



Mario Gaitano Játiva
email: mrkos@ono.com

Contenido:

1. - Movimientos de la Tierra:
 - 1.1 Movimiento de rotación
 - 1.2 Movimiento de traslación
 - 1.3 Movimiento de precesión de los equinoccios
 - 1.4 Movimiento de nutación
- 2.- La esfera terrestre
 - 2.1 Coordenadas geográficas
- 3.- La esfera celeste
- 4.- Los objetos celestes y sus movimientos aparentes
- 5.- El movimiento del Sol en la esfera celeste
- 6.- Retorno cíclico de las estaciones
- 7.- La Eclíptica, el Punto Aries y el Zodíaco
- 8.- Coordenadas astronómicas:
 - 8.1 Coordenadas altacimutales u horizontales
 - 8.2 Coordenadas horarias o ecuatoriales
 - 8.3 Coordenadas ecuatoriales absolutas
 - 8.4 Coordenadas eclípticas



Movimientos de la Tierra

Movimiento de rotación

La Tierra, como los demás cuerpos celestes, no se encuentra en reposo, sino que está sujeta a más de diez movimientos, sólo vamos a estudiar los cuatro más importantes. La Tierra cada 24 horas, exactamente cada 23 h 56 minutos, da una vuelta completa alrededor de un eje ideal que pasa por los polos, en dirección Oeste-Este, en sentido directo (contrario al de las agujas del reloj), produciendo la impresión de que es el cielo el que gira alrededor de nuestro planeta. A este movimiento, denominado rotación, se debe la sucesión de días y noches, siendo de día el tiempo en que nuestro horizonte aparece iluminado por el Sol, y de noche cuando el horizonte permanece oculto a los rayos solares. La mitad del globo terrestre quedará iluminada, en dicha mitad es de día mientras que en el lado oscuro es de noche. En su movimiento de rotación, los distintos continentes pasan del día a la noche y de la noche al día.

Movimiento de traslación

El movimiento de traslación es un importantísimo movimiento de la Tierra, por el cual nuestro globo se mueve alrededor del Sol impulsado por la gravitación, y en un tiempo de 365 días, 5 horas y 57 minutos, equivalente a 365,2422 que es la duración del año. Nuestro planeta describe una trayectoria elíptica de 930 millones de kilómetros, a una distancia media del Sol de 150 millones de kilómetros, ocupando el astro rey uno de sus focos, la distancia Sol-Tierra es 1 U.A. (una Unidad Astronómica es igual a la distancia promedio entre el Sol y la Tierra, es decir, 149.675.000 km).

Como resultado de ese largo camino, la Tierra marcha por el espacio a la velocidad de 29,5 kilómetros por segundo, recorriendo en una hora 106.000 kilómetros, o 2.544.000 kilómetros cada día.

La excentricidad de la órbita terrestre hace variar la distancia entre la Tierra y el Sol en el transcurso de un año. A primeros de enero la Tierra alcanza su máxima proximidad al Sol y se dice que pasa por el perihelio, y a primeros de julio llega a su máxima lejanía y está en afelio. La distancia Tierra-Sol en el perihelio es de 142.700.000 kilómetros y la distancia Tierra-Sol en el afelio es de 151.800.000 kilómetros.

1 rotación = 23h 56 minutos

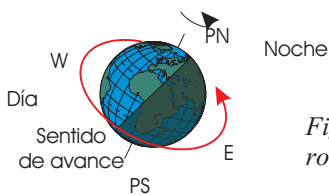
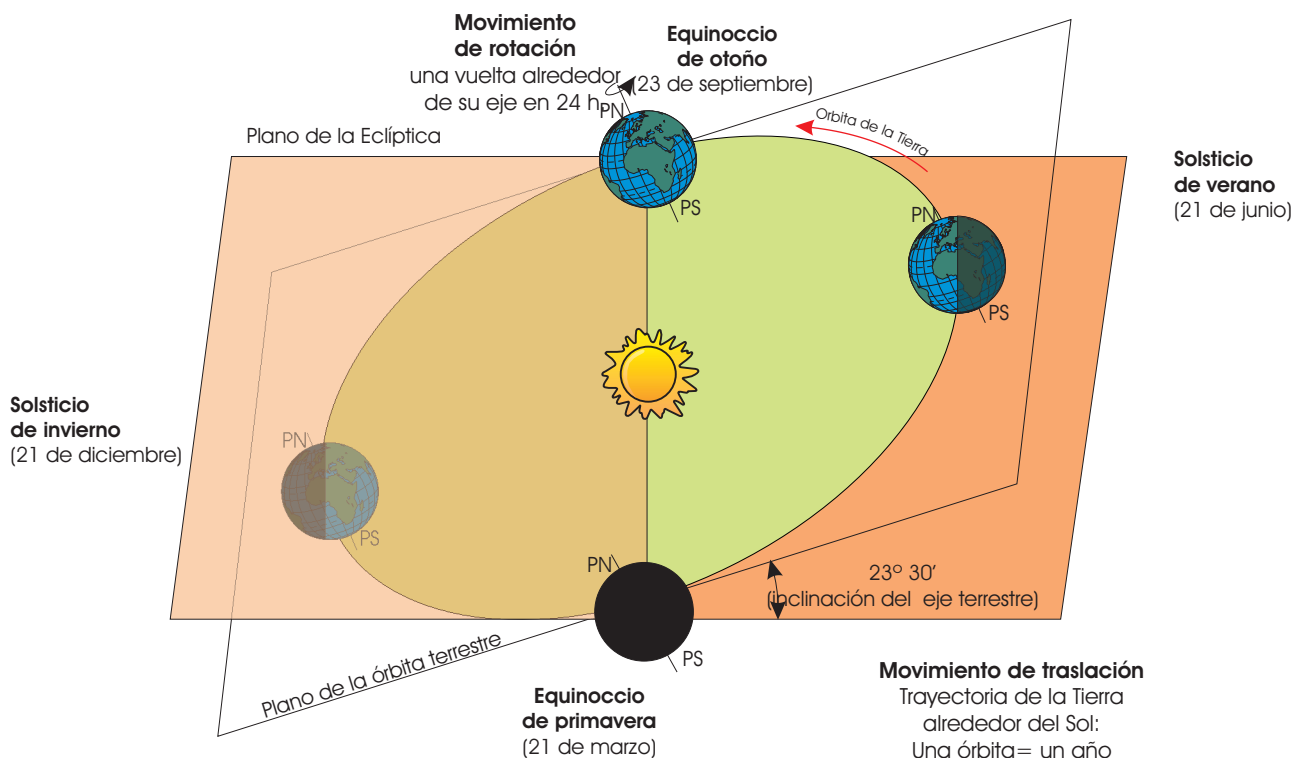


Figura de la izquierda: Movimiento de rotación terrestre.





