

5.1. SISTEMA SOLAR

Compuesto por ocho planetas, dos mil asteroides mayores, unos 100.000 millones de cometas y planetoides estimados en la nube de Oort, cuya zona más interior es el cinturón de Kiuper, de donde provienen los cometas de corto período y donde se han encontrado los mayores cuerpos transneptunianos, considerados planetas enanos, como Plutón. Además, gas y polvo y decenas de satélites de tamaño importante, donde Júpiter sólo alcanza a tener medio centenar. El Sol se desplaza a 20 km/seg respecto al patrón local de reposo hacia la estrella Vega de la constelación de la Lyra. En su familia, la del Sol, 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, están vecinos al Sol, son sólidos, densos, de rotación lenta, con pocos o ningún satélite y de atmósfera poco extensa y poco densa por la menor gravedad, los planetas mayores contrariamente 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; poseen una velocidad de rotación alta y muchos satélites. Plutón por su escasa masa y la consecuente estructura, ha perdido su estatus de planeta de primera categoría, y entra a ser miembro del grupo de planetas enanos. Es notable la excentricidad de su órbita y externa su ubicación respecto del sistema planetario principal.

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).

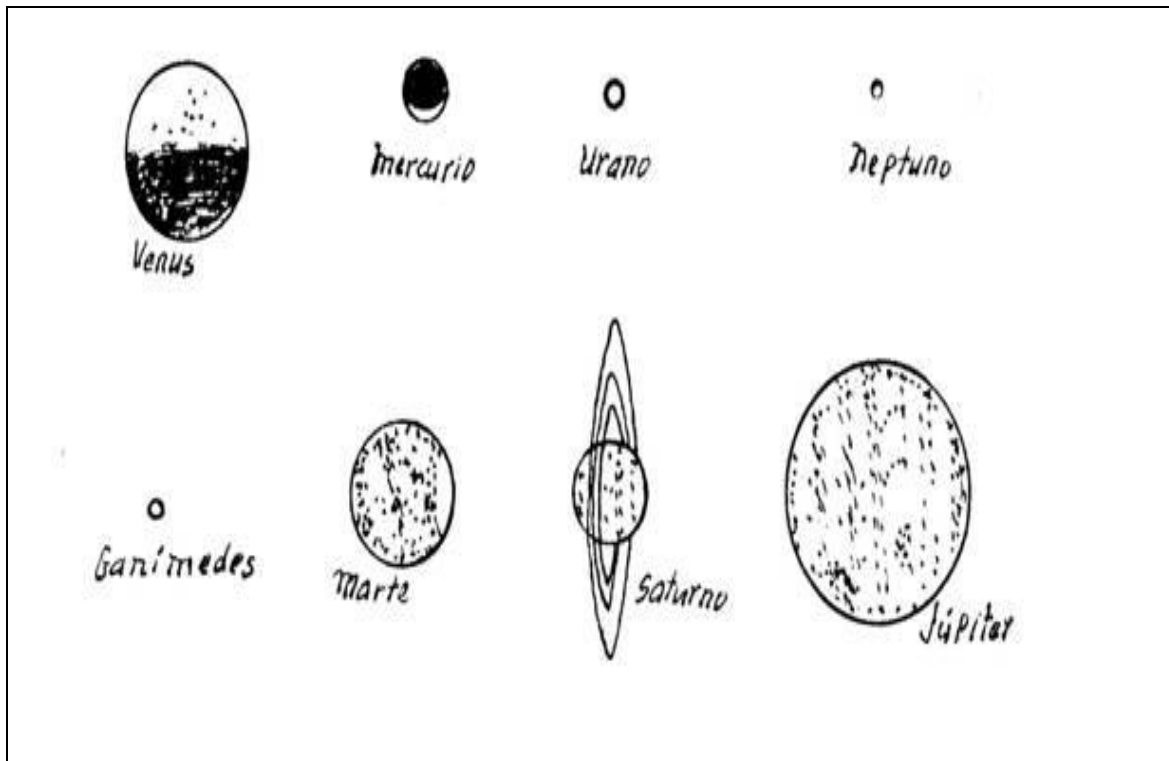


Figura 5.1 El Sistema Planetario: Comparación con los diámetros aparentes en el cielo.

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 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 proceso internos, son la mejor referencia para el estudio de las estrellas.

