

**Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales
Observatorio Astronómico de Manizales OAM**

La Luna



Gonzalo Duque Escobar
Manizales, julio 20 de 2009



Datos básicos de la Luna

- La Luna es el satélite natural del planeta Tierra, y con el Sol es la **responsable de las mareas**.
- La distancia media entre los centros de la Tierra y de la Luna es 384.400 km, por lo que la **luz solar reflejada sobre ella tarda 1,3 seg** en llegar a la tierra. Ver Imagen.

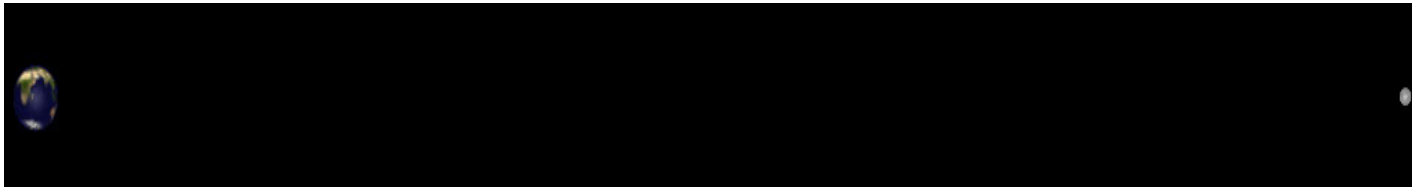
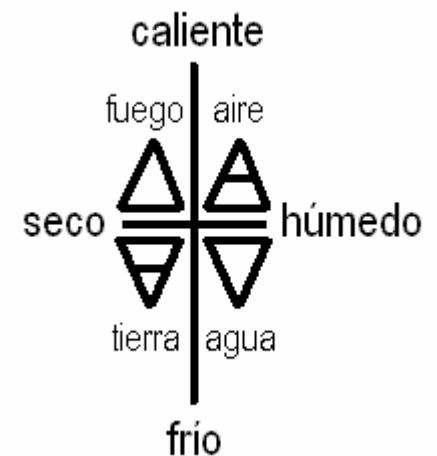


Imagen: <http://es.wikipedia.org/wiki/Luna>

- El **periodo orbital de la luna, igual al de rotación**, es de 27 días 7 h 44 min: en consecuencia, siempre apreciamos su misma cara desde la Tierra.
- El **diámetro** lunar de 3.474 km es de menos de un tercio del terrestre que varía entre 12.757 km y 12.714 km.
- La **masa** terrestre es 81 veces mayor que la lunar, y la gravedad en la superficie terrestre 6 veces superior.
- La Luna **no posee atmósfera**, por lo que su temperatura superficial media varía entre +117°C en el día y -153°C en la noche.

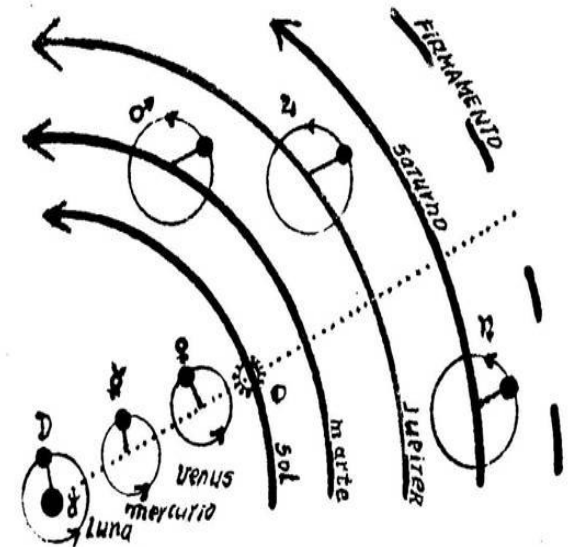
El modelo aristotélico

- La teoría aristotélica explica **la caída y movimiento de los cuerpos**, afirmando que ellos buscan su lugar propio, dependiendo de su mayor o menor balance de gravedad y levedad. Entre los cuatro elementos, el elemento tierra presenta **máxima gravedad** y el elemento fuego, **máxima levedad**.
- El modelo aristotélico contempla la **Tierra** quieta en el centro del Universo y rodeada primero por tres esferas materiales sucesivas de **agua, aire y fuego**. Esto en **el espacio sublunar**, que es el de las imperfecciones.
- Y más allá de estas esferas elementales, estará el **mundo supralunar** de la perfección. Allí, dentro de un conjunto concéntrico se ubicaban las esferas cristalinas y transparentes, primero de los planetas y luego de las estrellas.
- Esta **teoría geocéntrica** y de un Universo considerado finito, perdura hasta el Siglo XVI cuando Copérnico cambia el concepto.



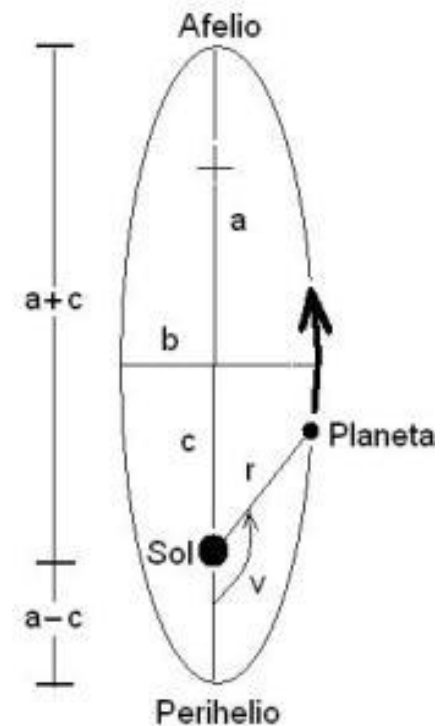
La filosofía

- La súper nova de 1572 visible de día, conmovió a Tycho Brahe: no se mueve entre las estrellas, está con ellas, y por lo tanto **es del firmamento y no un fenómeno sublunar** o de la atmósfera. Además se advierte que el cielo cambiaba, lo que contradice a Aristóteles quien suponía inmutable la esfera supralunar.
- **El Plenum** de Descartes es un fluido material que ocupa todos los vacíos y que impulsa a los planetas, y por lo tanto es materia en forma de energía. Para Aristóteles el éter es el elemento material en el mundo supralunar, y en el sublunar lo son sus cuatro elementos.
- Contra **un espacio lleno de Éter**, Newton considera un espacio vacío a modo de contenedor.
- **El Vórtice de Descartes**, es lo que excluye del movimiento rectilíneo a los planetas.



