

## “SISTEMA SOLAR”

### Referencia:

- a) Manual de Navegación Pub. SHOA N° 3030.
- b) Apuntes personales.

### A. El Sistema Solar

El sistema solar está formado por el Sol —centro del sistema—, los planetas que giran alrededor del Sol, los satélites que giran alrededor de los planetas y los cometas que giran alrededor del Sol con órbitas elípticas de gran excentricidad. El Sol y los cometas tienen luz propia, los planetas y satélites son astros que carecen de luz, reflejando la que reciben del Sol.

#### 1.- El Sol.

El Sol es la estrella más próxima a la Tierra y de la cual recibimos toda la energía que existe en nuestro planeta.

El Sol es una estrella de tamaño mediano, más bien se encuentra entre las pequeñas. Existen estrellas gigantes, como *Antares*, que es 450 veces mayor que el Sol. En su superficie se podría meter el Sol y la Tierra a la distancia a que se encuentran.

El Sol tiene diámetro aproximadamente 109 veces mayor que el diámetro de la Tierra, y tiene un volumen, el Sol es 1300000 veces el volumen de la Tierra.

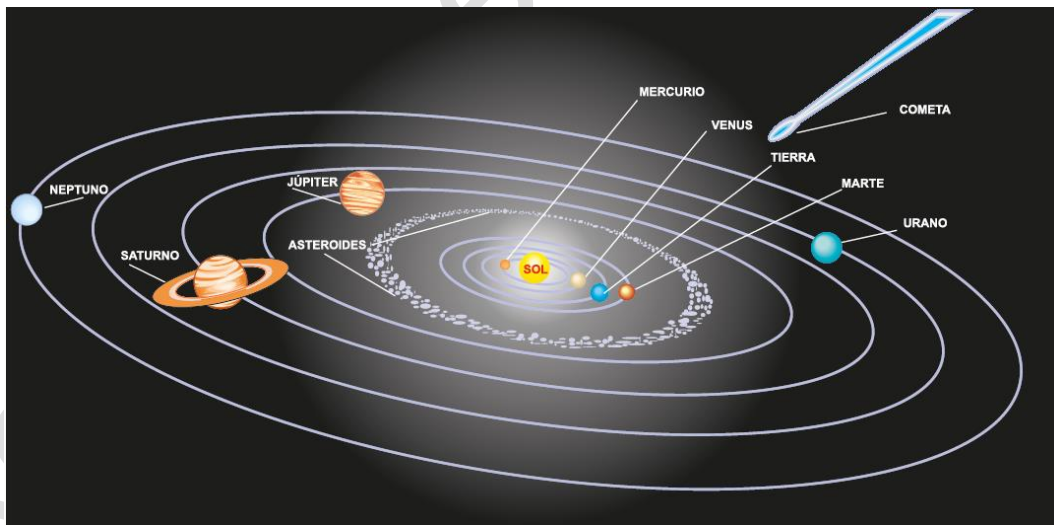


Figura N° 1 El Sistema Solar

El Sol se encuentra a unos 150 millones de kilómetros de la Tierra. Debido a la órbita que describe la Tierra alrededor del Sol, esta distancia varía en 5 millones de kilómetros. Si se expresa esta distancia en unidades astronómicas año-luz, que es la distancia que la luz recorre en un año a una velocidad de 300000 kilómetros por segundo, el Sol se encuentra a poco más de 8 minutos-luz, es decir, que la luz solar tarda en llegar a nosotros algo más de 8 minutos.

Esta distancia es muy pequeña si se tiene en cuenta que la estrella más cercana a la Tierra después del Sol es *Alfa Centauri (Centauri)* y está a unos 4 años-luz (su luz tarda 4 años en llegar a nosotros).

## 2.- Movimiento de traslación del sistema solar

Según Hershell está demostrado que el centro del Sol, o sea, el centro de nuestro sistema solar, está animado de un movimiento de traslación con una velocidad de 22 kilómetros por segundo, dirigiéndose hacia la estrella *Vega*, arrastrando consigo a los planetas y a todos los astros del sistema solar.

## B. Los planetas

De los cuerpos celestes que orbitan alrededor del Sol, llamados planetas solo cuatro se emplean en en navegación astronómica ellos son: Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

Las órbitas de los planetas están muy próximas al plano de la órbita de la Tierra. De tal manera que al ser observados desde la Tierra, los planetas se encuentran dentro de una franja de la esfera celeste muy próximos a la eclíptica, la cual es la intersección del plano que genera la órbita de la Tierra en su trslación alrededor del Sol con la esfera celeste.

| Planetas | Símbolos | Duración de la revolución en años solares | Distancia media al Sol en radios de la órbita terrestre | Excentricidad de la órbita | Inclinación de la órbita respecto de la eclíptica | Masa en partes de la masa del Sol | Masa en partes de la masa de la Tierra | Diámetro ecuatorial en Km | Diámetro aparente visto desde la Tierra |        | N° de satélites |
|----------|----------|---|---|----------------------------|---|-----------------------------------|--|---------------------------|---|--------|-----------------|
|          |          |   |   |                            |   |                                   |  |                           | Máximo                                  | Mínimo |                 |
| Mercurio | ☿        | 0,24                                      | 0,39  | 0,206                      | 7° 0'   | $\frac{1}{7654400}$               | 0,04                                   | 4500                      | 12'',6                                  | 4'',6  |                 |
| Venus    | ♀        | 0,62                                      | 0,72  | 0,007                      | 3° 24'  | $\frac{1}{407300}$                | 0,82                                   | 12440                     | 66'',7                                  | 10''   |                 |
| Tierra   | ♁        | 1,00                                      | 1,00  | 0,017                      | 0° 0'   | $\frac{1}{332800}$                | 1,00                                   | 12757                     | —                                       | —      | 1               |
| Marte    | ♂        | 1,88                                      | 1,52  | 0,093                      | 1° 51'  | $\frac{1}{3081400}$               | 0,11                                   | 6800                      | 26''                                    | 3'',6  | 2               |
| Júpiter  | ♃        | 11,86                                     | 5,20  | 0,048                      | 1°,18'  | $\frac{1}{1049}$                  | 317                                    | 143500                    | 49'',8                                  | 28'',6 | 16              |
| Saturno  | ♄        | 29,46                                     | 9,55  | 0,056                      | 2°30'   | $\frac{1}{3503}$                  | 95                                     | 123200                    | 20'',6                                  | 14'',2 | 18              |
| Urano    | ♅        | 84,02                                     | 19,22   | 0,046                      | 0° 46'  | $\frac{1}{22794}$                 | 14,6                                   | 49000                     | 4''                                     | 3'',2  | 4               |
| Neptuno  | ♆        | 164,76                                    | 30,11   | 0,009                      | 1° 47'  | $\frac{1}{19576}$                 | 17                                     | 53000                     | 2'',6                                   | 2'',4  | 1               |

Figura N° 2 Características de los Planetas"

Los planetas se distinguen en el cielo porque no centellean, a diferencia de las estrellas. Las estrellas se encuentran tan distantes que el haz de luz que emiten se dispersa fácilmente en la atmósfera lo que produce el efecto de centellear. En cambio, el amplio haz de luz de los planetas que se observan a simple vista, no es fácilmente distorsionado.