Cuadro 5.2 El Sol

<p>Radio: 6.9635×10^{10} cm = 109 veces el terrestre</p> <p>Superficie: 6.0936×10^{22} cm² = 11880 veces la terrestre</p> <p>Volumen: 1.4144×10^{33} cm³ = 1.306×10^6 veces el terrestre</p> <p>Masa: 1.993×10^{33} g = 332.270 veces la terrestre</p>	<p>Aceleración de la gravedad en la superficie:</p> <p>2.74×10^4 cm/seg² = 27.9 veces la terrestre</p> <p>Velocidad de rotación en el ecuador: 2.00 km/seg</p> <p>Densidad media: 1.409 g/cm³ = 0.25 veces la terrestre</p> <p>Producción energética: 3.98×10^{33} 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/cm² min</p> <p>Potencia de la radiación solar sobre toda la superficie terrestre:</p> <p>1.78×10^{24} erg/seg = 1.78×10^{14} 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: 1.496×10^{13} cm</p> <p>Distancia mínima (perihelio): 1.4688×10^{13} cm</p> <p>Distancia máxima (afelio): 1.5189×10^{13} 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 ⁶	14,6	134
		28	0,04	200000 x 10 ⁶	14,2	121
		70	0,1	135000 x 10 ⁶	12,6	85,5
		139	0,2	45900 x 10 ⁶	9,35	36,4
		209	0,3	11600 x 10 ⁶	6,65	12,9
		279	0,4	2670 x 10 ⁶	4,74	4,13
		348	0,5	605 x 10 ⁶	3,42	1,30
		418	0,6	137 x 10 ⁶	2,49	0,405
		488	0,7	30 x 10 ⁶	1,8	0,124
		556	0,8	6,11 x 10 ⁶	1,28	0,035
	Transporte de energía por corrientes de convección. Capas inestables	585	0,84	3,01 x 10 ⁶	1,04	2 x 10 ⁻²
		627	0,9	0,78 x 10 ⁶	0,605	9 x 10 ⁻³
		682	0,98	0,011 x 10 ⁶	0,111	8 x 10 ⁻⁴
		*				
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 ⁻⁷
				0,08	5800	2 x 10 ⁻⁷
				0,006	4300	3 x 10 ⁻⁸
Borde del Sol	Borde del disco solar luminoso	696	1	0,006	4300	3 x 10 ⁻⁸
Cromosfera	Capa fina de tonalidad	698	1,003		5000	1 x 10 ⁻¹¹

Composición del Sol por capas						
		Distancia del centro		Presión atmósferas	Temperatura °C Millones	Densidad g/cm
		100 km	R			
	rojiza en eclipses de Sol; en ella filamentos y erupciones	700	1,006		5000	7×10^{-13}
		702	1,009		6300	1×10^{-13}
		704	1,012		300000	2×10^{-15}
		716	1,03		1	5×10^{-16}
Corona	Envoltura muy dispersa (visible en eclipses de Sol) luminosa, en forma de radiación; en ella hay alojadas protuberancias	1392	2			5×10^{-18}
		2088	3			5×10^{-19}
		2784	4			2×10^{-19}
		* Grosor de la capa: aproximadamente 100,000 km				

Fuente. Diccionario Rioduero. Física del Espacio.

5.3. LOS PLANETAS

Según la resolución adoptada por la Unión Astronómica Internacional (UAI) en agosto de 2006, precedida por dos años de debates y 10 días de controvertidas sesiones en la capital checa, los planetas y sus cuerpos en nuestro Sistema Solar se definen en tres categorías, de la siguiente manera:

- *Primera categoría:* "Un planeta es un cuerpo celeste que está en órbita alrededor del Sol, que tiene suficiente masa para tener gravedad propia para superar las fuerzas rígidas de un cuerpo de manera que asuma una forma equilibrada hidrostática, es decir, redonda, y que ha despejado las inmediaciones de su órbita".
- *Segunda categoría:* "Un planeta enano es un cuerpo celeste que está en órbita alrededor del Sol, que tiene suficiente masa para tener gravedad propia para superar las fuerzas rígidas de un cuerpo de manera que asuma una forma equilibrada hidrostática, es decir, redonda; que no ha despejado las inmediaciones de su órbita y que no es un satélite."

- *Tercera categoría:* "Todos los demás objetos que orbitan alrededor del Sol son considerados colectivamente como cuerpos pequeños del Sistema Solar.