Movimiento de precesión de los equinoccios

Los movimientos de rotación y traslación serían los únicos que la Tierra ejecutaría si ésta fuese completamente esférica, pero al ser un elipsoide de forma irregular aplastado por los polos la atracción gravitacional del Sol y de la Luna, y en menor medida de los planetas, sobre el ensanchamiento ecuatorial provocan una especie de lentísimo balanceo en la Tierra durante su movimiento de traslación que recibe el nombre de precesión o precesión de los equinoccios, y que se efectúa en sentido inverso al de rotación, es decir en sentido retrógrado (sentido de las agujas del reloj).

Bajo la influencia de dichas atracciones, el eje de los polos terrestres va describiendo un cono de 47° de apertura cuyo vértice está en el centro de la Tierra. Este movimiento puede compararse con el balanceo de una peonza que, al girar su eje, oscila lentamente mientras se traslada por el espacio, algo parecido sucede con la Tierra.

Debido a la precesión de los equinoccios se dan las siguientes consecuencias:

1) La posición del polo celeste va cambiando a través de los siglos. Actualmente la estrella Polar (se llama así porque está cerca del Polo Celeste), Umi, es una estrella que no coincide exactamente con el Polo Norte Celeste, siendo la distancia de la Polar al Polo de aproximadamente 1° , se irá aproximando hasta el año 2015 llegando a una distancia de $30'$, luego se alejará paulatinamente describiendo un inmenso círculo para volver un poco cerca de su posición actual después de transcurrir 25.765 años.

2) El desplazamiento de la retícula de coordenadas

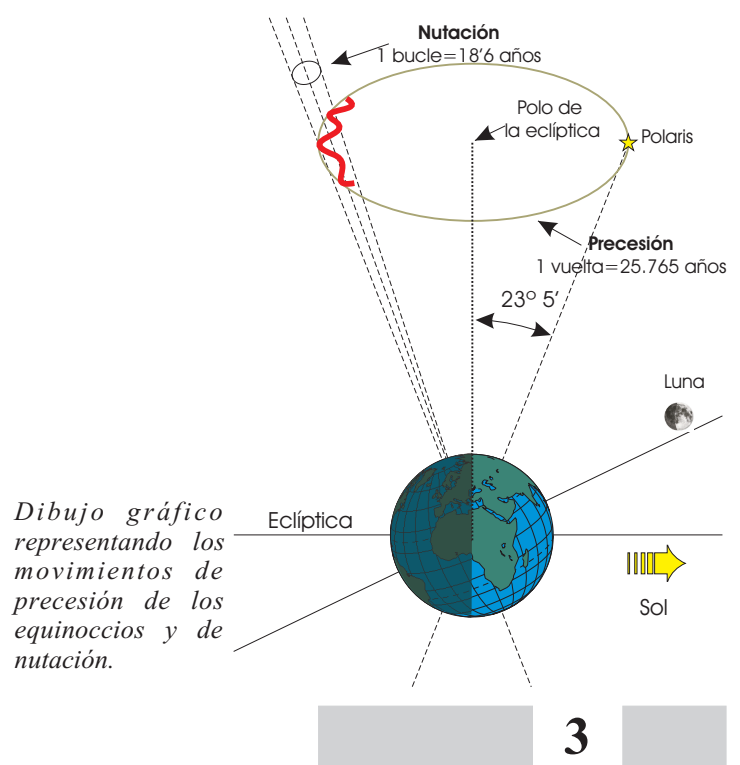
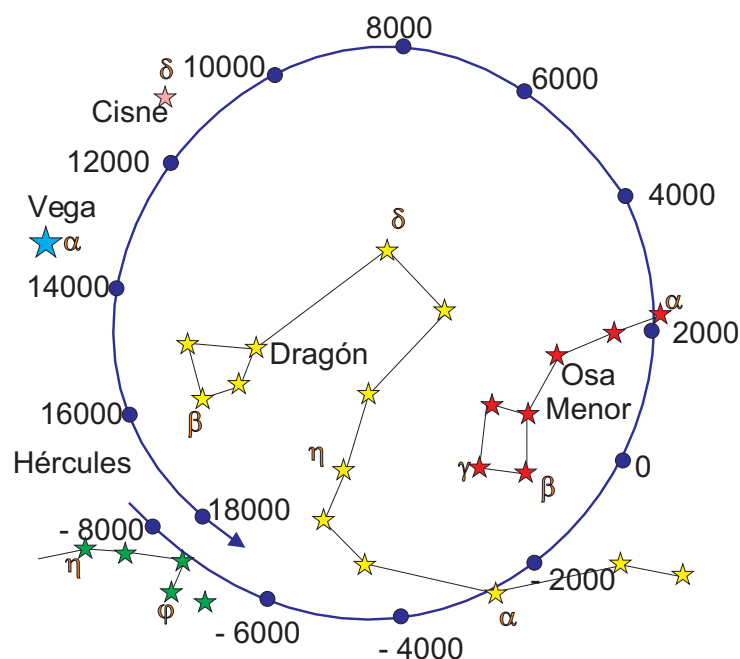
astronómicas (α y δ) respecto a las estrellas. El Punto Aries y las coordenadas de las estrellas varían continuamente. Aunque imperceptibles, estos desplazamientos son significativos en largos períodos de tiempo y requieren constantes correcciones de dichas coordenadas celestes para un año en concreto. Actualmente el patrón está establecido para el comienzo del año 2000.