## 1.- La tierra

Al igual que los otros planetas, la Tierra tiene movimiento de rotación en su propio eje y de traslación en su órbita alrededor del Sol. Estos movimientos de la Tierra son los que originan principalmente los movimientos aparentes de otros cuerpos celestes. La rotación de la Tierra produce un efecto sobre los mares y las masas de aire llamado efecto Coriolis y consiste en una desviación de los vientos y corrientes marinas, a la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur. Debido a la rotación de la Tierra, las pleamares se retrasan con respecto al tránsito de la Luna por el meridiano.

Para algunos propósitos en la navegación, la Tierra puede ser considerada una esfera. No obstante, tal como los otros planetas, la Tierra es aproximadamente un esferoide, o un elipsoide de revolución, achatada en sus polos y ensanchada en el ecuador (Figura N° 3). Por lo tanto, el diámetro polar es menor que el diámetro ecuatorial, y los meridianos son ligeramente elípticos, en vez de circulares. Las dimensiones de la Tierra deben ser recalculadas cada cierto tiempo, a medida que se va contando con sistemas e instrumentos más precisos.

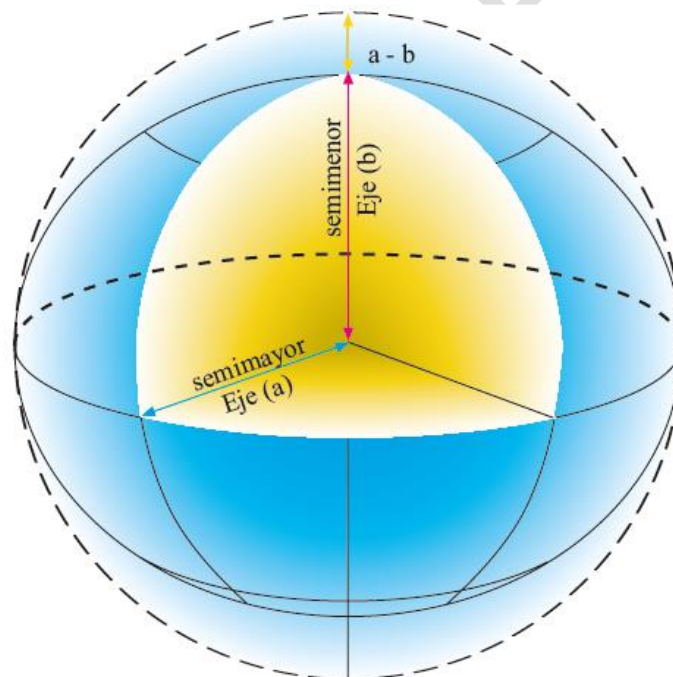


Figura N° 3 "Esferoide o elipsoide de revolución"

## 2.- Planetas interiores

Debido a que los planetas Mercurio y Venus están dentro de la órbita de la Tierra, ellos siempre aparecen en las proximidades del Sol.

**a. Mercurio**

Nunca se ve alejado más de  $28^\circ$  del Sol. Por este motivo es muy poco usado por los navegantes. Cuando se encuentra cercano a sus máximas elongaciones aparece próximo al horizonte W luego de la puesta del Sol, o próximo al horizonte E antes del orto. En estas oportunidades, se asemeja a una estrella de primera magnitud y por su gran resplandor muchas veces ha sido denunciado como un objeto extraño en el cielo. Tarda 88 días en dar una vuelta al rededor del sol.

**b. Venus**

Llega a alejarse hasta  $47^\circ$  desde el Sol, lo que le permite su clara presencia en el cielo, ya sea en el horizonte W al atardecer o en el E al amanecer. Su máxima luminosidad la alcanza 5 semanas antes y después de su conjunción inferior, con una magnitud de  $-4,4$  siendo el objeto más brillante en el cielo a excepción del Sol y la Luna. En estas circunstancias incluso puede ser visto durante el día. Tarda 225 días en dar una vuelta al rededor del sol.

**3.- Planetas exteriores**

Son los planetas que se encuentran fuera de la órbita terrestre. Los planetas exteriores no están supeditados a su cercanía al Sol para ser vistos desde la Tierra. Ellos pasan detrás del Sol (conjunción), pero nunca lo harán entre el Sol y la Tierra. En cambio se aprecian que se desplazan alejándose del Sol en oposición.

**a. Marte**

Puede ser identificado por su color naranja, llega a ser tan brillante que alcanza una magnitud  $-2,8$ , pero regularmente está entre  $-1,0$  y  $-2,0$  al encontrarse en oposición. Situación que ocurre aproximadamente cada 780 días. El planeta es visible por unos 330 días a ambos lados después de encontrarse en oposición. Próximo a la conjunción se pierde de vista por unos 120 días. Sus dos satélites (Phobos y Deimos) solamente pueden ser vistos mediante telescopio. Tarda 1 año y 322 días en dar una vuelta al rededor del sol.

**b. Júpiter**

Es el planeta mayor del sistema solar y uno de los que más fácilmente se descubren en el firmamento. Alcanza magnitudes de  $-2,0$ , por su extraordinario brillo, a veces, cuando se halla cerca de la Tierra y en oposición iguala a Marte. El tiempo transcurrido entre dos oposiciones (revolución sinódica) es de 400 días. El planeta es visible unos 180 días antes y después de encontrarse en oposición. En conjunción el planeta desaparece por 32 días.

Cuatro de sus satélites (de 16 actualmente conocidos) son lo suficientemente brillantes como para ser vistos con binoculares.

Tarda 11 años y 314 días en dar una vuelta al rededor del sol.

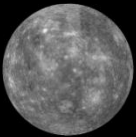

















c. Saturno

El planeta más lejano utilizado por los navegantes, su revolución sinódica es de 380 días. Es visible 175 días antes y después de alcanzar la oposición, y desaparece por 25 días.