Fuerza a distancia

- Para Descartes es el **Plenum** lo que hace que los planetas no tengan trayectoria rectilínea, sino circular y en torno a su respectivo **Vórtice**, que para ellos es el Sol como lo son los planetas para sus respectivas lunas en el sistema solar.
- **Descartes y Galileo** pensaban que Magnetismo y Gravedad eran algo mágico: para los mecanicistas, la influencia de los cuerpos materiales supone el contacto directo de la materia, requiriéndose como medio el Éter; para Newton existe **fuerza a distancia**.
- La filosofía mecanicista cartesiana no aceptaba el concepto de “**fuerza a distancia**” que propondrá Newton, quien no encuentra en sus experimentos el Plenum de Descartes, friccionando el péndulo con efecto medible: los resultados al sumergir los péndulos en agua, aceite y mercurio son demoledores para Descartes.



Julio Garavito Armero (1865 1920)

- Este el **más notable astrónomo Colombiano** de todos los tiempos nacido en Bogotá e Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia, fue director del Observatorio Astronómico Nacional en 1902, al centenario de haberse iniciado la magna obra. En 1970, a escasos meses de concluida la hazaña que llevó al hombre a la Luna, la Unión Astronómica Internacional UAI, asigna el nombre del colombiano Julio Garavito Armero a un conjunto de cráteres selenitas del lado oculto de la Luna:
- La propuesta para la UAI de Jorge Arias de Greiff **incluía al sabio Francisco José de Caldas, quien no fue aceptado** por haber sido prócer de la independencia, y en cierto modo no aplicar para este asunto donde no se aceptan militares y políticos.
- Sus investigaciones publicadas en *Los Anales de Ingeniería*, se suman entre otras labores científicas suyas, a su más importante trabajo titulado “*Fórmulas definitivas para el movimiento de la Luna*”, que es la aplicación de la **Dinámica Celeste** - considerada una de las la proezas más grandes de la mente humana- al estudio de los movimientos y fluctuaciones lunares.



Importancia de la Luna

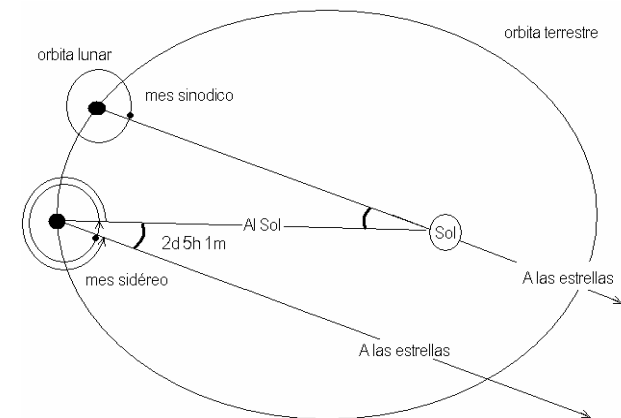
- Gracias a la Luna surgen los conceptos de semana y mes, fundamentales para los **calendarios** y por lo tanto para el desarrollo de las civilizaciones.
- La comprensión de los fenómenos celestes referidos a la Luna permitieron **integrar las leyes** que rigen el mundo sublunar y supralunar: **Galileo** descubre su real naturaleza al descubrir montes y cráteres; **Kepler** crea la ciencia Ficción con un cuento de un viaje a la Luna; y **Newton** demuestra la naturaleza de las mareas valorando la fuerza gravitacional en el sistema Luna-Tierra Sol con su Ley de Gravitación Universal.
- La Luna fue fundamental para orientar **la navegación** en los océanos y dar **posición** a las nuevas rutas y tierras descubiertas.
- La Luna por su tamaño es el **quinto satélite** del Sistema Solar, pero también el primer **eslabón** para la conquista de planeta Marte. No obstante, habrá que resolver las dificultades asociadas a la baja gravedad, a la alta radiación, al vacío, al ciclo sinódico (día y noche de 2 semanas), a los 270° en el contraste de temperaturas, y al polvo del ambiente lunar.
- La hazaña norteamericana por la llegada a la Luna hace 4 décadas, significó **un hito tecnológico** para la humanidad.

Calendarios

- Antiguamente **la sistematización del tiempo** para la organización de las actividades humanas, estaba basada en los ciclos lunares; hoy los diversos calendarios son solares por basarse en el ciclo que describe la Tierra alrededor del Sol.
- Dado que la Tierra tarda cerca de 365 y $\frac{1}{4}$ días en recorrer su órbita, la solución para las **casi seis horas sobrantes** de cada año que se van acumulando, da origen a un día bisiesto el 29 de febrero; excepto los años terminados en 00, ya que sólo son bisiestos si son múltiplos de 400.
- Y debido a que los 365 días del año **no son cantidades múltiplo de siete**, y por lo tanto el año tiene 52 semanas más casi un día sobrante, y que los meses no empiezan con luna llena ni son todos de 28 días: ni el año ni el mes inician los días lunes, que son el primer día de la semana.
- Otro problema, es que **las estaciones del año**, muy importantes para los países alejados del Ecuador y que definen la llegada del monzón y de los períodos secos y húmedos en el trópico andino, tampoco se acompañan con las semanas

Mes sideral y mes sinódico

- El **año trópico** que es el tiempo que tarda la Tierra en completar una vuelta completa, dura 365,242198 días de tiempo solar medio, que son 365 días 5 h 48 m 45,9 s.
- Similarmente, el **mes sideral**, que es el tiempo que tarda la Luna en dar una vuelta alrededor de la Tierra y que vale 27 d 7 h 43 min, es diferente al **mes sinódico** que es el período de tiempo de su revolución respecto al Sol, cuyo valor es de 29 d 12 h 44 min.
- **La diferencia** de 2 d 5 h 1 m, entre estas revoluciones lunares, es porque en este lapso la Tierra ha recorrido alrededor del Sol, cerca de 1/12 de su órbita.
- La **revolución sinódica** rige las fases de la Luna, los eclipses y las mareas terrestres causadas por la atracción gravitacional lunisolar.



