:** se trata de un cometa periódico y retrógrado, el que ha sido observado en más ocasiones y el primero de los cometas en calificarse de periódico, prediciéndose su retorno. Como todos, ha sido instrumento para augurio de catástrofes y grandes acontecimientos.

Para conocer los pasos del Halley, cuyo **período es de 76 años**, es necesario hacer ajustes a algunos algoritmos, por efectos gravitacionales y no gravitacionales, como los producidos por los planetas a los cuales se aproxima el cometa en su perihelio.

De los pasos históricos, los de 1531, 1607, y 1682, registrados por Halley, son los más importantes por haberle servido al científico, cuyo nombre lleva el cometa, para el primer pronóstico cometario.

La segunda aparición es la del 85-86, ya que desde octubre de 1982 se le puede detectar anticipadamente con el telescopio de Monte Palomar. Posiblemente, por su espectacularidad, el retorno de 1910 fue más popular que los citados, por la majestuosidad del fenómeno y por las falsas expectativas que se generalizaron en el ambiente.





## 5.6. CARACTERÍSTICAS DE LOS PLANETAS DEL SISTEMA SOLAR

**Cuadro 5.4 Características de los planetas del sistema solar**

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
Distancia media del Sol (Km) x 10 <sup>6</sup>	57.9	108.2	149.6	227.9	778.3	1427	2869.6	4496.6	5900
Distancia media del Sol (U. A.)	0.387	0.723	1	1,524	5,203	9,539	19.18	30.06	39.44
Período sidéreo de revolución alrededor del Sol	88 d	224.7 d	365.26 d	687 d	11.86 a	29.46 a	84.01 a	164.8 a	247.7 a
Excentricidad de la órbita <sup>1</sup>	0.206	0.007	0.017	0.093	0.048	0.056	0.047	0.009	0.25
Período de rotación (sidéreo)	58.646 d	243.16 d	23h56m 4s	24h37m 23s	9h50m3 0s	10h39m 24s±7s	~16.8 h	~18 h	6.39 d

Guía Astronómica. EL SISTEMA SOLAR

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
Velocidad orbital media (Km/s)	47.85	35.02	29.78	24.15	13.03	9.65	6.8	5,44	5.75
Inclinación de la órbita respecto de la eclíptica	7°	3°,4	0°	1°.9	1°.3	2°.5	0.8°	1.8°	17.2°
Inclinación del eje respecto a la perpendicular del plano de la órbita	2°	3°	23°27'	23° 59'	3° 5'	26° 44'	82° 5'	28° 48'	?
Radio en el ecuador (Km)	2489 ± 18	6310	6378	3389,9	71714± 25	60330	26200	25225± 30	1530±1 20
Achatamiento <sup>2</sup>	0	0	0.003	0.009	0.06	0.1	0.06	0.02	?
Masa (Tierra = 1) <sup>3</sup>	0.055	0.815	1	0,108	318,1	95,147	14.6	17.2	0.1
Masa (porcenta	1.7x10 <sup>-5</sup>	2.48x10 <sup>-4</sup>	3.04x10 <sup>-4</sup>	3.3x10 <sup>-5</sup>	9,677	2.89x10 <sup>-2</sup>	4.4x10 <sup>-3</sup>	5.28x10 <sup>-3</sup>	3.0x10 <sup>-5</sup>

Gonzalo Duque-Escobar

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
je de la masa del Sol)					$\times 10^{-2}$				
Densidad media (g/cm <sup>3</sup> )	5,432	5,248	5,52	3,933	1,33	0,674	1.24	1.66	1-2
Atmósfera componente principal	He(0.98) ) H(0.02)	CO <sub>2</sub> (0.96) ) N <sub>2</sub> (0.035)	N <sub>2</sub> (0.77) ) O <sub>2</sub> (0.21)	CO <sub>2</sub> (0.95) ) N <sub>2</sub> (0.027)	H <sub>2</sub> (0.89) ) He(0.11)	H <sub>2</sub> (0.89) ) He(0.21)	H <sub>2</sub> (0.89) ) He(0.11) ) CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> (0.89) ) He (0.11) CH <sub>4</sub>	?
Temperatura media de la superficie (°C de día)	350	482	22	-23	-148	-179	-215	-218	-230
Aceleración de la gravedad (Tierra=1)	0.37	0.88	1	0,38	2,64	1,15	1.17	1.18	?
Constante solar (Tierra = 1) <sup>4</sup>	6.68	1.91	1	0.43	0.037	0.011	$2.7 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$6.4 \times 10^{-4}$
Número de lunas	0	0	1	2	15	15	12	8	1