3) El lento pero continuo deslizamiento que tiene lugar entre las constelaciones y los signos zodiacales, que vinculados a las estaciones siguen a la Tierra en su movimiento. Mientras que ahora, durante las noches invernales, observamos algunas constelaciones como Tauro y Gémini, el Sol se encuentra en las constelaciones estivales como Escorpio y Sagitario. Bien, dentro de 13.000 años en las noches de invierno se observarán a Escorpio y Sagitario mientras que el Sol se encontrará en las constelaciones como Tauro y Gémini, constelaciones que se habrán convertido en estivales.

Movimiento de nutación

Hay un segundo fenómeno que se superpone con la precesión, es la nutación, un pequeño movimiento de vaivén del eje de la Tierra.

Como la Tierra no es esférica, sino achatada por los polos, la atracción de la Luna sobre el abultamiento ecuatorial de la Tierra provoca el fenómeno de nutación. Para hacernos una idea de este movimiento, imaginemos que, mientras el eje de rotación describe el movimiento cónico de precesión, recorre a su vez una pequeña elipse o bucle en un periodo de 18,6 años, y en una vuelta completa de precesión (25.767 años) la Tierra habrá realizado más de 1.300 bucles.





La esfera terrestre

Como los diámetros ecuatorial y polar son casi iguales, para resolver numerosos problemas de astronomía y navegación, se supone que la Tierra es una esfera denominada esfera terrestre.

Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas son aquellas coordenadas que indican la posición del observador en la superficie terrestre. Estas coordenadas tienen gran importancia en navegación, ya que uno de los problemas fundamentales es obtener la situación, por ejemplo, de un observador o de un barco.

Antes de explicar estas coordenadas vamos a definir los puntos y líneas de nuestra esfera terrestre:

Eje y polos: La Tierra gira alrededor de un eje denominado **Eje de la Tierra, o Eje del Mundo, o Línea de los Polos**. A los extremos de este eje se llaman **Polo Norte (PN)** y **Polo Sur (PS)**.

Ecuador: Es el círculo máximo normal al Eje de la Tierra. Los polos están separados 90° del Ecuador. El Ecuador divide a la Tierra en dos semiesferas o hemisferios, llamados Hemisferio Norte y Hemisferio Sur, según el Polo que tienen en su centro.

Paralelos: Son los círculos menores paralelos al Ecuador; hay infinitos paralelos pero tienen nombre especial los siguientes:

Trópico de Cáncer: Paralelo del Hemisferio Norte separado del Ecuador $23^\circ 27'$.

Trópico de Capricornio: Paralelo simétrico al Paralelo de Cáncer en el Hemisferio Sur, por tanto también separado del Ecuador a $23^\circ 27'$.

Círculo Polar Ártico: Paralelo que se encuentra separado del Polo Norte $23^\circ 27'$.

Círculo Polar Antártico: Paralelo que está separado del Polo Sur $23^\circ 27'$.

La Tierra queda dividida por estos paralelos en cinco Zonas que reciben los siguientes nombres:

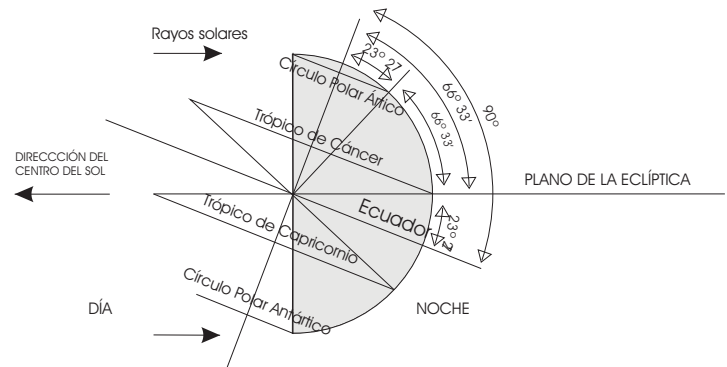
Una zona tórrida, comprendida entre los trópicos y que el Ecuador divide en dos partes.

Dos zonas templadas, limitadas por los trópicos y los círculos polares.

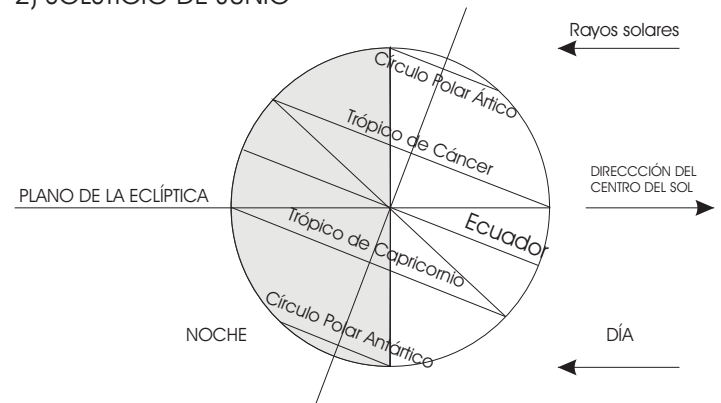
Dos zonas glaciares, las extremas comprendidas entre los círculos polares y los polos. La zona tórrida, comprendida entre los paralelos de latitud $23^\circ 27' N$ y $23^\circ 27' S$ coincide con la máxima y mínima declinación del Sol, y por tanto, este astro alcanza grandes alturas en esta zona llegando a culminar en el cenit dos veces al año. Por ello, los rayos solares inciden casi normalmente sobre dicha zona y es la más calurosa.