En el grupo de los Planetas Primera Categoría, para nuestro Sistema Solar, existen dos subdivisiones notables: la de los planetas terrestres, que son Mercurio, Venus, Tierra y Marte; y la de los planetas mayores, y que a su turno permite diferenciar el grupo de Júpiter y Saturno, del grupo de Urano y Neptuno.

En la Segunda Categoría, la de los Planetas Enanos, el Sistema Solar incluye cuerpos celestes como Ceres, Plutón, Sedna y Quaoar. Salvo Ceres, Plutón y los otros dos son cuerpos asociados al Cinturón de Kuiper, una zona en forma de disco ubicada más allá de Neptuno entre 30 y 50 UA que se explora, y que contiene miles de cometas y objetos planetarios. El propio Plutón, Caronte, Sedna, Quaoar, Eris y UB313, serían ejemplos de tales cuerpos transneptunianos.

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°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.

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 estas 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

Plutón, excluido de la familia de planetas, es un planeta enano 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 dan nombres masculinos y a los otros nombres femeninos. El tercer grupo es el de los **Troyanos**, 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 ya de la **Nube de Oort** a 100.000 U. A. (α Centauro está a 275.000 U. A.), para el caso de los cometas de período largo período, ya **del Cinturón de Kuiper** localizado entre 30 y 100 UA para los de período corto, y de donde salen por perturbaciones de gravedad al paso de estrellas.

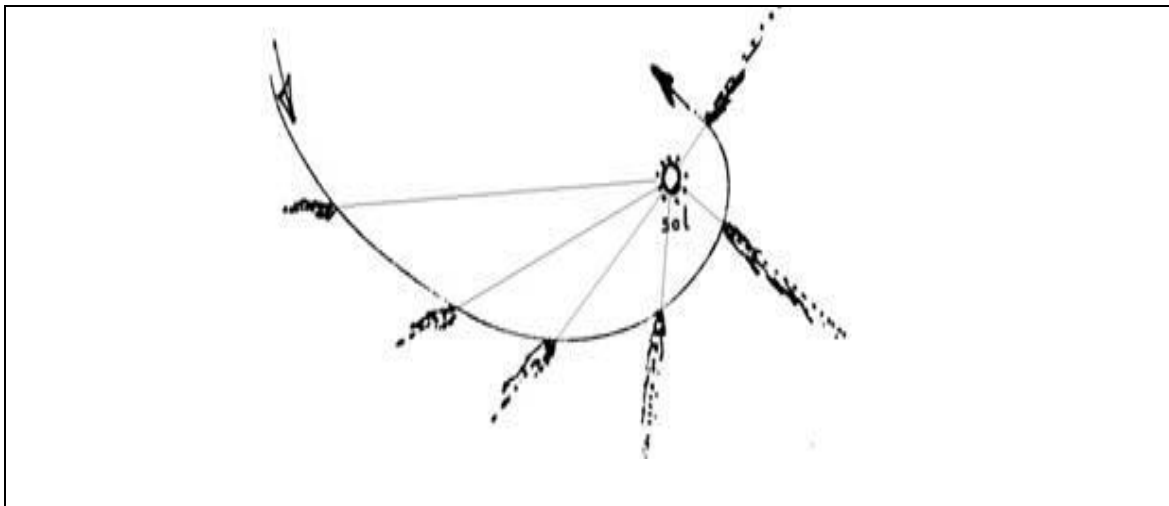


Figura 5.2 Trayectoria de un cometa: el cuerpo se desplaza con su cola en dirección contraria al Sol, a causa de la presión ejercida por el viento solar.

El núcleo de hielo sucio es amoníaco, CO₂, Metano, H₂O 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.