Tarda 29 años 168 días en dar una vuelta al rededor del sol.

d. Urano

Es muy débil para uso del navegante; Urano con una magnitud de 5,5 es difícilmente visible a simple. Tarda 84 años 4 días en dar una vuelta al rededor del sol.

|   |   |   |   |  |  |
|---|---|---|---|--|--|
|    |    |    |          |   |   |
| Mercurio  | Venus   | Marte   | Jupiter   | Saturno  | Urano  |
|   |   |   |         |  |  |
|  |  |  | <p>Figura N° 4 "Planetas mas importantes para navegación astronómica y su Símbología"</p> |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
| Tierra  | Sol   | Luna  |   |  |  |

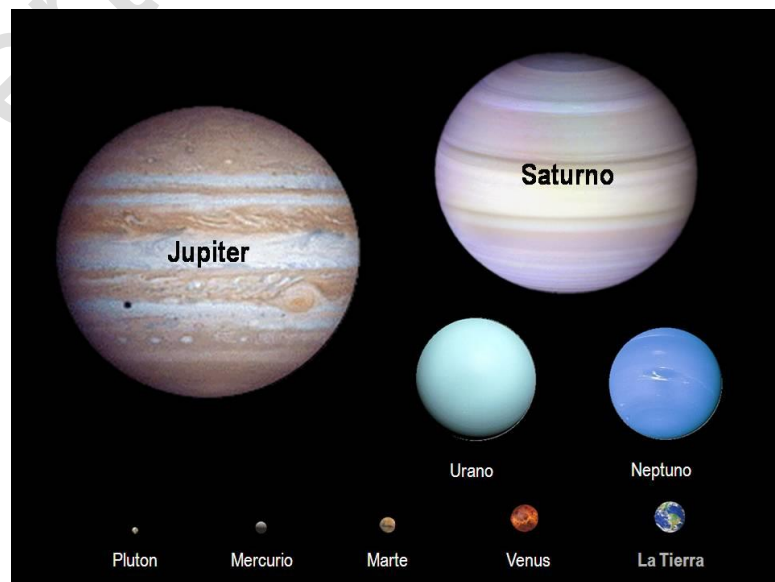


Figura N° 5 "Comparación de tamaño entre planetas".

### C. Movimientos reales de los cuerpos celestes

La ciencia de la astronomía estudia la posición y movimiento de los cuerpos celestes y busca el comprender y explicar sus propiedades físicas.

La navegación astronómica se relaciona con sus coordenadas, hora y movimientos. La simbología comúnmente usada en navegación astronómica se expone en la Figura N° 4.

#### a. Movimientos

Los cuerpos celestes están en constante movimiento. En el espacio no hay un lugar fijo desde donde uno pueda observar movimiento absoluto. Debido a que todo movimiento es relativo, la posición del observador debe ser considerada cuando se comenta el movimiento de los planetas. Desde la Tierra vemos el movimiento aparente de los cuerpos celestes en la esfera celeste.

Al considerar como los planetas siguen sus órbitas alrededor del Sol, asumimos un observador hipotético en un punto distante en el espacio.

El orto u ocaso de un cuerpo en un horizonte determinado, debemos localizar al observador en un punto determinado en la Tierra, debido que el ocaso del Sol para un observador puede constituir el orto del Sol para otro.

Los movimientos en la esfera celeste son el resultado de los movimientos en el espacio de los cuerpos celestes y de la Tierra.

#### b. Leyes de Kepler y Newton

De la observación de los movimientos celestes, el astrónomo John Kepler enunció tres leyes de los movimientos de los planetas alrededor del Sol. La primera y la segunda las enunció en 1609 y la tercera, en 1618.

**1ª Ley:** Todos los planetas del sistema solar describen alrededor del Sol órbitas elípticas encontrándose el Sol en uno de sus focos.

**2ª Ley:** Las áreas de los sectores elípticos descritas por los radios vectores de un planeta, satélite o cometa, en tiempos iguales son iguales (Figura N° 6). De esta Ley se deduce que los planetas no recorren su órbita con movimiento uniforme, pues para que el área “A1” sea igual al área “A2”, es necesario que en el mismo tiempo el astro recorra arcos elípticos de distinta longitud y, por lo tanto, debe tener mayor velocidad cuanto más cercano se encuentra el planeta al Sol.

□

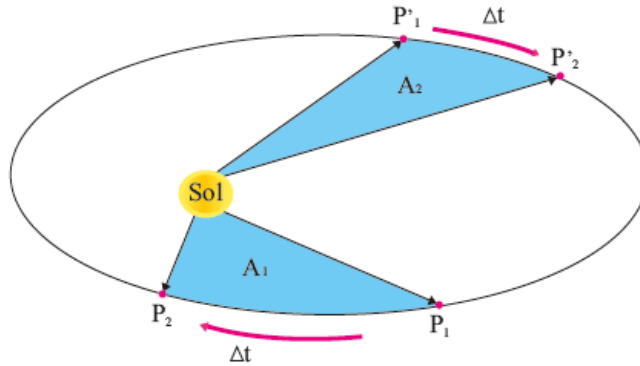


Figura N° 6 "Áreas iguales en tiempos iguales"

Esta diferencia de velocidades, como posteriormente demostró Newton, es debida a la atracción que la masa del Sol ejerce sobre la masa del planeta, por lo que al estar el planeta próximo al Sol aumenta la atracción y su velocidad es mayor.

**3ª Ley:** Cuando varios astros describen elipses alrededor de un mismo foco, los cuadrados de los tiempos que emplean en cada revolución son proporcionales a los cubos de sus distancias medias al foco.

c. **Ley de Newton**

Kepler buscó en vano la causa física, de los movimientos de los planetas. Esto lo hizo Newton en 1682, enunciando la ley de la gravitación universal, que explica satisfactoriamente las leyes de Kepler y dice: *“La fuerza de atracción que se efectúa entre la masa del Sol y la de un planeta está en razón directa de la masa y en razón inversa del cuadrado de las distancias”*.

d. **Movimiento de rotación del Sol**

La observación de las manchas solares ha permitido verificar que el Sol tiene movimiento de rotación alrededor de sí mismo. Se ha deducido de aquí, que el Sol tiene un movimiento de rotación como la Tierra de W a E, y completa una rotación en alrededor de 27 días.

e. **Movimientos de los integrantes del Sistema Solar**

Los astrónomos distinguen principalmente dos tipos de movimientos en los cuerpos celestes. Movimiento de rotación que se efectúa alrededor del eje del cuerpo celeste, y movimiento de traslación, que es el desplazamiento del cuerpo celeste en su órbita alrededor de otro cuerpo celeste.

La dinámica de los movimientos en el universo es gestada debido a la fuerza de gravedad. Como resultado de la gravedad, los cuerpos se atraen entre sí en forma directamente proporcional a sus masas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos.

La totalidad del sistema solar se encuentra unido por la fuerza gravitatoria del Sol. Esta fuerza hace que los planetas en su desplazamiento alrededor del Sol describan órbitas elípticas.

En cada órbita de los planetas el punto más próximo al Sol se llama perihelio, y el punto más alejado del Sol se llama afelio. La línea que une el perihelio con el afelio se llama línea de las ápsides.

En la órbita de la Luna, el punto más próximo a la Tierra se llama perigeo, y el punto más alejado de la Tierra se llama apogeo. La Figura N° 7 muestra la órbita de la Tierra alrededor del Sol, y la de la Luna alrededor de la Tierra.