En las dos zonas templadas, los rayos solares inciden

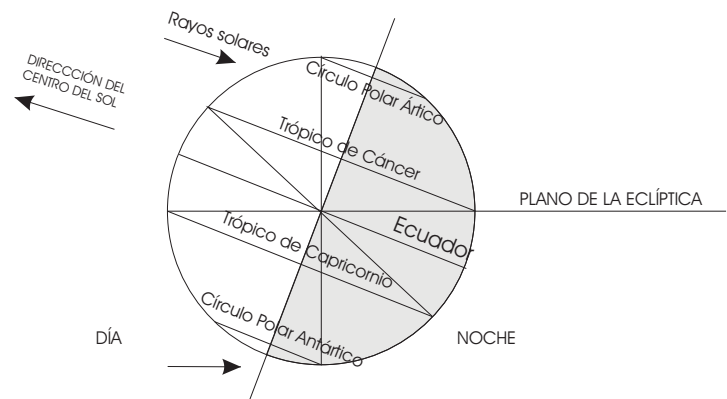
1) SOLSTICIO DE DICIEMBRE



2) SOLSTICIO DE JUNIO



3) EQUINOCCIO DE MARZO Y SEPTIEMBRE



Iluminación terrestre durante un año.



más oblicuamente, nunca culmina el Sol en el cenit y al aumentar la latitud el Sol alcanza menos altura y, por tanto, la temperatura en esta zona es menos elevada que en la anterior.

En las zonas glaciares, los rayos del Sol inciden muy oblicuamente, calentando poco. En estas zonas los días y las noches tienen mayores duraciones, tanto mayor cuanto mayor es la latitud, hasta llegar a los polos en que la noche y el día tienen una duración de seis meses, aunque existen los crepúsculos que duran unos dos meses, nos referimos al Sol de Medianoche.

Meridianos: Son los círculos máximos que pasan por los polos y son normales al Ecuador.

Entre los infinitos meridianos se distinguen especialmente el Meridiano del lugar, que pasa por un punto donde se encuentra el observador. Suponiendo que el observador está en O el meridiano es el PnOpsPn.

Los polos dividen a este meridiano en dos partes, la mitad que pasa por el observador (PnOPs) se llama meridiano superior, a la otra mitad se la denomina meridiano inferior. En general, cuando hablamos sólo de meridiano nos referimos al meridiano superior.

Primer meridiano: Es el meridiano que se toma como origen para medir las longitudes; actualmente es el **Meridiano de Greenwich**, llamado así por pasar por el Observatorio de esa ciudad inglesa. Por lo tanto, es lo mismo hablar de primer meridiano que meridiano de Greenwich. El meridiano de Greenwich también se divide en meridiano superior (PnGPs) y meridiano inferior que es la parte opuesta.

Explicados estos círculos máximos podemos estudiar las coordenadas geográficas o terrestres "latitud" y "longitud".

Latitud: es el arco de meridiano contado desde el Ecuador al punto donde se encuentra el observador. Se representa por la letra ϕ o por l . La latitud siempre es menor de 90° y se llama **latitud Norte** cuando el observador o el lugar se encuentra en el Hemisferio Norte y se llama **latitud Sur** cuando está en el Hemisferio Sur. En los cálculos a las latitudes Norte se les da **signo positivo** y a las latitudes Sur **signo negativo**. Los puntos que se encuentran en la misma latitud se encuentran en el mismo paralelo.

Colatitud: Se llama así al complemento de la latitud ($c = 90^\circ - \phi$), por tanto, es el arco de meridiano comprendido entre el observador y el polo del mismo nombre que la latitud.

Longitud: Es el arco de Ecuador contado desde el meridiano superior de Greenwich hasta el meridiano superior del lugar. Se cuenta menos de 180° , llamándose **longitud Oeste** (W) cuando, vista desde fuera de la Tierra y el Polo Norte arriba, el lugar queda a la izquierda del meridiano superior de Greenwich y **longitud Este** (E) cuando, en estas condiciones, el lugar queda a la derecha del meridiano superior de Greenwich. Podemos decir que los paralelos son los lugares geométricos de los puntos que tienen la misma latitud y los meridianos son los lugares

geométricos de los puntos que tienen la misma longitud. Se representa por el símbolo L .

Conociendo las coordenadas geográficas (ϕ, L) podemos situar el punto donde nos encontramos en la superficie terrestre. Para ello se toma en el Ecuador a partir del meridiano superior de Greenwich un arco igual a la longitud, si está el Polo Norte arriba, hacia la izquierda si es longitud Oeste o hacia la derecha si es longitud Este; en caso de tener el Polo sur arriba los sentidos son opuestos. Por el extremo de dicho arco trazamos el meridiano del lugar. Sobre este meridiano del lugar tomamos un arco igual a la latitud, el punto marcado corresponde a las coordenadas conocidas.