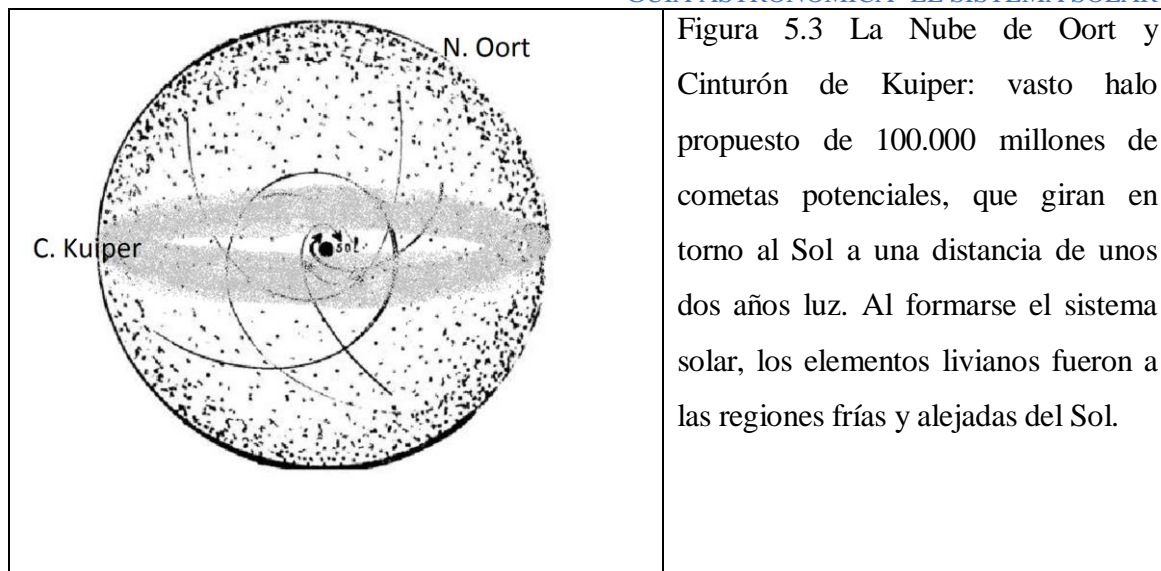
La cola de un cometa crece cuando se acerca al Sol, y la ruta de paso queda contaminada con fragmentos cometarios que explican las noches de estrellas fugaces, cuando la Tierra transita por a esa misma región.

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.



5.7. 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 ⁶	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

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
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 ¹	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	23h56m4s	24h37m23s	9h50m30s	10h39m24s±7s	~16.8 h	~18 h	6.39 d
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'	?

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
Radio en el ecuador (Km)	2489 ± 18	6310	6378	3389,9	71714± 25	60330	26200	25225± 30	1530±1 20
Achatamiento ²	0	0	0.003	0.009	0.06	0.1	0.06	0.02	?
Masa (Tierra = 1) ³	0.055	0.815	1	0,108	318,1	95,147	14.6	17.2	0.1
Masa (porcentaje de la masa del Sol)	1.7x10 ⁻⁵	2.48x10 ⁻⁴	3.04x10 ⁻⁴	3.3x10 ⁻⁵	9,677 x10 ⁻²	2.89x10 ⁻²	4.4x10 ⁻³	5.28x10 ⁻³	3.0x10 ⁻⁵
Densidad media (g/cm ³)	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 ₂ (0.96)) N ₂ (0.035)	N ₂ (0.77)) O ₂ (0.21)	CO ₂ (0.95)) N ₂ (0.027)	H ₂ (0.89)) He(0.11)	H ₂ (0.89)) He(0.21)	H ₂ (0.89)) He(0.11)) CH ₄	H ₂ (0.89)) He (0.11) CH ₄	?
Temperatura media de la superficie (°C de día)	350	482	22	-23	-148	-179	-215	-218	-230
Aceleración de la	0.37	0.88	1	0,38	2,64	1,15	1.17	1.18	?

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
gravedad (Tierra=1)									
Constante solar (Tierra = 1) ⁴	6.68	1.91	1	0.43	0.037	0.011	2.7×10^{-3}	1.1×10^{-3}	6.4×10^{-4}
Número de lunas principales	0	0	1	2	15	15	12	8	1
Momento magnético (tesla cm ³)	3.3×10^{18}	$<1 \times 10^{18}$	8.06×10^{21}	$\leq 2.5 \times 10^{17}$	$\leq 1.55 \times 10^{26}$	4.6×10^{24}	?	?	?
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			

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JUPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTON
Presión atmosférica en la superficie (bares)	2×10^{-15}	91	1	0.007	>>100	>>100	>>100	>>100	?
Albedo		0.77	0.30	0.15	0.45	0.61	0.35	0.35	?
Peso molecular medio de la atmósfera	---	44	29	44	2	2	3	3	

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

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

³ 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.

⁴ Constante solar de la Tierra 1.4×10^6 erg/cm² seg.

⁵ Según datos de 1981 y años posteriores (Misión Voyager).

NOTA: 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.