La órbita lunar

- **La Luna describe una elipse con una excentricidad $e=0,05490$** en torno a la Tierra que se ubica en uno de sus focos, esta a 363.296 km del perigeo y a 405.504 km del apogeo. Su semieje mayor es de 384.399,1 km y la inclinación del plano orbital es de $5^{\circ} 08'$ respecto al de la órbita terrestre (eclíptica). La figura muestra los dos planos señalados, que se intersecan en la **línea de los nodos**, de interés para los eclipses de Luna y Sol que solo ocurren estando la Luna sobre ella, a causa de la inclinación. La longitud del nodo ascendente y la latitud del perigeo **varían cíclicamente** con el tiempo entre 0° y 360° , y no se las puede definir con un valor medio.

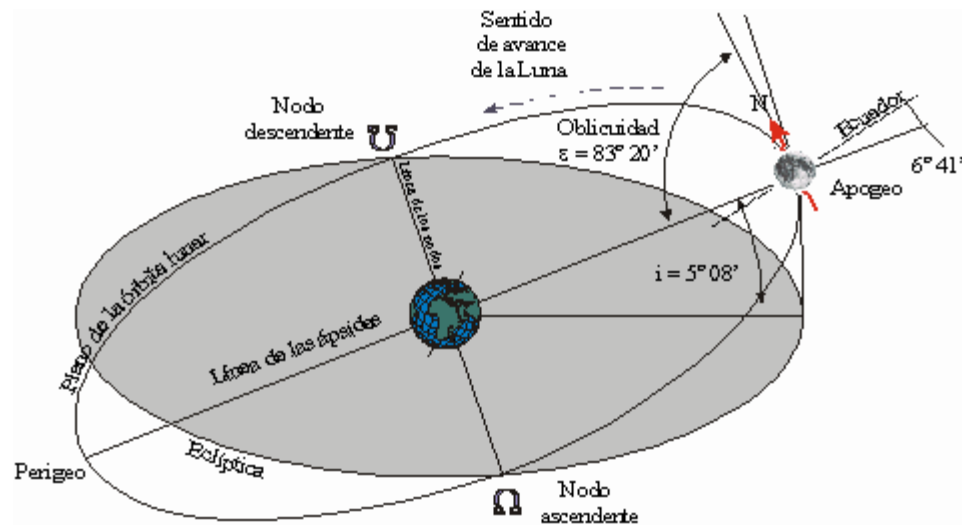
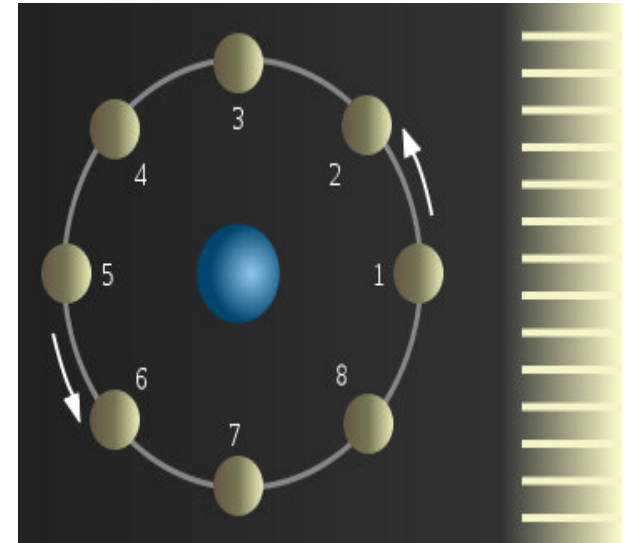


Figura: <http://www.mailxmail.com/curso-iniciacion-astronomia/>

Las 4 fases de la Luna

- En el mes lunar o sinódico, tiempo transcurrido entre dos novilunios, se dan cuatro fases de la Luna. Estando el Sol a la derecha estas son: a
- Imagen 1: **Luna nueva** o novilunio, es la fase de la Luna de cara al Sol y normalmente imposible de verla a simple vista, salvo cuando ocurre un eclipse total de Sol.
- Imagen 3: **Cuarto creciente**; cuando su orto por el Este, se da a las 12 del mediodía y su ocaso por el oeste a las 12 de la media noche.
- Imagen 5: **Luna llena** o plenilunio, se da a la mitad el mes lunar, cuando la Luna está del lado contrario del Sol, lo que favorece su vista completamente iluminada.
- Imagen 7: **Cuarto menguante**, cuando su orto es aproximadamente a la media noche 12 p.m. y se oculta hacia las 12:00 del mediodía.
- El mes sinódico o tiempo transcurrido entre dos novilunios, es de 29 días, 12 horas, 43 minutos y 12 segundos.



Eclipses de Sol y de Luna

- Los eclipses en el sistema Tierra-Luna sólo ocurren cuando el Sol, la Tierra y la Luna están alineados, lo que supone como **condición necesaria**, además de la fase llena o nueva, que la Luna esté en la **línea de los nodos**. Los eclipses se dividen en dos grupos:
- **El eclipse lunar**, que sólo puede ocurrir en luna llena, se da cuando La Tierra se interpone entre el Sol y la luna, oscureciéndose por la primera a esta última. Y los eclipses lunares a su vez pueden ser totales, parciales o de penumbra, según la Luna pase en su totalidad o en parte por el cono de sombra, o únicamente por por la penumbra.
- **El eclipse solar**, que sólo se da en la luna nueva, ocurre cuando La Luna se interpone entre el Sol y la Tierra oscurece el Sol. Estos eclipses a su vez puede ser totales, parciales o anulares. Dado que la distancia a la Luna y al Sol varían, el anular se da cuando al estar la Luna más alejada de la Tierra, no se alcanza a cubrir todo el disco solar. Si ocurre lo contrario será un eclipse total de Sol de gran duración. El parcial ocurre cuando el alineamiento es imperfecto.