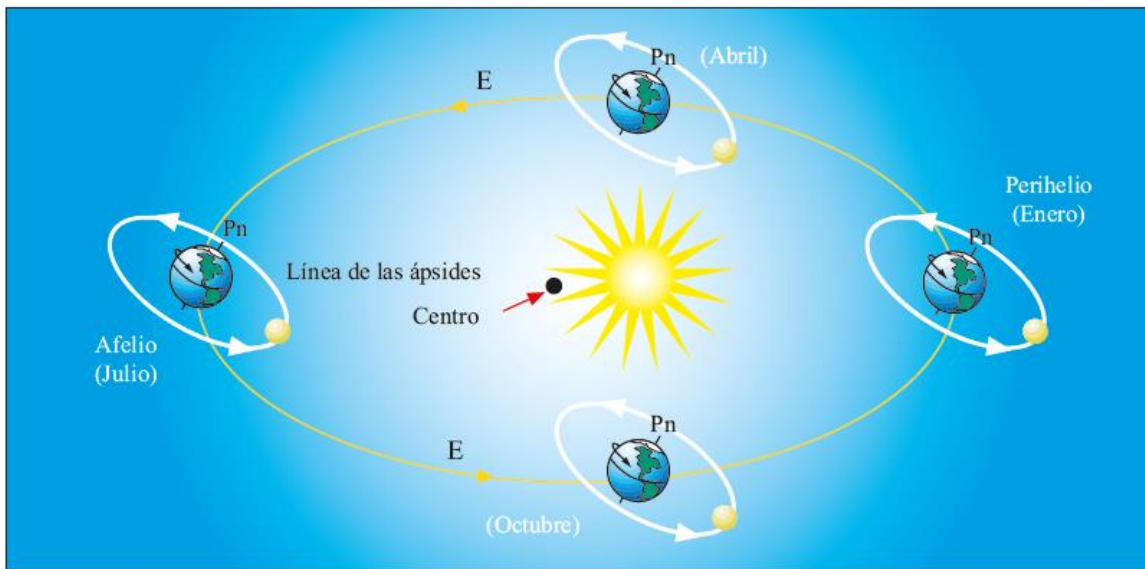


Figura N° N° 7 "Órbitas de la Tierra y Luna"

## La Eclíptica

La eclíptica es la trayectoria del aparente recorrido del Sol debido a la traslación anual de la Tierra en su órbita. Se considera un círculo máximo en la esfera celeste, inclinada en un ángulo aproximado de  $23^{\circ} 26,4'$  con respecto al ecuador celeste, pero experimentando continuamente pequeñas variaciones.

Este ángulo es llamado oblicuidad de la eclíptica. Esta inclinación es debida al hecho de que el eje de rotación de la Tierra no es perpendicular a su órbita.



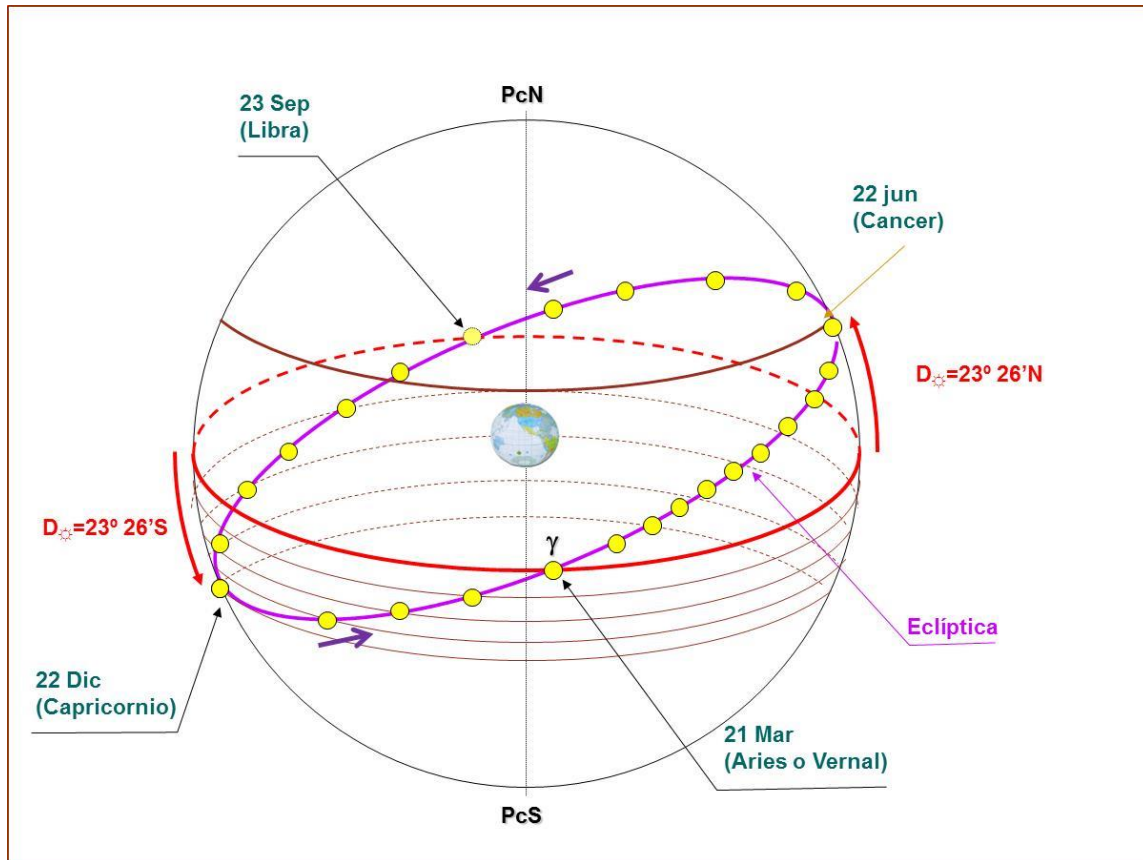


Figura N° 8 "Movimiento anual del sol"

Es esta inclinación la que hace parecer que el Sol se mueva hacia el N y hacia el S durante el año, motivando las estaciones en la Tierra y haciendo variar la duración diurna de los días.

Su nombre eclíptica, se debe a que los eclipses solamente pueden tener lugar cuando la Luna se encuentra cerca de este plano.

- **Perihelio:** es el punto de la órbita de un cuerpo celeste más cercana al Sol. **Perigeo:** Es el punto en que el Sol está más próximo a la Tierra.
- **Afelio:** es el punto de la órbita de un cuerpo celeste más alejado del Sol. **Apogeo:** Es el punto en que el Sol está más alejado de la Tierra.
- **Línea de las ápsides** (del griego: arco): Es la recta que une el apogeo con el perigeo. Es el eje mayor de la elipse solar y que forma más o menos un ángulo de unos  $11^{\circ}$  con la línea de los solsticios.