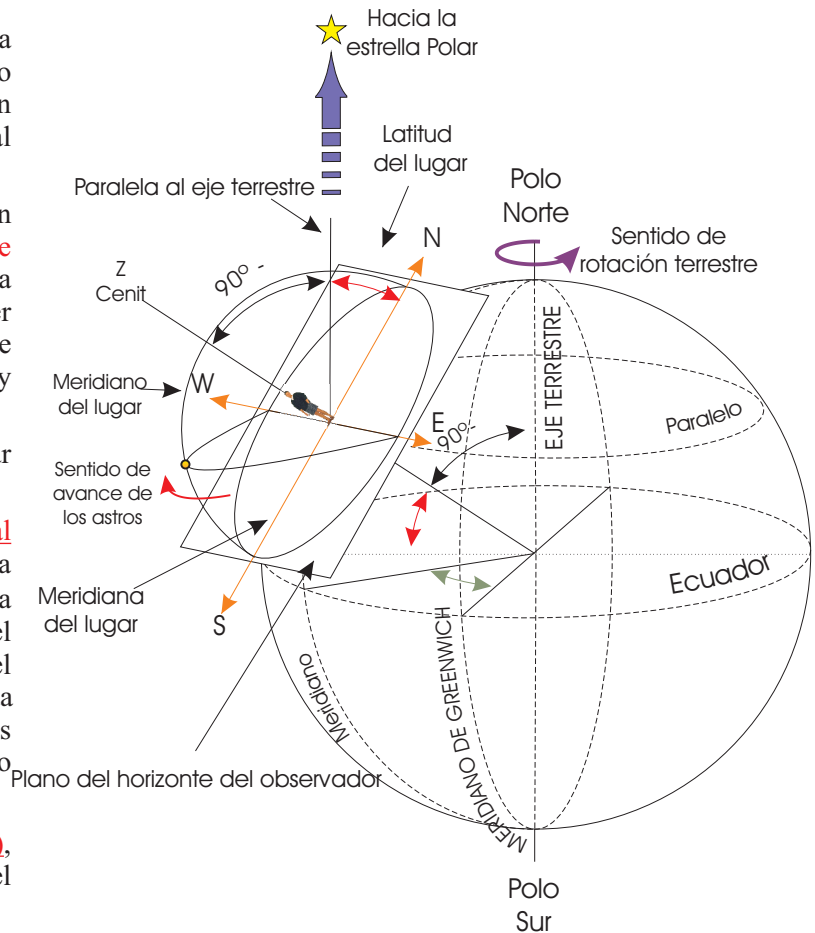


Gráfico que representa la longitud y la latitud de un determinado lugar de observación de un observador.



La esfera celeste

Los astros se encuentran diseminados en el espacio a distancias enormes de la Tierra y, además cada uno está a diferente distancia de los otros. Nos da la impresión de que es una esfera encontrándose todos los astros en su interior. Por estar los astros tan alejados, el observador desde la Tierra no aprecia que unos están más cerca que otros, sino que le parece que todos se encuentran a la misma distancia.

Para la resolución de la mayoría de los problemas de Astronomía se supone que esta apariencia es cierta, es decir, que todos los astros se encuentran en una gran superficie esférica de radio arbitrario denominada esfera celeste.

Uno de los puntos de mayor interés para el que se inicie en la afición de la Astronomía suele ser la orientación en la esfera celeste: cómo observar objetos cuya posición conocemos previamente a partir de un atlas, o deducir la posición aproximada del objeto que estamos observando, para identificarlo. Para localizar los objetos celestes necesitaremos un sistema de coordenadas. Conociendo las coordenadas del astro podremos identificarlo en el cielo, ya sea directamente mediante círculos graduados de nuestro telescopio o indirectamente mediante cartas celestes.

La localización de un objeto celeste en el cielo requiere únicamente conocer la orientación que debemos dar a nuestro telescopio, ya que para verlo no necesitamos saber la distancia a la que se encuentra. Por este motivo se introduce el concepto de esfera celeste: una esfera imaginaria de radio arbitrario centrada en el observador, sobre la cual se proyectan los cuerpos celestes.

Los sistemas de coordenadas que vamos a emplear en la esfera celeste serán parecidos a los utilizados para definir posiciones sobre la superficie terrestre: sistemas de coordenadas esféricas. En la superficie terrestre se emplea la

longitud y la latitud terrestre.

Según el centro que se tome en la esfera celeste, existen tres clases de esferas:

Esfera celeste local (topocéntrica).- tiene por centro el ojo del observador. Es la que contemplamos, en un instante dado vemos una mitad de esta esfera, la que está sobre nuestro horizonte. Esfera celeste geocéntrica: Tiene por centro a la Tierra. Esfera celeste heliocéntrica: Tiene por centro el Sol.

Para la esfera celeste, daremos algunas definiciones que nos ayudarán a introducir los sistemas de coordenadas.

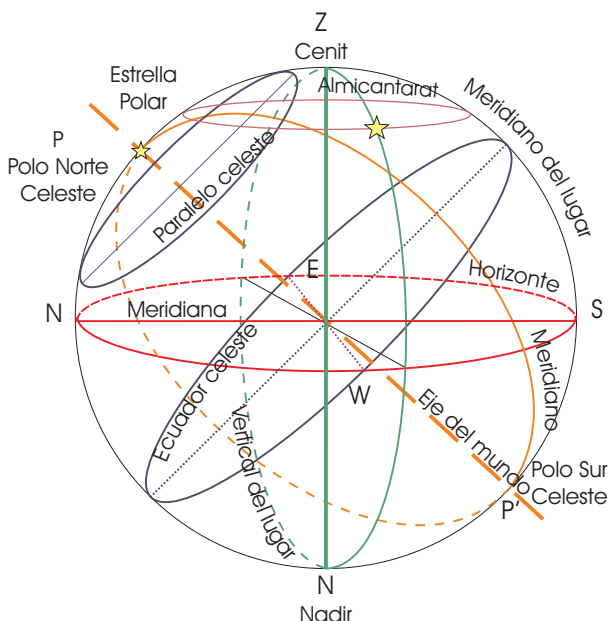
Si prolongamos la dirección de los polos terrestres tenemos el **Eje del mundo**. Los puntos de intersección del eje del mundo con la esfera celeste constituyen los polos celestes, el polo que se halla encima del horizonte del Hemisferio Norte es el **Polo Boreal, Ártico o Norte**, que coincide con la estrella Polar; el otro se llama **Polo Austral, Antártico o Sur**.

El plano perpendicular al eje del mundo forma el **ecuador terrestre**, y su intersección con la esfera celeste forma el Ecuador celeste. El plano del ecuador celeste forma dos hemisferios celestes, el **hemisferio norte o boreal**, y el **hemisferio sur o austral**. Los planos paralelos al ecuador forman sobre la esfera celeste círculos menores denominados **paralelos celestes o círculos diurnos**.

La **vertical del lugar** es la dirección de la gravedad en dicho lugar y corta a la esfera celeste en dos puntos llamados cenit y nadir. El **cenit** es el situado por encima del observador y el **nadir** por debajo del mismo.