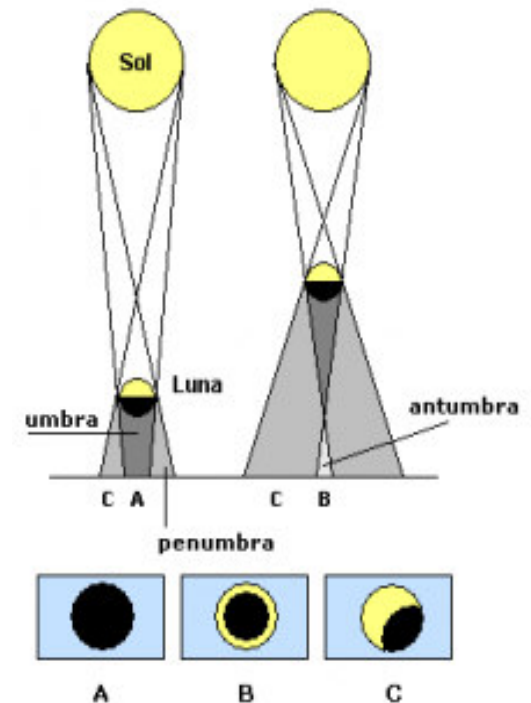
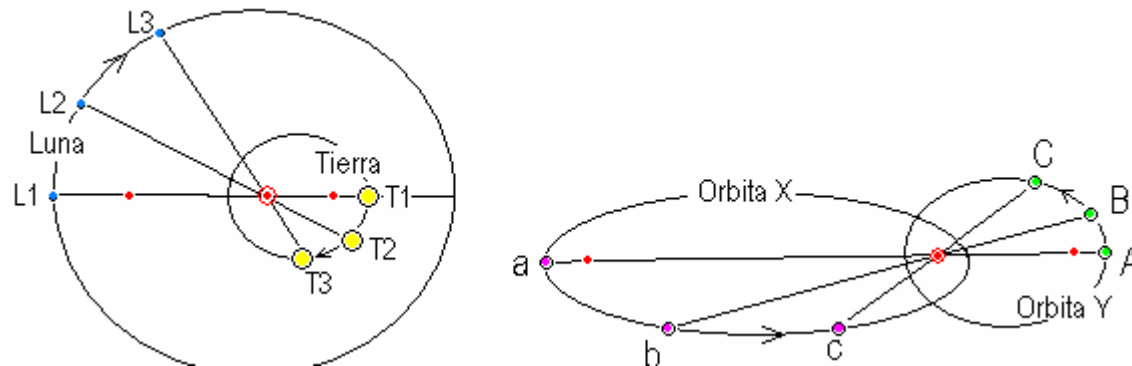


Imagen:

<http://quintogradomav.wordpress.com>

El centro de masa

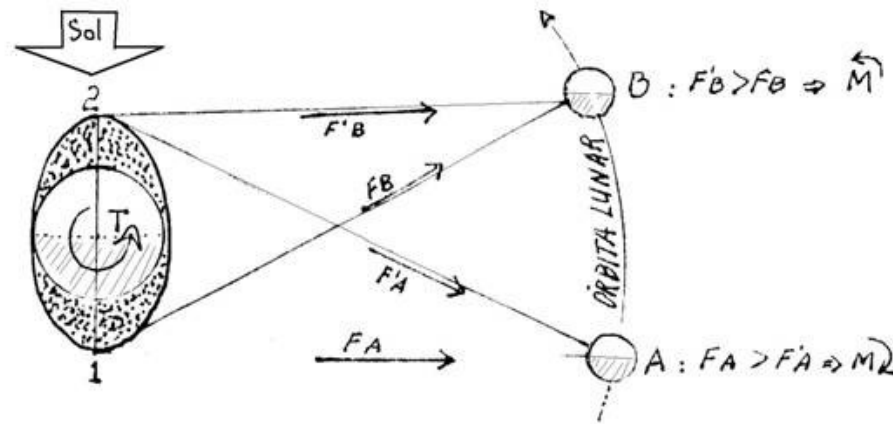
- Dado que la **masa lunar es significativa**, la Luna y la Tierra se comportan como **un sistema doble**. Sus órbitas coplanares tienen **un foco común** en el Centro de masa de los dos cuerpos y sus radios son del orden de 4.700 km para la Tierra y 343.700 km para la Luna.



- La Luna y la Tierra **giran en torno al Centro de masa** de ambos cuerpos, un lugar ubicado más cerca de la Tierra que de la Luna, por ser la masa de la Tierra 81 veces mayor. Además, el Centro de masa está **más ceca de la superficie terrestre que del centro** de la Tierra: a 1.678 km de la superficie cuando su radio es de 6.378 km.

Perturbación gravitacional lunar

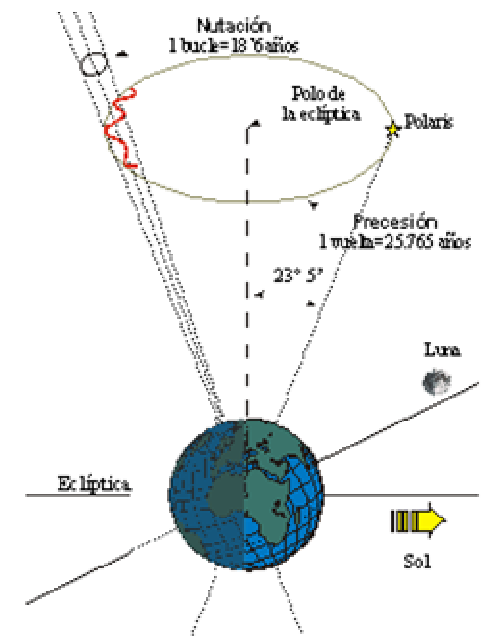
- La atracción que la Luna y el Sol ejercen sobre las masas líquidas de la Tierra dan lugar a las **mareas**, explicadas por Lagrange y Laplace.