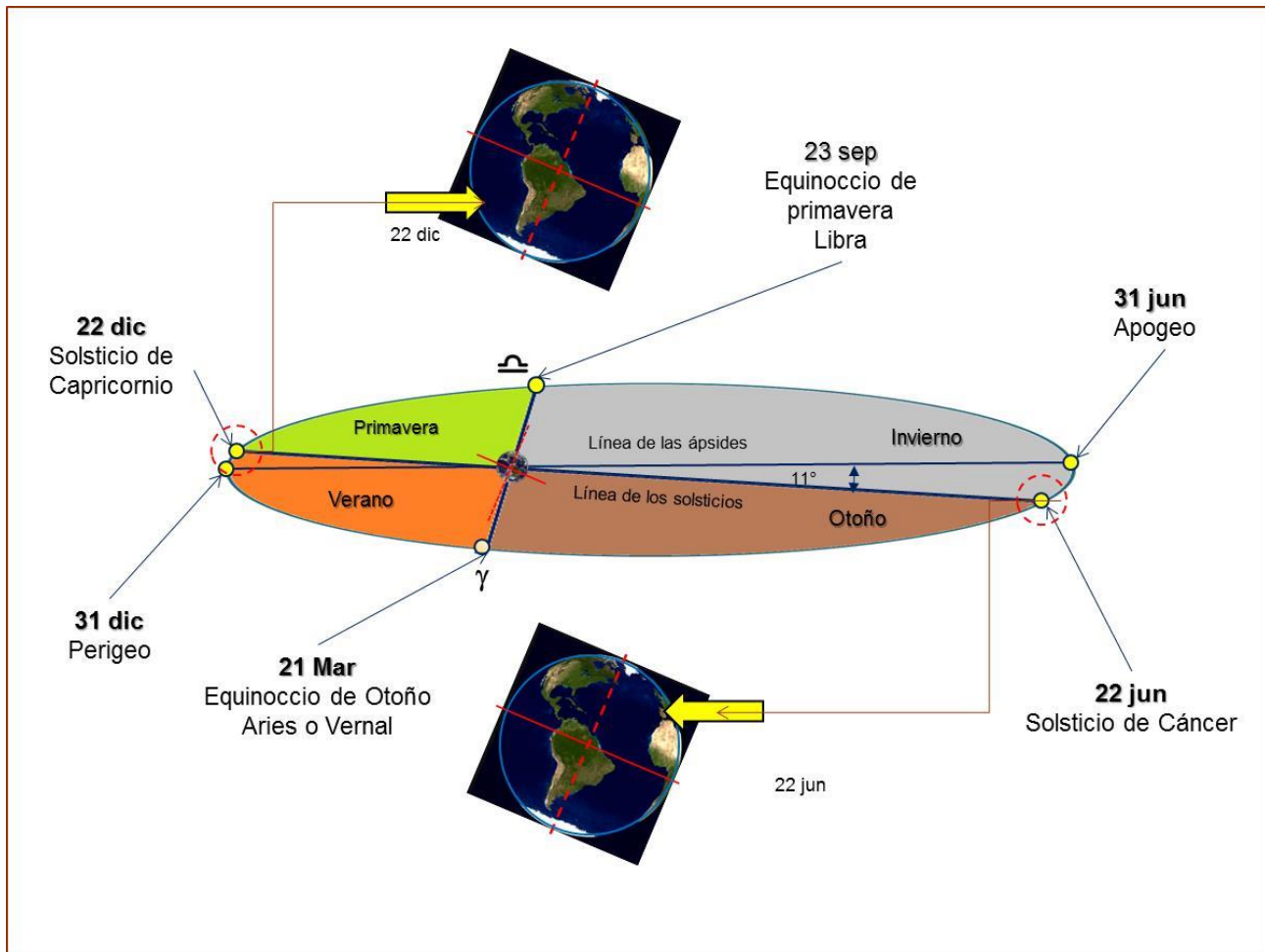


Figura N° 9 "Perigeo"

Haciendo referencia a la figura N° 9, la Tierra está en el perigeo a principios de enero y en el apogeo 6 meses después. Alrededor de junio 21, unos 10 a 11 días antes de alcanzar el apogeo, la parte N del eje de la Tierra se inclina hacia el Sol. Las regiones del polo norte tienen el Sol permanentemente sobre el horizonte; el hemisferio norte comienza su verano con días largos y cálidos y noches más cortas.

El hemisferio sur comienza su invierno con días cortos y noches largas y frías; y la región del polo sur permanece en oscuridad permanente. Este es el solsticio de junio.

En tres meses más, alrededor de septiembre 23, la Tierra ha recorrido un cuarto de su trayectoria alrededor del Sol, pero su eje de rotación permanece aún apuntando en la misma dirección en el espacio.

El Sol brilla igual en ambos hemisferios, y los días y las noches tienen la misma duración en todo el mundo. El Sol comienza a salir y permanecer en el polo sur y comienza a desaparecer bajo el horizonte en el polo norte. En el hemisferio norte comienza el otoño y el hemisferio sur comienza la primavera, esto corresponde al equinoccio de libra o septiembre.

Pasado tres meses, alrededor del 22 de diciembre, el hemisferio sur se inclina hacia el Sol y las condiciones son las opuestas a las existentes seis meses atrás; el hemisferio norte comenzará su época de invierno, y el hemisferio sur iniciará el verano. Este es el solsticio de Capricornio o diciembre.

Pasado tres meses, cuando ambos hemisferios reciban nuevamente igual cantidad de Sol, el hemisferio norte estará en primavera y el hemisferio sur en otoño. Este es el equinoccio de marzo o del punto vernal.

La palabra equinoccio significa “noches iguales”, en este punto la duración de las noches y los días son aproximadamente iguales para todos los lugares del planeta.

La palabra solsticio significa “Sol detenido”. En este punto, el Sol para su movimiento aparente hacia el N o S momentáneamente antes de comenzar su movimiento en sentido contrario. Este movimiento se refiere solamente en la dirección N-S, y no al movimiento diario aparente debido a su rotación alrededor de la Tierra. Nótese que esto no ocurre cuando la Tierra se encuentra en el perigelio o apogeo.