El **horizonte del lugar** es el círculo máximo de la esfera celeste, perpendicular a la vertical del lugar. El horizonte divide a la esfera celeste en dos hemisferios: el hemisferio superior o visible y el hemisferio inferior o invisible. A cada lugar le corresponderá un meridiano, que será el formado por eje del mundo y la línea ZN (cenit-nadir) del lugar. Todo plano que pasa por el eje del mundo forma sobre la esfera celeste unos círculos máximos denominados **meridianos celestes**. Cuando dicho meridiano pasa por el cenit y por los polos se llama **meridiano del lugar**. La meridiana es la recta de intersección del plano del horizonte y del meridiano del lugar. La **meridiana** o **línea norte-sur** corta a la esfera celeste en dos puntos opuestos, el más próximo al polo boreal se llama **Norte** o **septentrión** y se designa con la letra **N**, mientras que el más próximo al polo austral se denomina **Sur** o **Mediodía** y se designa con la letra **S**. La recta perpendicular a la meridiana forma en la esfera celeste los puntos cardinales **Este** u **Oeste**, el primero se designa con la letra **E**, mientras que el último con la letra **W**. A los círculos menores de la esfera celeste paralelos al horizonte se les denomina **Almucantarates**.

El **orto** de un astro es su salida sobre el horizonte del lugar, y el **ocaso** de un astro es su puesta por el horizonte. El paso de un astro por el meridiano del lugar se llama **culminación superior** o **paso por el meridiano**.





Los objetos celestes y sus movimientos aparentes

Según las apariencias, la Tierra parece estar inmóvil, mientras a su alrededor giran todos los cuerpos celestes aproximadamente en 24 horas.

Si se utiliza como origen de referencia el sistema topocéntrico, en el cual se considera a un observador ocupando el centro del Universo, se comprueba que el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas giran alrededor nuestro.

Estos objetos celestes se ven moverse de Este a Oeste dando la sensación de que es la bóveda celeste la que está girando alrededor de la Tierra, cuando en realidad es la Tierra la que gira alrededor de su propio eje, en sentido Oeste-Este.

Si contemplamos las estrellas durante horas veremos un movimiento común sin cambiar la figura de las constelaciones. Las estrellas que están hacia el Este, se elevan; las que están hacia el Sur se mueven hacia el Oeste, y las que están hacia el Oeste bajan hacia el horizonte hasta desaparecer. Solamente es la estrella Polar la que aparentemente no gira, pero en realidad si efectúa un giro completo, tan pequeño que a ojo desnudo nos parece que está quieta.

Tomando como punto fijo de orientación la estrella Polar, se reconoce que todo el movimiento común de las estrellas se realiza en un sentido contrario al de las agujas del reloj (sentido directo).

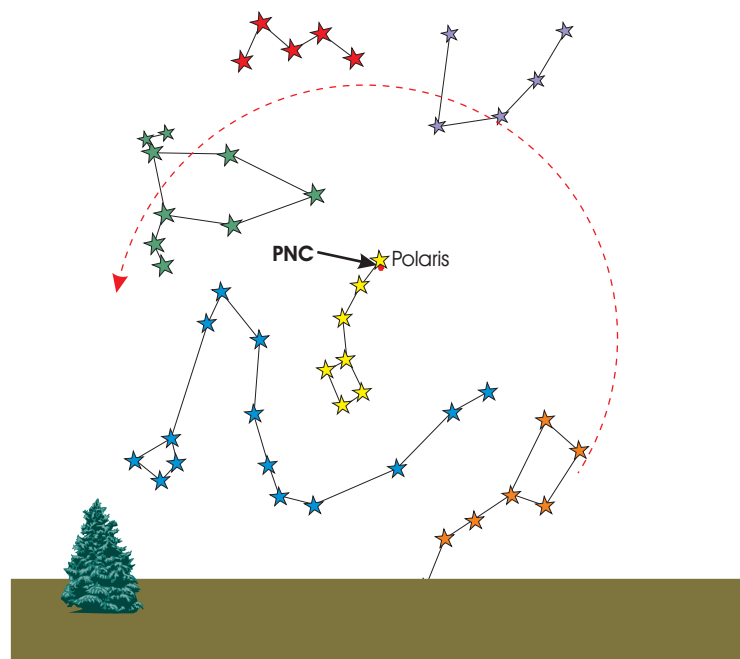
Si nos fijamos en el lugar que ocupa en el cielo una constelación dada a una hora determinada (por ejemplo la Osa Mayor a las 10 de la noche en la estación invernal), al día siguiente a la misma hora, no nos damos cuenta y nos parece que está en el mismo sitio, pero realmente cada día adelanta casi 4 minutos, es el denominado día sideral, cuyo valor es



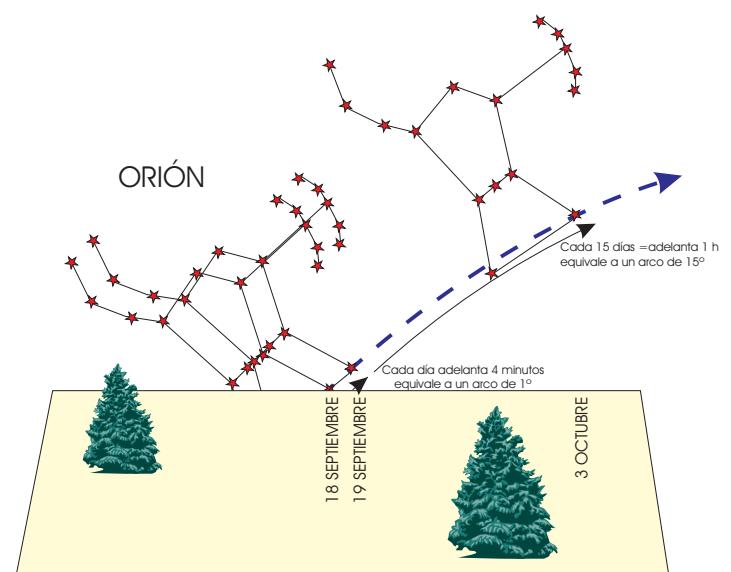
Rastras de las estrellas registradas en una toma fotográfica sin motor de seguimiento.

exactamente 23 horas, 56 minutos, 4,091 segundos), lo que equivale a un arco de 1° . Cada 15 días adelanta 1 hora, que equivale a un arco de 15° , entonces el aspecto del cielo ya no es el mismo, y a los seis meses, la Osa Mayor la encontraremos en la posición opuesta, llegando al mismo punto de origen otros seis meses después. Sucederá lo mismo con las demás constelaciones. Esto nos demuestra que la Tierra se desplaza alrededor del Sol y al cabo de un año vamos viendo las distintas constelaciones.