- La Figura muestra **el efecto de marea sobre el planeta Tierra**. Las masas 1 y 2 son atraídas en A y en B, con diferente fuerza. Lo que genera un momento, contrario en A y favorable en B, que afecta la rotación de la Tierra, cuyo sentido se muestra en T.
- Como la Luna **dista mucho menos de la Tierra que el Sol**, su acción a pesar de tener menos masa, es 2,5 veces mayor que la de éste astro.

Precesión y nutación

- Si la Tierra fuese esférica, solo tendría los **movimientos de rotación y traslación**; pero al ser un elipsoide la atracción gravitacional del Sol y de la Luna, sobre su ensanchamiento ecuatorial, provocan un lento **balanceo** a medida que se traslada y que recibe el nombre de **precesión**.
- El segundo movimiento que se superpone con la precesión, es **la nutación**, un pequeño vaivén del eje de la Tierra causado por las variaciones en la atracción de la Luna sobre el abultamiento ecuatorial de la Tierra al tener el eje de rotación inclinado 23° y $\frac{1}{2}$.
- Mientras el eje de rotación describe el **movimiento cónico de precesión** con un período de 25.767 años, la pequeña elipse o **bucle de la nutación** tiene un periodo de 18,6 años.



Las mareas

- Al girar la Luna no entorno al centro de la tierra sino del **Centro de masa** del sistema binario Tierra Luna, se genera un gradiente gravitatorio causante de las mareas.
- Al ser la Tierra sólida, **la deformación** afecta más a las aguas y es lo que da el efecto de que suban y bajen dos veces al día (sube en dos puntos: el más cercano y el más alejado de la Luna).
- En la **marea viva**, el sistema Tierra-Sol-Luna está alineado, la fuerza es mayor y la marea máxima. Y esto se intensifica cuando Tierra y Luna transitan por sus perihelio y perigeo, respectivamente.

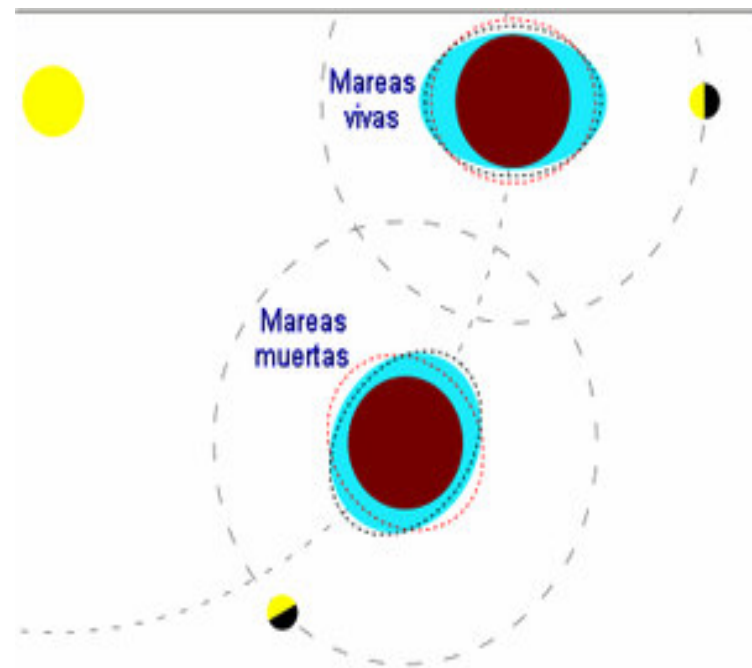
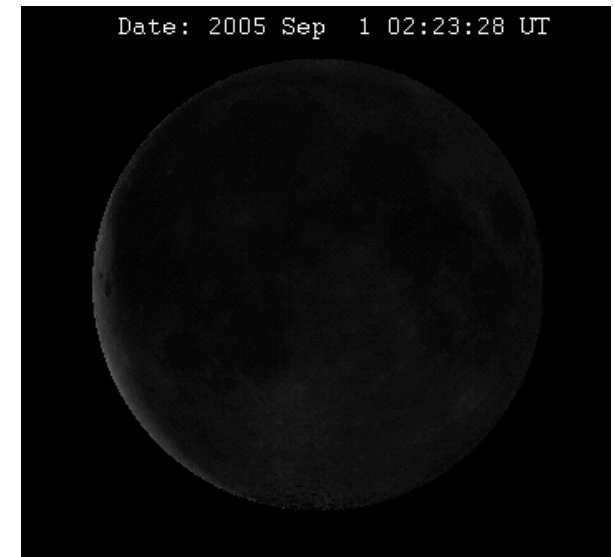


Imagen: <http://es.wikipedia.org/wiki/Marea>

Las libraciones lunares

- Debido a las libraciones de longitud, de latitud y la nocturna combinadas y cuyo efecto es una especie de cabeceo, se conoce un **59% de la superficie lunar, a pesar de la sincronía** entre su rotación y traslación, y que oculta siempre la misma cara para observarla desde la Tierra.
- La **libración en longitud es una oscilación E-W** que se debe a la excentricidad de su órbita, dado que la velocidad de traslación varía de rápida en el perigeo a lenta en el apogeo.
- La **libración en latitud** es una oscilación N-S consecuencia de la pequeña subverticalidad del eje de rotación de la Luna, con respecto a la normal al plano de su órbita.
- **Libración diurna** se debe al hecho de que el diámetro terrestre no despreciable con respecto a la distancia a la Luna, y podemos ver desde sus extremos cerca de 1° más algo como consecuencia del paralaje.