En la figura N° 9, al momento en que el Sol se encuentra en el equinoccio del punto vernal, también lo está directamente sobre el ecuador celeste, pasando del hemisferio sur al hemisferio norte. Sale por el punto cardinal E y se pone por el punto cardinal W, permaneciendo sobre el horizonte aproximadamente 12 horas. No son exactamente 12 horas debido a la refracción, al semidiámetro y la altura del ojo del observador. Estos factores hacen que su permanencia sobre el horizonte sea ligeramente mayor que bajo el horizonte. Pasado el equinoccio vernal, su declinación N aumenta, hasta llegar al solsticio de Cáncer, lugar en que alcanza una declinación de unos  $23^{\circ} 26'$  al N del ecuador celeste. Luego, el Sol sigue su trayectoria al S hasta que nuevamente se encuentra sobre el ecuador en el equinoccio de Libra, baja hasta alcanzar  $23^{\circ} 26'$  al S del ecuador celeste encontrándose en el solsticio de Capricornio, y vuelve nuevamente al ecuador celeste en el equinoccio del punto vernal

### **Punto Vernal o Aries**

La eclíptica está inclinada con respecto al ecuador  $23^{\circ} 26'$ . Los puntos de corte de estos círculos máximos se llaman puntos equinociales, siendo uno Aries ( $\gamma$ ) y el otro Libra ( $\psi$ ). Los navegantes suelen llamar al equinoccio vernal, primer punto de Aries, porque cuando le fue asignado el nombre, el Sol entraba en la constelación de Aries. El punto vernal es de interés para el navegante porque es el origen para medir el ángulo horario sidéreo, ascensión recta y longitudes celestes.

Las nominaciones equinoccio de marzo, solsticio de junio, equinoccio de septiembre y solsticio de diciembre, son más apropiadas que solsticio de verano o equinoccio de otoño ya que son comunes para ambos hemisferios; en cambio, estos últimos están asociadas al hemisferio norte, desfasadas seis meses con el hemisferio sur.

## D. La Luna

### 1.- Mes sideral

Período medio de la revolución lunar alrededor de la Tierra con respecto a una estrella fija. Tiene aproximadamente una duración de 27,321661 días

### 2.- Mes sinódico o mes lunar

Período medio de la revolución lunar alrededor de la Tierra con respecto al Sol, o el intervalo medio entre las fases correspondientes a la Luna. Tiene aproximadamente una duración de 29,530588 días.

### 3.- Mes trópico

Período medio de la revolución lunar alrededor de la Tierra con respecto al equinoccio vernal. Su duración es aproximadamente de 27,321582 días.

### 4.- Conjunción, oposición, cuadraturas

Dos cuerpos celestes se encuentran en conjunción ya sea que sus longitudes celestes son iguales. Un planeta se encuentra en conjunción superior si el Sol se encuentra entre el planeta y la Tierra; y en conjunción inferior, si el planeta está entre el Sol y la Tierra. La Luna por ser satélite de la Tierra siempre estará en conjunción inferior, la que se produce en su fase de Luna nueva.

Dos cuerpos celestes se encuentran en oposición cuando sus longitudes celestes difieren en  $180^\circ$ . El término se usa por lo general para relacionar solamente los planetas superiores o la Luna con respecto al Sol. Un planeta interior nunca estará en oposición (Figura N° 10). La Luna se encuentra en oposición en su fase de Luna llena.

Dos cuerpos celestes se encuentran en cuadratura cuando sus longitudes celestes difieren en  $90^\circ$  o  $270^\circ$ . La Luna está en cuadratura en sus fases de cuarto creciente y cuarto menguante, en que su elongación es de  $90^\circ$  con respecto al Sol.

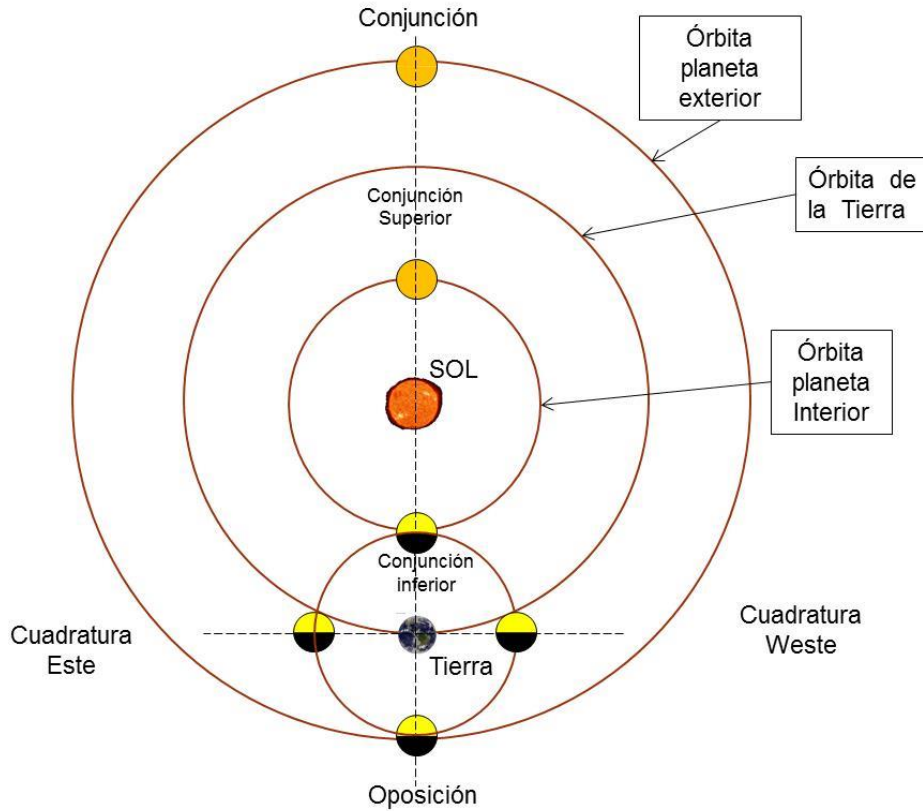


Figura N° 10 "Condiciones de astros en conjunción, oposición y cuadratura"

### 5.- Fases de la Luna

Se llaman así los diversos aspectos bajo los cuales se ve este astro desde la Tierra, que dependen de la posición relativa de Sol, Luna y Tierra. Se supone a la Tierra inmóvil y a la Luna girando alrededor de ella (Figura N° 11). Cuando la Luna está en conjunción con el Sol, su orto y ocaso se producen conjuntamente y nos muestra el hemisferio no iluminado. Esta es la Luna nueva.