El día sideral es el tiempo transcurrido entre dos pasos sucesivos de una estrella por el meridiano del lugar. Su duración coincide con el periodo de rotación terrestre. El día solar verdadero es el tiempo que separa dos pasos consecutivos del centro del Sol por el meridiano del lugar (su duración es de 24 horas). El Sol llega al sur aproximadamente cada día a las 12 horas del mediodía, pero una estrella llega a



Movimiento aparentes de las constelaciones circumpolares alrededor del Eje del mundo o Polo Norte Celeste.



Movimiento aparentes de las constelaciones circumpolares alrededor del Eje del mundo o Polo Norte Celeste.



la misma posición cada día cuatro minutos antes que el Sol, y debido al movimiento de traslación el día solar verdadero es unos 4 minutos más largo que el sideral.

El hecho de que veamos distintas constelaciones en diferentes estaciones del año, es consecuencia del circuito del Sol en la esfera celeste. Sólo podemos ver estrellas en aquella parte del cielo que está lejos del Sol, y como que éste se mueve a través del cielo en dirección Este, cubre progresivamente unas constelaciones y deja ver otras

Por ejemplo, en junio el Sol está en aquella parte de la Eclíptica que atraviesa Tauro y, durante un par de meses, antes y después de esa fecha, la constelación está situada en el cielo iluminado. En diciembre, cuando el Sol se ha desplazado a la parte opuesta del cielo, Tauro luce brillantemente a medianoche en el sur del cielo. Esta traslación es consecuencia de la diferencia entre el tiempo sideral y el tiempo solar.

Si el observador se encuentra en una latitud septentrional media, como por ejemplo España, podemos considerar que la latitud media es de 40°N ; la estrella Polar aparece a 40° por encima del horizonte norte. Vemos que las estrellas describen un movimiento a lo largo de su trayectoria (denominado movimiento diurno), unos cortan el horizonte del lugar de observación, de forma que las vemos salir, culminar y más tarde ocultarse. Las estrellas que distan menos de 40° del polo celeste nunca se pondrán, dichas estrellas no salen ni se ponen nunca, están siempre sobre el horizonte y siempre se ven, son las llamadas estrellas circumpolares siendo ejemplos típicos las constelaciones de Osa Mayor, Osa Menor, Casiopea, Draco, etc. El nombre "estrellas circumpolares" es relativo pues varía según la latitud del observador. Orientándonos hacia el horizonte sur, nos encontramos con que nunca podemos ver estrellas a menor distancia de 40° del Polo Sur, cuya declinación es de -50° . En la práctica, a causa de la atmósfera, el límite queda reducido. Esto significa que, objetos más al sur como las Nubes de Magallanes y otros objetos celestes están perpetuamente escondidos a nuestra vista.

Si el observador se encuentra en el Polo Norte todas las estrellas describen círculos paralelos al horizonte, ninguna estrella sale ni se pone, es decir, nunca aparecen nuevas estrellas. La estrella Polar se encuentra en la cabeza del observador, en el cenit, que apunta hacia el eje terrestre. Vemos perpetuamente la mitad exacta de la esfera celeste, mientras que alguien situado en el Polo Sur tendría una visión análoga de la otra mitad de la esfera celeste.

Si el observador se encuentra en el Ecuador, podría ver que casi todas las estrellas describen círculos alrededor de la línea meridiana y todas las estrellas salen y se pone, excepto la Polar.

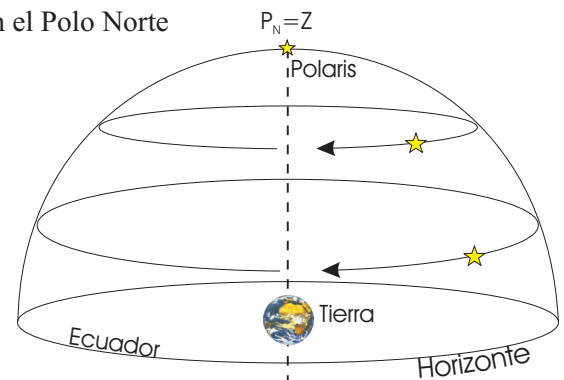
La Luna también da la impresión de que recorre un círculo perfecto alrededor de la Tierra. Además del movimiento común de la bóveda celeste la Luna está dotada de un movimiento propio de Este a Oeste. Podemos observar que cada hora se desplaza en casi la mitad de su diámetro, se pone unos 49

minutos más tarde cada día, o sea que se desplaza unos 13° cada día.

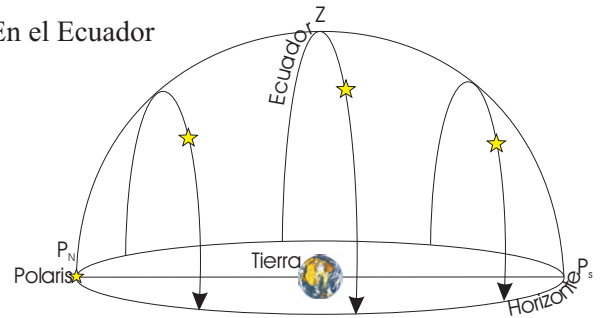
Los planetas realizan un movimiento doble en la esfera celeste: por una parte, participan en el movimiento diurno de la bóveda celeste trasladándose de Este a Oeste, y por otro poseen un movimiento propio de Oeste a Este. Si observamos y anotamos en un atlas estelar sus posiciones, podemos comprobar que los planetas se mueven en dirección Oeste-Este respecto a las estrellas que virtualmente parecen fijas. Pero su movimiento no es regular, sino que se interrumpe por periodos permaneciendo inmóvil por unos días, luego se mueve en dirección contraria, de Este a Oeste (denominado movimiento retrógrado), para posteriormente seguir su ruta normal, es decir la dirección Oeste-Este. Estos movimientos se deben a la combinación de la traslación de la Tierra y del planeta alrededor del Sol.