<http://es.wikipedia.org/wiki/Luna>

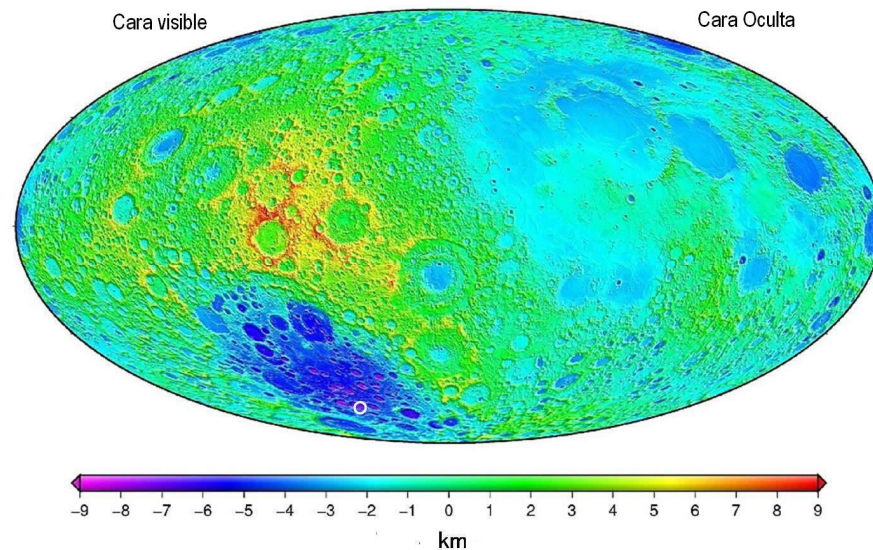
El origen de la luna

- Son básicamente, tres las teorías que tratan sobre el origen de la luna:
 1. La Tierra y la Luna como **un sistema doble y congénito**, surgieron de la acreción de la misma masa de materia en el Sistema Solar.
 - 2.- Se trata de un cuerpo celeste de trayectoria independiente que, al pasar accidentalmente cerca a la Tierra, **quedó capturado** en su órbita.
 - 3.- La luna surgió de una porción de la Tierra, que se desprendió **tras una colisión** de importancia.
- Nota: esta tercera hipótesis del gran impacto, que origina los fragmentos que darán origen a un cuerpo tan grande tras una cataclismo, también explica la gran inclinación del eje de rotación terrestre.



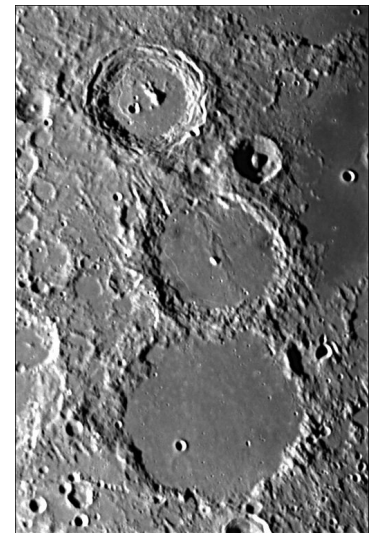
Cartografía de la Luna

- Los detalles más gruesos de la Luna se pueden observar a simple vista, aunque tras la invención del anteojo, Galileo, Scheiner y otros, descubrieron entre 1610 y 1620 **diferencias de altura y profundidad**, as como montañas y cráteres lunares. Hoy con **las sondas espaciales** se han logrado planos detallados.
- **El lado oculto de la Luna** ya no tiene secretos para los astrónomos. Gracias a la **sonda japonesa SELENE** (Kayuga) se acaba de completar el mapa topográfico más completo de nuestro satélite, el que publica la revista *Science*.



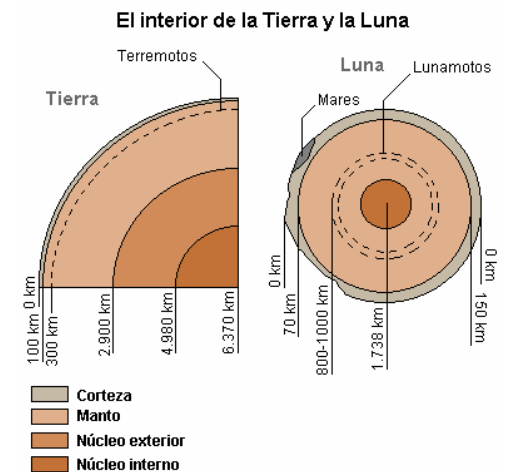
La topografía lunar

- La topografía lunar comprende los **Maria** (mares), las **Terrae** y **Estructuras menores**.
- **Maria** (mares): son las regiones oscuras, o valles sin ningún relieve notable. El más grande de los mares es el Mare Imbrium (Mar de Lluvias), de unos 1120 km de diámetro. Hay unos 20 mares importantes en el lado de la Luna encarado a la Tierra.
- **Terrae**: representan el 85% de la superficie lunar y son las zonas claras de la Luna, que se corresponden con sus regiones accidentadas de montañas y cráteres. Las grandes montañas que rodean los mares tienen nombres como Alpes, Pirineos y Cárpatos. La cordillera lunar más alta es Leibnitz, con crestas de hasta 9.140 metros.
- **Estructuras menores**: Son los cráteres, montañas anulares y planicies amuralladas individuales, que representa estructuras específicas con identidad propia. El cráter Copérnico por su fácil identificación, es el más emblemático. Las grandes fisuras lunares de pocos Km de ancho y que alcanzan a 480 km de largo, se asocian a la retracción térmica del océano lávico primitivo.