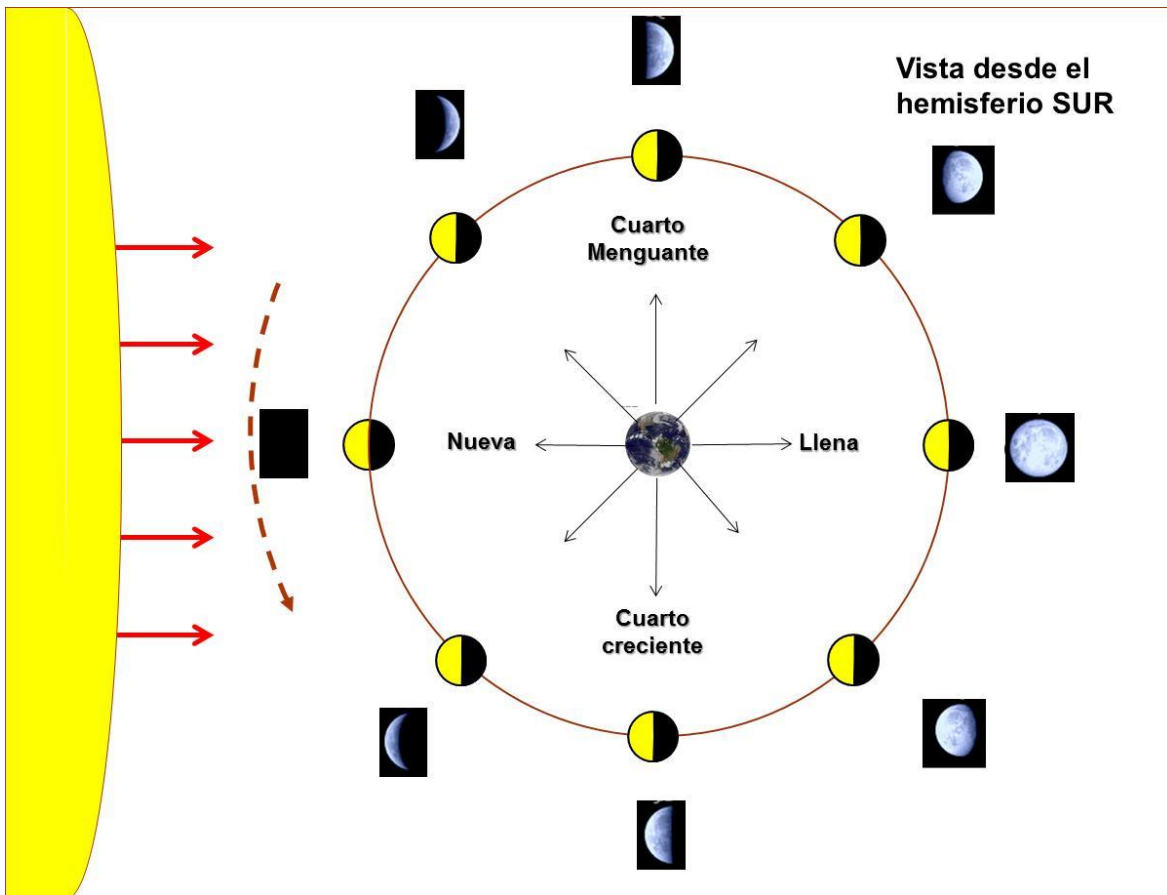


Figura N° 11 “Fases de la Luna”

La Luna tiene un movimiento al E a razón de  $12,2^{\circ}$  por día, de tal modo que después de un lapso entre 16 y 24 horas, un delgado arco de Luna creciente puede ser observado después del ocaso del Sol, a poca altura y al W. En las dos semanas siguientes, la Luna irá creciendo y aumentando su luminosidad. Día a día su orto y ocaso se irán retrasando, llegando a ser significativamente visible en el cielo durante las tardes. Al séptimo día después de la Luna nueva, se encuentra en cuadratura, en que el contorno aparente es perpendicular al círculo de iluminación, y entonces vemos la mitad de la Luna iluminada, esta fase es cuarto creciente, en que la Luna sale cerca del medio día y se pone a medianoche.

Durante la próxima semana, la Luna irá retrasando su salida durante las tardes, hasta alcanzar su condición de oposición con el Sol, mostrando a la Tierra su hemisferio iluminado, momento en que su salida por el E coincidirá con la puesta del Sol por el W. Es la Luna llena, que dominará el cielo durante toda la noche

Enseguida empieza a disminuir nuevamente la parte iluminada, hasta el  $22^{\circ}$  día, en que el contorno aparente vuelve a ser perpendicular al círculo de iluminación, y entonces tenemos el cuarto menguante.

Al cabo del  $29^{\circ}$  día, al estar la Luna nuevamente en conjunción, nos muestra el hemisferio oscuro, y es otra vez Luna nueva.

## 6.- Horas del paso por el meridiano

Cuando la Luna es nueva pasa por el meridiano junto con el Sol, y desde ese día se aprecia que se va atrasando, viéndose en las tardes poco después del ocaso del Sol, hasta que al estar en cuarto creciente, pasa por el meridiano a las 18 horas. Cuando es Luna llena pasa a las 24 horas y cuando esté en cuarto menguante, lo hará a las 6 horas. Esto es debido a que el movimiento diario de la Luna, en sentido directo, es de  $13,18^\circ$  diarios, y el del Sol es solamente de  $1^\circ$ , luego la Luna diariamente se va alejando del Sol en  $12,18^\circ$ .

Si el día de la conjunción pasan juntos por el meridiano, al día siguiente, cuando el meridiano llegue nuevamente al Sol, completando así un día solar, la Luna estará 48 minutos al E y, por lo tanto, el meridiano deberá recorrer esa distancia aun para que la Luna pase por el meridiano.

De aquí se deduce que el día lunar es mayor que el solar en más o menos 48 minutos.

## 7.- Movimientos de rotación

La Luna gira sobre sí misma y le presenta a la Tierra constantemente el mismo hemisferio; esta rotación dura un tiempo igual al de una revolución sideral de la Luna. La inclinación del eje de rotación es de  $88,3^\circ$  con respecto al plano de la eclíptica, la duración de la rotación de la Luna es exactamente igual a la de su traslación alrededor de la Tierra.

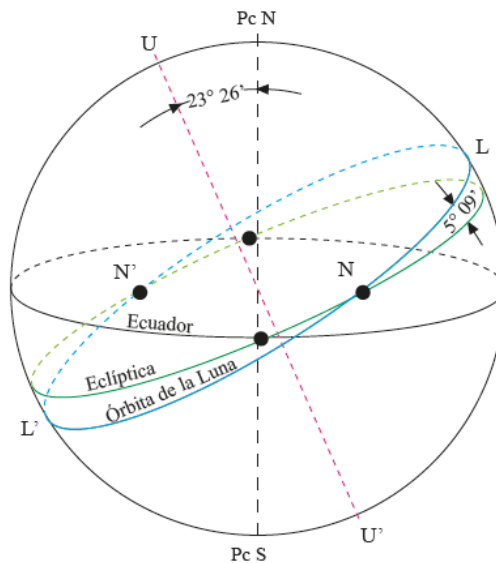


Figura N° 12 "Órbita de la Luna"

## 8.- Resumen de los movimientos de la Luna y de su órbita

- La Luna describe una elipse muy poco excéntrica alrededor de la Tierra y este planeta ocupa uno de los focos.
- El movimiento de la Luna en su órbita obedece a las leyes de Kepler.

- c. La posición de la elipse en su plano no es constante, sino que gira en sentido directo en un período de 9 años.
- d. El movimiento medio de nuestro satélite, deducido de su período de revolución, oscila también entre ciertos límites.