5.8. 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 ³)
1	Tierra	Luna	---	3,844x10 ⁵ 60,2	27,3217 d	18,2 28,6	0,0549	1738	7,35 x10 ²⁵	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 ¹⁸	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 ¹⁸	1,6
		M2	Hall							
4	Júpiter	Amaltea	1892	185740 2,59	11 h 44 m	0,4	0,003	135/70	~10 ²¹	3,5 (?)
		J5	Barnard							

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

				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 ³)
5		1979 J2 J15	1979 Voyager	2,217x10 ⁵ 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 ²⁵	3,55
7		Europa J2	1610 Galileo	6,86x10 ⁵ 9,57	3,551 d	0,5	0	1563± 5	4,87x1 0 ²⁵	3,05
8		Ganímides J3	1610 Galileo	1,094x10 ⁶ 15,26	7,155 d	0,2	0,001	26,38± 10	1,49x1 0 ²⁶	1,94
9		Calisto J4	1610 Galileo	1,922x10 ⁶ 26,80	16,689 d	0,2	0,01	2410± 10	1,074x 10 ²⁴	1,83
10		Leda J13	1974 Kowal	1,122x10 ⁷ 156,4	240 d	26,7	0,146			
11		Himalia J6	1904 Perriene	1,15x10 ⁷ 160,4	250,6 d	27,6	0,158	60		

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

				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 ³)
12		Elara J7	1904 Perri ne	1,175x10 ⁷ 163,8	259,8 d	24,8	0,207	20		
13		Lisitea J10	1938 Nich olson	1,175x10 ⁷ 163,8	260 d	29	0,130	10		
14		Ananke J12	1951 Nich olson	2,10x10 ⁷ 292,8	625 d (R)	147	0,17	10		
15		Carme J11	1938 Nich olson	2,25x10 ⁷ 313,7	696 d (R)	164	0,21	12		
16		Pasifae J8	1908 Mel otte	2,35x10 ⁷ 327,7	738,9 d (R)	145	20	20		
17		Sinope J9	1914 Nich olson	2,37x10 ⁷ 330,5	755 d (R)	153	11	11		

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

				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 ³)
18		1978 J1 J14	1979 Voyager	129514 1,80+0,01	7 h 8 m	0	0	15 - 20		
19		Anillo	1979 Voyager	800-6000 1,68-1,8						
20	Saturno 15 (4)	1980 S15	1980 Voyager 1	1,373x10 ⁵ 2,276	14 h 26 m 45 s	0,3	0,002	15		
21		1980 S14	1980 Voyager 1	1,394x10 ⁵ 2,310	14 h 42 m 43 s	0,0	0,003	110		
22		1980 S26	1980 Voyager 1	1,417x10 ⁵ 2,349	15 h 5 m 6 s	0,05	0,004	110		
23		1980 S10 (8)	1980 voyager 1	1,51422x 10 ⁵ 2,510	16 H 39 M 50 S	0,34	0,009	90 x 40		

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

				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 ³)
24		1980 S11 (8)	1980 VOYAGER 1	1,51472X 10 ⁵ 2,511	16 H 40 M 19 S	0,14	0,007	100 x 90		
25		Mimas S1	1789 Herschel	1,862x10 ⁵ 3,086	22 h 36 m 29 s	1,5	0,021	195±5	8,7 x10 ²²	1,2 ± 0,1
26		Encélado S2	1789 Herschel	2,382x10 ⁵ 3,948	1,37 d	0	0,0044	250 ±10	8,4 x10 ²²	1,1 ± 0,6
27		Tetis S3	1684 Cassini	2,948x10 ⁵ 4,886	1,888 d	1,1	0	525 ± 10	6,2 x10 ²³	1,0 ± 0,1
28		Dione S4	1684 Cassini	3,777x10 ⁵ 6,261	2,737 d	0	0,0022	560 ± 10	1,16 x10 ²⁴	1,4 ± 0,1
29		1980 S12	1980 Voyager 1	3,7806x10 ⁵ 6,267		0,15				

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

				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 ³)
30		Rea S5	1672 Cassini	5,275x10 ⁵ 8,744	4,518 d	0,4	0,001	760 ± 10	2,50 x10 ²⁴	1,33 ± 0,1
31		Titán S6	1655 Huygens	1,222x10 ⁶ 20,6	15,945 d	0,3	0,0289	2560 ± 26	1,345 x10 ²⁶	1,9±0,0 6
32		Hiperión S7	1948 /Bond Lassell	1,481x10 ⁶ 24,55	21,277 d	0,4	0,1042	407 x 241	?	?
33		Japeto S8	1671 Cassini	3,563x10 ⁶ 59,06	79,331 d	14,7	0,0283	720 ± 20	2,8x10 ²⁴	1,1±0,1
34		Febe S9	1898 Pickering	1,295x10 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