Estructura lunar

- La Luna posee un diámetro de 3476 km. y una densidad promedio de 3,34 g/cm³.
- Encontraríamos tres estructuras, una corteza, un manto intermedio y un núcleo muy pequeño.
- **La Corteza:** con un espesor medio de 80 km, mayor en torno al lado visible (60 km) que en el no visible (150 km).
- **El Manto:** su zona externa sólida entre 70 km y 150 km, y luego otra posiblemente sólida entre 150 y 1000 km, de hierro y magnetita. No existen corrientes de convección y por lo tanto no existen tectónica de placas, ni vulcanismo ni campo magnético.
- **El Núcleo:** el más exterior de 1000 km a 1500 km, y luego el central ya líquido a unos 1100 °C de temperatura.
- **Tectónica:**, salvo por los sismos generados en la interfase manto-núcleo, la Luna geológicamente está muerta. Las dos tectónicas presentes son:
 - 1.- **De Dilatación**, que explica estructuras de expansión y retracción térmica, formadas sobre la superficie desde la formación de su corteza.
 - 2.- **De Impacto y vulcanismo**, explicada por el impacto de meteoritos en la superficie y por el vulcanismo que pudo llegar hasta hace 1200 Ma.



http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Moonandearthcores_lmb.png

Geología lunar

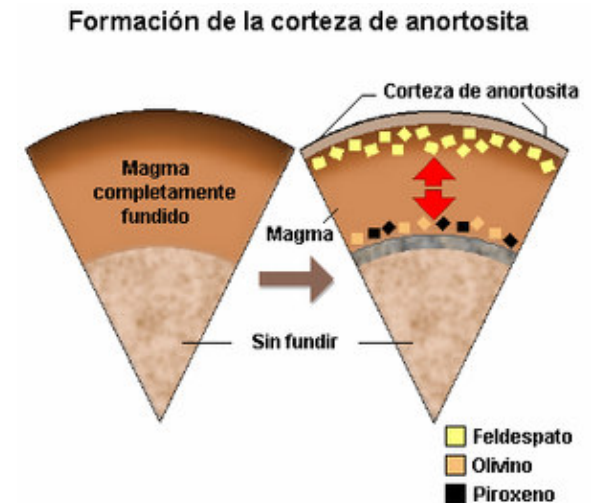
La **densidad y superposición de los cráteres de impacto** son los acontecimientos más útiles para la estratigrafía lunar. Las tierras altas con mayor número de impactos, muestra cráteres con diámetros de hasta 1000 km. Los mares por su menor número de impactos, son más jóvenes.

La **falta de atmósfera y agua en la superficie** hace que, salvo por las variaciones térmicas entre día y noche y la acción de la gravedad, se preserve el paisaje lunar para que muestre los impactos meteóricos.

Los mares que cubren cerca del 16% de su superficie fueron formados por **coladas de lava basáltica** que llenaron enormes cuencas de impacto de hasta 1 km de profundidad.

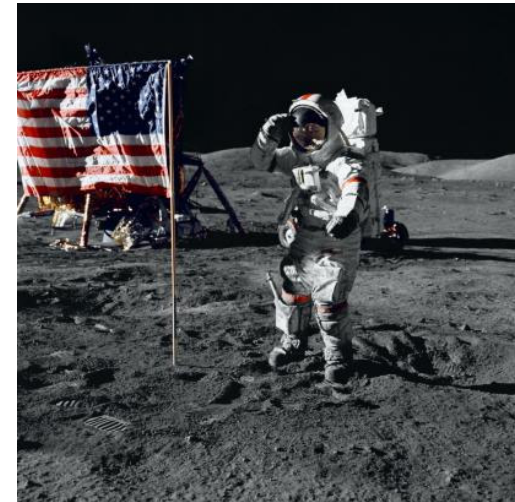
El **espesor del regolito** varía entre 2 m en los mares más jóvenes y 20 m en las superficies más antiguas de las tierras altas.

Las variaciones en intensidad del campo gravitacional se asocian con grandes **concentraciones de masas** (mascons) presentes en los mares de las cuencas.



La exploración lunar

- La primera imagen de **su cara oculta** obtenida el 7 de octubre de 1959 es del satélite soviético Lunik 3, mientras en 1966 dos sondas más de dicho programa logran nuevos record: el del Lunik 9 que hará el **primer alunizaje** exitoso el 3 de febrero y el del Lunik 10 que la **orbitará por vez primera** el 4 de abril.
- En 1961, un mes después de que el ruso Yuri Gagarin se convirtiera en el primer humano en orbitar la Tierra, el presidente Kennedy propuso al Congreso conseguir el objetivo de “**poner un hombre en la Luna y traerlo de vuelta a la Tierra**”, antes de finalizar la década
- La hazaña del 20 de julio de 1969 con la misión norteamericano Apollo 11, es que Neil Armstrong sea el **primer humano en pisar la superficie lunar** y protagonista con Edwin F. Aldrin, y Michael Collins, del gran salto de la humanidad hacia la conquista del espacio.



<http://cache.boston.com>

La conquista de la Luna

- En noviembre de 1969 el Apollo 12 aluniza a 500 pies del Surveyor 3 y los astronautas recuperan su cámara y la traen de vuelta a la Tierra.
- En total **se han completado 6 misiones tripuladas** a la Luna y todas entre 1969 y 1972. Solo falló el Apollo 13 en 1970, cuya tripulación orbitó la Luna.
- Después de 1972, algunas **misiones orbitales** han estudiado el campo magnético de la Luna, y las emisiones de rayos X y Gamma, útiles para estimar la composición de su superficie.
- Hasta ahora **van 51 misiones no tripuladas** pertenecientes a Unión Soviética, Estados Unidos, Japón y China.
- La Nasa se alista para retornar a la Luna: **la idea es alunizar nuevamente en el año 2020.**
- Se trata de la primera etapa para preparar misiones de exploración habitada hacia Marte y en el conjunto del sistema solar.