### 9.- Edad de la Luna

Se llama edad de la Luna al número de días y fracción de día transcurrido desde la última Luna nueva; varía de 0 a 29,5 días (duración de la lunación o revolución sinódica). El número 0 corresponde a la Luna nueva; al cuarto creciente le corresponde de 7 a 8, etc.

La edad de la Luna viene tabulada en el Almanaque Náutico para uso de los navegantes.

### E. Otros cuerpos celestes

Encontramos a los cometas, asteroides y meteoritos que no son utilizados para la navegación astronómica.

### F. Los eclipses

Un eclipse es el oscurecimiento de un cuerpo celeste por otro. Como los cuerpos celestes no están quietos en el firmamento, a veces la sombra que uno proyecta tapa al otro, por lo que éste último se ve oscuro.

En el caso de la Tierra, la Luna y el Sol hay dos modalidades: eclipses de Sol, que consisten en el oscurecimiento del Sol visto desde la Tierra, debido a la sombra que la Luna proyecta; y eclipses de Luna, que son el oscurecimiento de la Luna vista desde la Tierra, debido que ésta se sitúa en la zona de sombra que proyecta la Tierra.



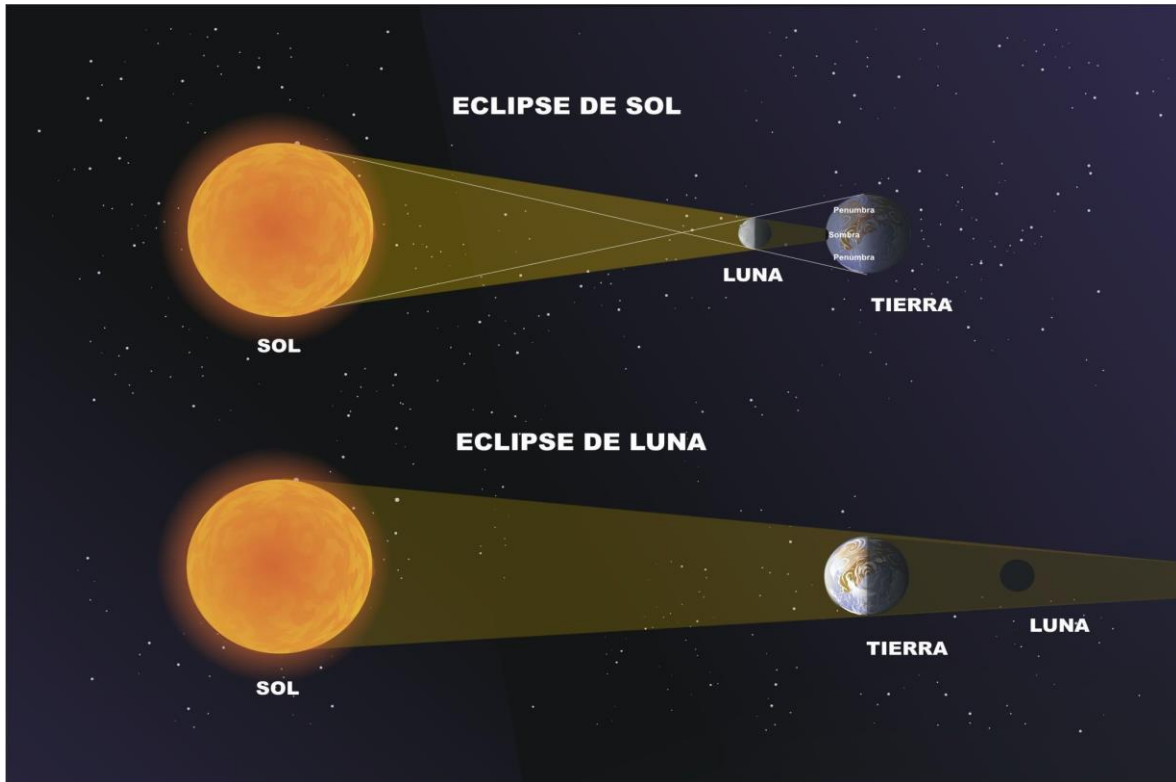


Figura N° 13 “Eclipse del sol y de la luna”

Si se coloca una pelota entre la luz y la pared se observará sobre la pared una sombra circular intensa y otra mayor, pero más débil. De igual manera, la luna y la tierra proyectan en el espacio gigantescos conos de sombra producidos por la iluminación del sol.

- 1.- **Eclipse de sol.** Cuando la luna se interpone entre la tierra y el sol, el cono de su sombra se proyecta sobre una zona de la tierra, y las personas que habitan en esa zona quedan en la oscuridad, como si fuese de noche, porque la luna eclipsa, tapa al sol. Este astro se ve como cubierto, que no es otra cosa sino la luna.



Figura N° 14 “Eclipse de sol”

El eclipse de sol se produce solamente sobre una pequeña faja de la tierra, porque la luna, por su menor tamaño, no oculta completamente al sol para la totalidad de la tierra.

Pueden ser de tres tipos:

**Totales:** Cuando la luna se interpone entre el sol y la tierra, Y los habitantes no ven la luz solar durante algunos minutos.

**Parciales:** Cuando la penumbra abarca una extensión de tierra y los habitantes que están en ella sólo ven una porción de sol.

**Anulares:** Cuando el cono de sombra de la luna no llega hasta la tierra porque se encuentra demasiado lejos del planeta para ocultar el disco solar.

El cono de sombra se divide en dos partes: umbra o sombra total, y penumbra o sombra parcial. Para las personas que se encuentran en la zona de la umbra, el eclipse será total, mientras que para las personas que se encuentran en la penumbra el eclipse será parcial. La faja de sombra o umbra es de 270 Km. Y la penumbra alcanza hasta 6400 Km de anchura. En un año puede haber un máximo de 7 eclipses y un mínimo de 2.

- 2.- **Eclipse de luna:** Cuando la luna cruza el cono de sombra de la tierra, desaparece a la vista de los habitantes del hemisferio no iluminado (noche) los cuales pueden presenciar, en su totalidad, el eclipse de luna.

Pueden ser de dos tipos:

**Totales:** cuando están en el cono de sombra de la tierra.

**Parciales:** cuando sólo se introduce parcialmente en la sombra.



Figura N° 14 Eclipse de Luna”

Videos

[https://www.youtube.com/watch?v=CduKL-f\\_S0](https://www.youtube.com/watch?v=CduKL-f_S0)  
<https://www.youtube.com/watch?v=A1DjBgWQHtg>  
[https://www.youtube.com/watch?v=sdAt\\_VtXC1g](https://www.youtube.com/watch?v=sdAt_VtXC1g)  
[https://www.youtube.com/watch?v=YD4dol6JM\\_0](https://www.youtube.com/watch?v=YD4dol6JM_0)