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

				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 ³)
36	Urano 13	Miranda U5	1948 Kuiper	1,301x10 ⁵ 5,13	1,413 d	0	< 0,001	>150	8,7 x10 ²²	
37		Ariel U1	1851 Lassell	1,918x10 ⁵ 7,54	2,52 d	0	0,0028	>300	1,3 x10 ²⁴	
38		Umbriel U2	1851 Lassell	2,673x10 ⁵ 10,5	4,144 d	0	0,0035	>200	5,2 x10 ²³	
39		Titania U3	1787 Herschel	4,387x10 ⁵ 17,2	8,706 d	0	0,0024	>500	4,4 x10 ²⁴	
40		Oberón U4	1787 Herschel	5,866x10 ⁵ 23,0	13,463 d	0	0,0007	>400	2,5 x10 ²⁴	
41		1986	1986 Voyager 2							
42		1985 U1	1985 Voy							

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

				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 ³)
			ager 2							
43		1986 U1	1986 Voyager 2							
44		1986 U2	1986 Voyager 2							
45		1986 U3	1986 Voyager 2							
46		1986 U4	1986 Voyager 2							
47		1986 U5	1986 Voyager 2							

GUÍA ASTRONÓMICA- EL SISTEMA SOLAR

				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 ³)
48		1986 U6	1986 Voyager 2							
49		Anillo	1979	44844 51055 1,718 1,956						
50	Neptuno 6	Tritón N1	1846 Lassell	3,536x10 ⁵ 14,02	5,877 d (R)	160	0	1820 - 2640		4,8 (min. 1,6)
51		Nereida N2	1949 Kuiper	5,56x10 ⁶ 220,4	359,881 d	27,6	0,749	150		
52		Proteus	Voyager 2							
53		*	Voyager 2							
54		Despina	Voyager 2							

GUÍA ASTRONÓMICA- EL 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 ³)
55		*	Voyager 2							
56		Thalassa	Voyager 2							
57		Naida	Voyager 2							
58	Plutón	Charon	1978	17500	6,4d	?	?	?	1,9 x10 ²⁰	
	1	P1	J. Christy	11,44						

¹ Inclinación con respecto al ecuador del planeta.

² 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.

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

⁴ 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).

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

⁶ R significa órbita retrógrada.

⁷ 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.

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

⁹ Datos tomados del programa "Cápsula Científica" de la Radiodifusora Nacional de Colombia.

¹⁰ Bautizando las lunas de Neptuno. Issac Asimov. El Tiempo 10 de febrero de 1991.

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

5.9. ASTEROIDES ACECHANDO LA TIERRA

A- Encuentro del 2011 MD, con la Tierra

Desde Nuevo México se informa sobre un asteroide denominado 2011 MD, un asteroide de 13 metros de diámetro, transita los cielos a una velocidad de entre 250 y 300 kilómetros por hora, recorriendo una órbita más cercana que la distancia a la Luna.

En su máximo acercamiento este cuerpo celeste pasará el lunes 27 de junio a unos 12 mil kilómetros de la Tierra, sobre el Atlántico Sur cerca a la Antártida, sobrevolando a plena luz del día a una distancia 32 veces menor que la existente a la Luna. Según la oficina del programa de objetos cercanos a la Tierra de JPL, probablemente cada seis años en promedio un objeto de este tamaño se acerca así a la Tierra