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
principales									
Momento magnético (tesla cm <sup>3</sup> )	3.3x10 <sup>18</sup>	<1x10 <sup>18</sup>	8.06x10 <sup>21</sup>	≤2.5x10 <sup>17</sup>	≤1.55x10 <sup>26</sup>	4.6x10 <sup>24</sup>	?	?	?
Radio del núcleo (Km)	1800	3000	3486	1700	52000	28000	?	?	?
Distancia de las magnetopausas (radios de los planetas)	1,5	---	10	~1.3	~100	~23	?	?	?
Angulo entre el eje magnético y el eje de rotación	10°	---	10°	10°	10°	0.7±0.35			
Presión atmosférica en la superficie (bares)	2x10 <sup>-15</sup>	91	1	0.007	>>100	>>100	>>100	>>100	?
Albedo		0.77	0.30	0.15	0.45	0.61	0.35	0.35	?

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
Peso molecula r medio de la atmósfer a	---	44	29	44	2	2	3	3	

<sup>1</sup> La excentricidad es la relación entre la diferencia de los semiejes y el semieje mayor de la órbita.

<sup>2</sup> Se denomina achatamiento a la relación entre la diferencia de los radios ecuatorial y polar y el radio ecuatorial.

<sup>3</sup> Masa de la Tierra  $M_t = 5,976 \times 10^{27}$  g; masa de Júpiter  $M_j = 1,901 \times 10^{30}$  g; masa del Sol  $M_s = 1,966 \times 10^{33}$  g.

<sup>4</sup> Constante solar de la Tierra  $1.4 \times 10^6$  erg/cm<sup>2</sup> seg.

<sup>5</sup> Según datos de 1981 y años posteriores (Misión Voyager).

Los datos proceden de diferentes fuentes, la mayor parte se han tomado de D. Morrison, D. P. Cruikshank y J. A. Burns, "Introducing the Satellites", en Planetary Satellites, J. A. Burns, Editor, University of Arizona Press, pags 3 a 17, 1977. Se han corregido las cifras en los casos en que se disponía de datos más recientes. Estos han sido tomados de la bibliografía citada en el libro "Sol, Lunas y Planetas", Erhard Kepler. Editorial Salvat. 1986.

### 5.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUNAS PRINCIPALES

**Cuadro 5.5 Características de las lunas principales del sistema solar**

				CARACTERÍSTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
Nº	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
1	Tierra	Luna	---	3,844x10 <sup>5</sup> 60,2	27,3217 d	18,2 28,6	0,0549	1738	7,35 x10 <sup>25</sup>	3,344
2	Marte	Fobos	1877	6660 1,96 6,64	7,65 d	1,02	0,015	9,6/10, 7/13,5	9,6 x10 <sup>18</sup>	1,8 ± 0,5
		M1	Hall							
3		Deimos	1877	22500 6,64	30,30 h	1,82	0,00052	5,5/6,0 /7,5	9,6 x10 <sup>18</sup>	1,6
		M2	Hall							
4	Júpiter	Amaltea	1892	185740 2,59	11 h 44 m	0,4	0,003	135/70	~10 <sup>21</sup>	3,5 (?)
15	J5	Barnard	d							

				CARACTERISTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
N°	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/ radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
5		1979 J2 J15	1979  Voyager	2,217x10 <sup>5</sup> 3,15	16 h 11m 21,25 s	1,25		40		
6		Io J1	1610  Galileo	431000 6,01	42 h 27 m 4s	0	0	1816± 5	8,9 x10 <sup>25</sup>	3,55
7		Europa J2	1610  Galileo	6,86x10 <sup>5</sup> 9,57	3,551 d	0,5	0	1563± 5	4,87x1 0 <sup>25</sup>	3,05
8		Ganímedes J3	1610  Galileo	1,094x10 <sup>6</sup> 15,26	7,155 d	0,2	0,001	26,38± 10	1,49x1 0 <sup>26</sup>	1,94
9		Calisto J4	1610  Galileo	1,922x10 <sup>6</sup> 26,80	16,689 d	0,2	0,01	2410± 10	1,074x 10 <sup>24</sup>	1,83
10		Leda J13	1974  Kowal	1,122x10 <sup>7</sup> 156,4	240 d	26,7	0,146			
11		Himalia J6	1904  Perrine	1,15x10 <sup>7</sup> 160,4	250,6 d	27,6	0,158	60		
12		Elara J7	1904	1,175x10 <sup>7</sup> 163,8	259,8 d	24,8	0,207	20		

				CARACTERISTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
Nº	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/ radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
			Perrine							
13		Lisitea J10	1938 Nicholson	1,175x10 <sup>7</sup> 163,8	260 d	29	0,130	10		
14		Ananke J12	1951 Nicholson	2,10x10 <sup>7</sup> 292,8	625 d (R)	147	0,17	10		
15		Carme J11	1938 Nicholson	2,25x10 <sup>7</sup> 313,7	696 d (R)	164	0,21	12		
16		Pasifae J8	1908 Melotte	2,35x10 <sup>7</sup> 327,7	738,9 d (R)	145	20	20		
17		Sinope J9	1914 Nicholson	2,37x10 <sup>7</sup> 330,5	755 d (R)	153	11	11		
18		1978 J1 J14	1979 Voyager	129514 1,80±0,01	7 h 8 m	0	0	15 - 20		



				CARACTERISTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
N°	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/ radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
19		Anillo	1979  Voyager	800-6000  1,68-1,8						
20	Saturno 15 (4)	1980  S15	1980  Voyager 1	1,373x10 <sup>5</sup>  2,276	14 h 26 m 45 s	0,3	0,002	15		
21		1980  S14	1980  Voyager 1	1,394x10 <sup>5</sup>  2,310	14 h 42 m 43 s	0,0	0,003	110		
22		1980  S26	1980  Voyager 1	1,417x10 <sup>5</sup>  2,349	15 h 5 m  6 s	0,05	0,004	110		
23		1980  S10 (8)	1980  voyager 1	1,51422x 10 <sup>5</sup> 2,510	16 H 39 M 50 S	0,34	0,009	90 x 40		
24		1980  S11 (8)	1980  VOYAGER 1	1,51472X 10 <sup>5</sup> 2,511	16 H 40 M 19 S	0,14	0,007	100 x 90		

				CARACTERISTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
Nº	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/ radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
25		Mimas S1	1789 Herschel	1,862x10 <sup>5</sup> 3,086	22 h 36 m 29 s	1,5	0,021	195±5	8,7 x10 <sup>22</sup>	1,2 ± 0,1
26		Encélado S2	1789 Herschel	2,382x10 <sup>5</sup> 3,948	1,37 d	0	0,0044	250 ±10	8,4 x10 <sup>22</sup>	1,1 ± 0,6
27		Tetis S3	1684 Cassini	2,948x10 <sup>5</sup> 4,886	1,888 d	1,1	0	525 ± 10	6,2 x10 <sup>23</sup>	1,0 ± 0,1
28		Dione S4	1684 Cassini	3,777x10 <sup>5</sup> 6,261	2,737 d	0	0,0022	560 ± 10	1,16 x10 <sup>24</sup>	1,4 ± 0,1
29		1980 S12	1980 Voyager 1	3,7806x10 <sup>5</sup> 6,267		0,15				
30		Rea S5	1672 Cassini	5,275x10 <sup>5</sup> 8,744	4,518 d	0,4	0,001	760 ± 10	2,50 x10 <sup>24</sup>	1,33 ± 0,1
31		Titán S6	1655 Huygens	1,222x10 <sup>6</sup> 20,6	15,945 d	0,3	0,0289	2560 ± 26	1,345 x10 <sup>26</sup>	1,9±0,0 6

				CARACTERISTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
N°	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/ radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
32		Hiperión S7	1948/Bond Lassell	$1,481 \times 10^6$ 24,55	21,277 d	0,4	0,1042	407 x 241	?	?
33		Japeto S8	1671 Cassini	$3,563 \times 10^6$ 59,06	79,331 d	14,7	0,0283	$720 \pm$ 20	$2,8 \times 10^{24}$	$1,1 \pm 0,1$
34		Febe S9	1898 Pickering	$1,295 \times 10^7$ 214,71	550,45 d (R)	150	0,1633	150	?	?
35		Anillos A-F más de 1000 estructuras	1655 Huygens	72 610- 136 200  1,215- 2,26		0	0			1
36	Uranio 13	Miranda U5	1948 Kuiper	$1,301 \times 10^5$ 5,13	1,413 d	0	< 0,001	>150	$8,7 \times 10^{22}$	
37		Ariel U1	1851 Lassell	$1,918 \times 10^5$ 7,54	2,52 d	0	0,0028	>300	$1,3 \times 10^{24}$	

				CARACTERISTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
Nº	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/ radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
38		Umbriel U2	1851 Lassell	2,673x10 <sup>5</sup> 10,5	4,144 d	0	0,0035	>200	5,2 x10 <sup>23</sup>	
39		Titania U3	1787 Herschel	4,387x10 <sup>5</sup> 17,2	8,706 d	0	0,0024	>500	4,4 x10 <sup>24</sup>	
40		Oberón U4	1787 Herschel	5,866x10 <sup>5</sup> 23,0	13,463 d	0	0,0007	>400	2,5 x10 <sup>24</sup>	
41		1986	1986 Voyager 2							
42		1985 U1	1985 Voyager 2							
43		1986 U1	1986 Voyager 2							
44		1986	1986							

				CARACTERISTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
N°	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/ radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
		U2	Voyager 2							
45		1986 U3	1986 Voyager 2							
46		1986 U4	1986 Voyager 2							
47		1986 U5	1986 Voyager 2							
48		1986 U6	1986 Voyager 2							
49		Anillo	1979	44844 51055 1,718 1,956						
50	Neptuno	Tritón N1	1846 Lassell	$3,536 \times 10^5$ 14,02	5,877 d (R)	160	0	1820 - 2640		4,8 (min. 1,6)

				CARACTERISTICAS DE LA ORBITA				DIMENSIONES		
Nº	Planeta	Nombre de la Luna	Descubierta año	Radio medio de la órbita/km/ radio del planeta	Período de revolución (6)	Inclinación (1)	Excentricidad	Radio (Km) (7)	Masa (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
	6									
51		Nereida N2	1949 Kuiper	5,56x10 <sup>6</sup> 220,4	359,881 d	27,6	0,749	150		
52		Proteus	Voyager 2							
53		*	Voyager 2							
54		Despina	Voyager 2							
55		*	Voyager 2							
56		Thalassa	Voyager 2							
57		Naida	Voyager 2							
58	Plutón 1	Charon P1	1978 J. Christy	17500 11,44	6,4d	?	?	?	1,9 x10 <sup>20</sup>	

<sup>1</sup> Inclinación con respecto al ecuador del planeta.

Gonzalo Duque-Escobar

<sup>2</sup> Datos de las lunas de Marte procedentes de las mediciones de la misión Viking (v. *Journal of Geophysical Research* 84, vol. B 14, 1979. Los datos se refieren a radios, no a diámetros).

<sup>3</sup> Los datos de Júpiter proceden de las mediciones de la misión Voyager (v. *Science* 206, pag 925-996, 1979).

<sup>4</sup> Los datos de Saturno proceden de las mediciones de la Sonda Pioneer 11 (v. *Science* 207, pag 401-403, 1980) y Voyager 1 y 2 (*Science* 212, pag 159-243, 1981).

<sup>5</sup> Las masas de las lunas de Urano se basan en datos fotométricos, según Greenberg, *Icarus* 24, pag 325-32, 1975.

<sup>6</sup> R significa órbita retrógrada.

<sup>7</sup> El diámetro de las lunas se determinó en parte por las sondas espaciales (Marte, Júpiter, Saturno), en parte por la observación de eclipses de lunas, en parte por el albedo. En el caso de cuerpos irregulares se indican dimensiones características.

<sup>8</sup> Descubierta por Dolfus, se le denominó "Jano". La sonda Voyager 1 permitió ver que se trataba de dos lunas prácticamente en la misma órbita.

<sup>9</sup> Datos tomados del programa "Cápsula Científica" de la Radiodifusora Nacional de Colombia.

<sup>10</sup> Bautizando las lunas de Neptuno. Issac Asimov. *El Tiempo* 10 de febrero de 1991.

Fuente: "Sol, Lunas y Planetas", de Erhard Kepler. Editorial Salvat.