<http://www.rfi.fr/>

Bibliografía 1

- ASIMOV, Isaac. El colapso del universo. Editorial Diana. Méjico 1987.
- Astronomía Educativa: Historia de la Astronomía, en: <http://www.astromia.com/historia/>
- Astronomía en la edad media y el renacimiento. Claudia Torres Arango. Curso de Contexto en Astronomía. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 2008.
- Astronomía para todos. Segunda edición. Facultad de ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Editorial UNIBIBLOS. I.S.B.N.: 958-701-104-X. Bogotá. 2001.
- Atlas de astronomía. Joachim Herrmann. Alianza Editorial S.A. Madrid. 1983.
- CERNUSCHI, Félix, CODINA, Sayd. Monografía: Panorama de la astronomía moderna. Secretaría General de los Estados Americanos. Tercera edición. Washington D.C. 1976.
- Cometas, meteoros y asteroides. GIBILISCO, Stan. Cómo afectan a la tierra. Mc Graw Hill. I.S.B.N. 84-7615-727-4. España. 1991.
- Cultura y Astronomía. Gonzalo Duque-Escobar. Curso de Contexto en Astronomía. Universidad Nacional de Colombia. Manizales. 2007. En: http://www.manizales.unal.edu.co/oam_manizales/documento-ca.pdf
- Biografía de la Física. George Gamow. Biblioteca Científica Salvat. Barcelona. 1986.
- El universo para curiosos. Nancy Hathaway. Editorial crítica. I.S.B.N: 84-7423-770-X. 1196.
- Grandes obras del pensamiento. Nicolás Copérnico. Traducción Carlos Mínguez Pérez. I.S.B.N.: 84-487-0158-5. Barcelona. 1994.
- Grandes obras del pensamiento. Johannes Kepler. Traducción Eloy Rada García. I.S.B.N.: 84-487-0146-1. Barcelona. 1994.
- Guía astronómica. Gonzalo Duque-Escobar. Universidad Nacional de Colombia. Manizales. 2002. En: www.galeon.com/guiaastronomica/
- Giordano Bruno. Sobre el infinito universo de los mundos. Ediciones Orbis S.A. Barcelona. 1984.
- Historia de la Ciencia 1543 a 2001. John Gribbin. Editorial Crítica. ISBN: 84-8432-607-1. Barcelona. 2005.

Bibliografía 2

- Historia del método científico moderno. Alejandro Vela Quico. Perú, 2007. En: <http://www.monografias.com>
- Introducción a la ciencia. Isaac Asimov. Plaza & Janes, S.A. Editores España. 1982.
- La construcción de los cielos. Telmo Fernández Castro. Espasa Minor. ISBN: 84-239-6488-4. Madrid 2000.
- La estructura de las revoluciones científicas. T.S. Kuhn. Breviarios. Fondo de Cultura Económica Ltda. Colombia. 1992.
- La evolución de la Física. Albert Einstein-Leopold Infeld. Biblioteca científica Salvat. Barcelona. 1986.
- HATHAWAY, Nancy. El Universo para curiosos. Editorial Crítica. I.S.B.N. 84-7423-770-X. Barcelona. 1996.
- Historia de la Astronomía, en: <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Astronomia/03/astronomia-03.html>
- Historia de la astronomía en Méjico. Fondo de Cultura Económica. I.S.B.N.: 968-16-5769-1. Tercera edición. Méjico. 1995.
- Historia de la Ciencia 1543 a 2001. John Gribbin. Editorial Crítica. ISBN: 84-8432-607-1. Barcelona. 2005.
- FERRIS, Timothy. La aventura del universo. Editorial Crítica. I.S.B.N.: 84-8432-005-7. Barcelona. 1999.
- Isaac Newton. Gonzalo Duque Escobar. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 2009. En: <http://www.digital.unal.edu.co/dspace/bitstream/10245/1047/1/Newton.pdf>
- La exploración de la tierra desde el espacio. ERICKSON, Jon. Mc Graw Hill. I.S.B.N. 84-7615-781-9. España. 1991.
- LEVY, David H. Observar el cielo. Editorial Planeta. I.S.B.N.: 84-08-01474-9. Barcelona. 1998.
- Los planetas. Colección científica. Time Life. Ediciones Culturales Internacionales S. A. de C. V. I.S.B.N.: 968-418-042-X Méjico. 1989. MORENO CORRAL, Marco Arturo.
- MÁROV, M. Planetas del Sistema Solar. Editorial MIR. Impreso en la URSS. Moscú. 1985.

Bibliografía 3

- Nicolson, Ian. Astronomía. Biblioteca Juvenil Bruguera. 1980.
- Nicolson, Ian. La Exploración del espacio. Biblioteca Juvenil Bruguera. 1980 PELLEQUER, Bernard. Guía del cielo. Biblioteca temática Alianza. I.S.B.N.: 84-7838-402-2 Madrid. 1994. RESTON, JR. James. Galileo. Ediciones B, S. A. I.S.B.N. 84-406-6697-7. Barcelona. 1996.
- Planetas. El libro de bolsillo Alianza Editorial. BATTANER LÓPEZ, Eduardo. I.S.B.N.: 84-206-0543-3. Madrid. 1991.
- Revista Colombiana de Astronomía, astrofísica, cosmología y ciencia afines. I.S.B.N.: 0123-6172. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1999.
- Recopilacion De Articulos De La Recherche. Astrofísica. Biblioteca de Divulgación Científica "MuyInteresante". Ediciones Orbis. 1985.
- Sloan Digital Sky Survey: <http://cas.sdss.org/dr6/sp/>
- Un universo infinito. BRIX, James. Revista Universo. No. 37, mayo 1998. Página 36 a 41. España. 1998.
- VAN DOREN, Charles. Breve historia del saber. Editorial Planeta. Primera reimpresión. I.S.B.N. 970-37-0558-8 Méjico 2006.
- Wagoner, Robert V. Y Goldsmith, Donal W. Horizontes Cósmicos. Editorial Labor. 1985.
- Wikipedia: Apollo 11, en: http://es.wikipedia.org/wiki/Apolo_11
- Wikipedia: La Luna, en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Luna>
- Wikipedia: La Tierra, en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Tierra>
- Wikipedia: Satélite Natural: http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_natural
- Wikipedia: Sistema Solar, en: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Solar
- Wikipedia: Viaje a la Luna, en: http://es.wikipedia.org/wiki/Viaje_a_la_luna
- Viaje a través del universo. Time Life Libros. Tomos 1 a 40. I.S.B.N.: 84-7583-925-8 obra completa. España. 1995.

Muchas gracias

Manizales IYA 2009



Gonzalo Duque Escobar. Ingeniero Civil con Estudios de Postgrado en Geofísica, Economía y Mecánica de Suelos. Expresidente de la Red Colombiana de Astronomía. Director del Observatorio Astronómico de Manizales OAM, Director del Museo Interactivo “Samoga” y Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, desde 1976.