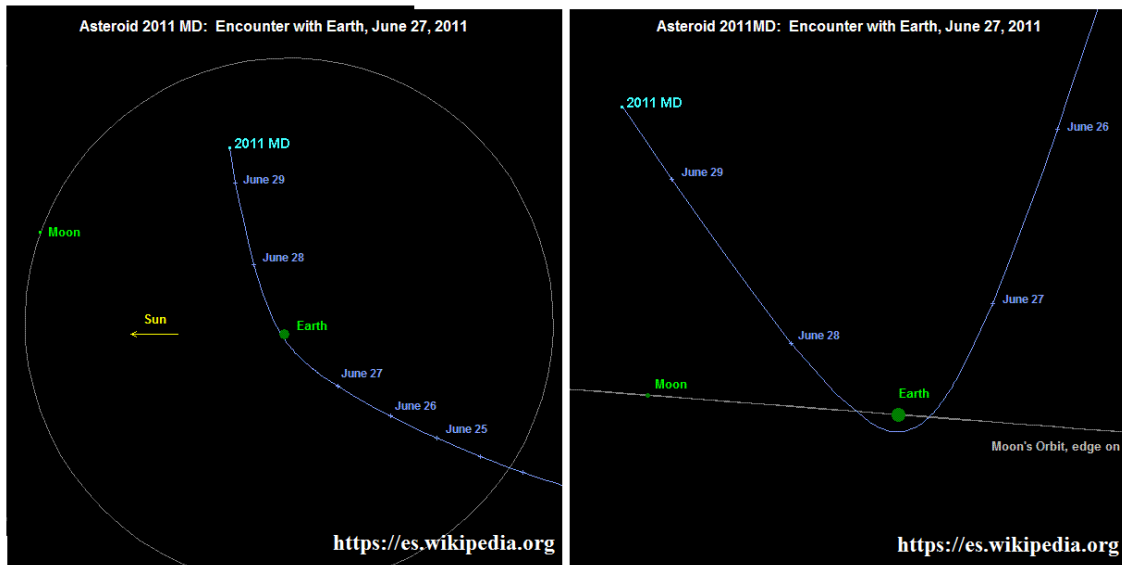


Figura 5.4: Trayectoria del asteroide 2011 MD, según SpaceWeather, en <https://es.wikipedia.org>

2011 MD muestra un período orbital estimado por JPL de Nasa (Otto Matic) en 1,09 años y un brillo que permite valorar un tamaño entre una y dos decenas de metros para el asteroide. El objeto estaría al alcance de telescopios medianos en Colombia, hacia las 4:30 A.M. de este lunes.

El hallazgo fue hecho el miércoles por telescopios robóticos destinados al rastreo de objetos cercanos del programa NEOs. La órbita del asteroide será modificada al deflectarse por efecto del campo gravitacional de la Tierra. Según el JPL, en promedio cada seis años suele acercarse a la Tierra un objeto de ese tamaño, incursionando a las órbitas de los satélites geoestacionarios y chatarra espacial, con baja probabilidad de una colisión. De entrar a la atmósfera un objeto de tamaño similar, se quemaría.

*Observatorio Astronómico de Manizales OAM, Manizales, 24/06/2011

B. Florence se acerca a la Tierra

El viernes 1 de septiembre de 2017, Florence, el asteroide más grande visto en los últimos 20 años (desde que se estableció el programa de detección), con 4,4 kilómetros de tamaño de acuerdo con las mediciones del telescopio espacial Spitzer de la NASA y de la misión de NEOWISE, y de 858 días de período orbital, pasará 18 veces más lejos que la Luna.

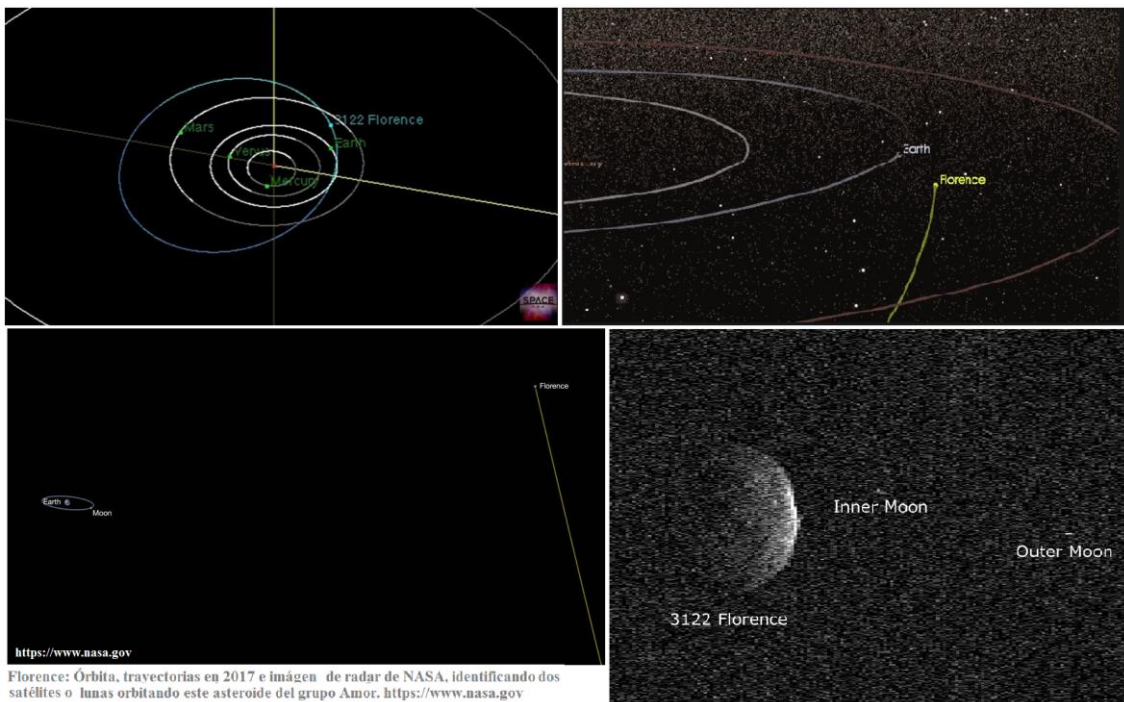


Figura 5.5. Órbita y Trayectoria del asteroide Florence en 2017: Ubicación de la excéntrica órbita de este enorme asteroide del grupo Amor, y paso a gran distancia del sistema Tierra-Luna, en 2017.

Según la NASA, este Objeto Próximo a la Tierra NEO que pasó cerca de la Tierra en el año 1980, y que dentro de 500 años tendría una trayectoria potencialmente peligrosa,

será visible con telescopios pequeños atravesando las constelaciones de Piscis Austrinus, Capricornus, Aquarius y Delphinus.

Los expertos podrán reconstruir imágenes de la superficie de ‘Florence’ desde el radiotelescopio de Arecibo, con una precisión de al menos 10 metros. De otro lado, la NASA dio a conocer que el próximo NEO en rozar nuestro planeta es el asteroide 2012 TC4 de 15 metros de tamaño, que pasará el 12 de octubre de 2017 a sólo 50 mil kilómetros, pero que dado su tamaño no representa peligro alguno.

Lecturas complementarias

Huracanes y terremotos: ¿y cómo está Colombia?

El Ciclo geológico

La Luna Roja de Octubre 8 de 2014

El desastre de Armero a los 30 años de la erupción del Ruiz.

La Aurora. V.S. la Reserva de Río Blanco.

La encrucijada ambiental de Manizales.

Riesgo en zonas de montaña por laderas inestables y amenaza volcánica.

Retrospectiva de la Constitución Política.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
(1867-2017)



GUÍA ASTRONÓMICA

Gonzalo Duque-Escobar

MANIZALES, 2017

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1700/>

Anexo 1: [Agua y Clima](#)

.

Anexo 2: [Calentamiento global en Colombia](#)

.

Anexo 3: [Aspectos geofísicos y amenazas naturales en los Andes de Colombia.](#)

.

Anexo 4: [El camino a las estrellas.](#)

.

Anexo 5: [Isaac Newton](#)

.

Anexo 6: [Albert Einstein](#)

Anexo 7: [Stephen Hawking](#)

.

Anexo 8: [La Luna](#)

.

Anexo 9: [Manual de geología para ingenieros](#)

.

Anexo 10: [Cultura y Astronomía \(C&A\)](#)

.

Anexo 11: [Economía para el constructor](#)

.

Anexo 12: [Textos “verdes”](#)

.

[El Autor:](#) Gonzalo Duque-Escobar

HOME:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1700/>

CONTENIDO: PRESENTACIÓN. GUÍA Nº 1. HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA. GUÍA Nº 2. COORDENADAS ASTRONÓMICAS. GUÍA Nº 3. ELEMENTOS DE MECÁNICA PLANETARIA. GUÍA Nº 4. TIEMPO Y CALENDARIOS. GUÍA Nº 5. EL SISTEMA SOLAR. GUÍA Nº 6. SOL, LUNAS Y PLANETAS. GUÍA Nº 7. COSMOGRAFÍA. GUÍA Nº 8. ELEMENTOS DE ASTROFÍSICA. GUÍA Nº 9. LAS ESTRELLAS. GUÍA Nº 10. LAS GALAXIAS. GUÍA Nº 11. EL UNIVERSO. GUÍA Nº 12. TEORÍAS COSMOGÓNICAS. GUÍA Nº 13. ASTRONOMÍA EN COLOMBIA. BIBLIOGRAFÍA

A la Universidad Nacional de Colombia en sus 150 años.