Traectoria de las estrellas según la latitud del lugar de

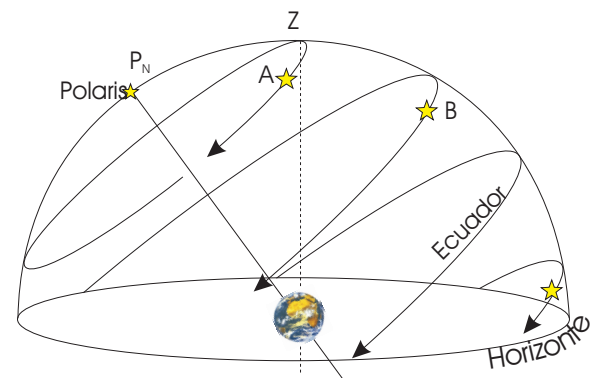
1) En el Polo Norte



2) En el Ecuador

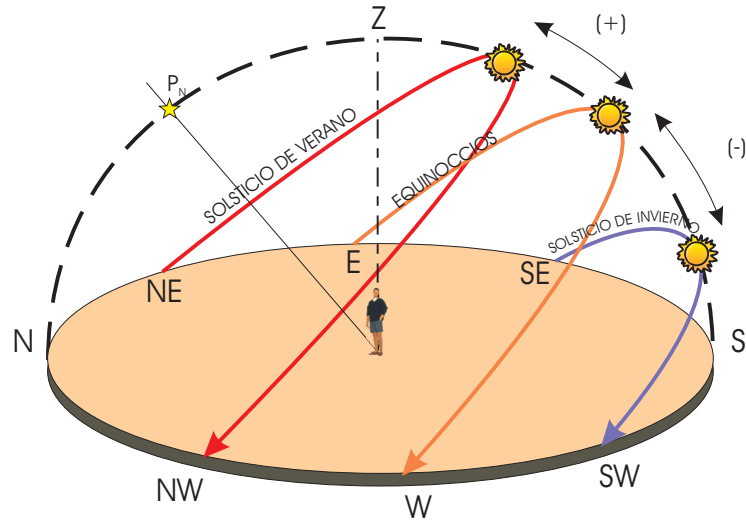


3) En una latitud septentrional intermedia





El movimiento del Sol en la esfera celeste

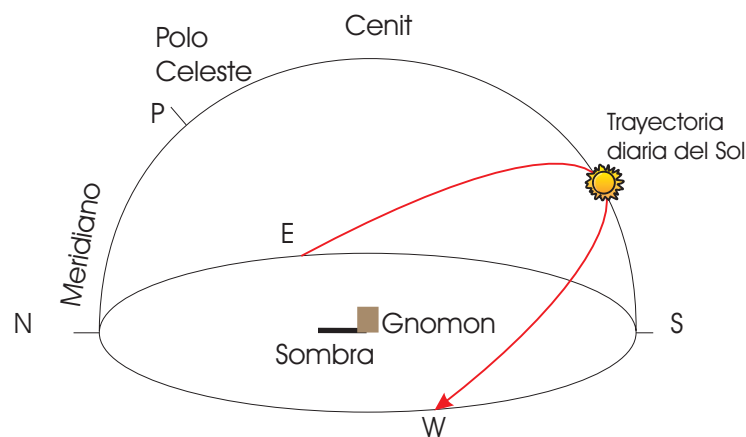


Los puntos del horizonte por donde sale (orto) y se pone (ocaso) el Sol varían constantemente en el transcurso de un año.

El 21 de marzo, fecha del equinoccio de primavera el Sol sale por el Este y se pone por el Oeste. Al pasar los días, estos puntos van corriéndose hacia el Norte, primero rápidamente, luego lentamente, hasta el 21 de junio, fecha del solsticio de verano, en que el Sol alcanza su máxima altura.

A partir del 21 de junio, los puntos se alejan del Norte y se van acercando al Este y al Oeste, cuyas posiciones vuelven a ocupar el 22 o 23 de septiembre, equinoccio de otoño. Luego se acercan al punto Sur, hasta el 22 de diciembre, solsticio de invierno, del cual se alejan después. Transcurrido un año, vuelven a coincidir con los puntos Este u Oeste.

Si se construye un aparato denominado gnomon (constituye un importante instrumento de cálculo astronómico)

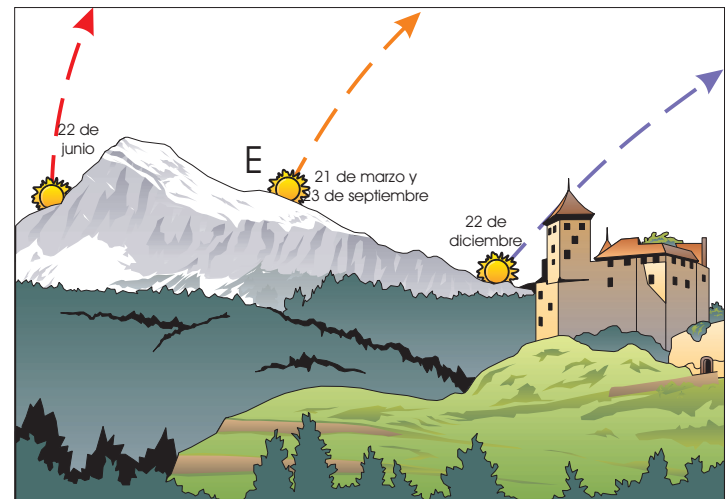


Se determina el ángulo a que nos da la altura del sol sobre el horizonte a cada instante.

A consecuencia del movimiento diurno, la sombra de la varilla se desplaza en el plano horizontal y cruza la línea norte-sur cuando el Sol pasa por el meridiano del lugar, eso ocurre al mediodía (es el momento en que el Sol alcanza su culminación superior y cuando está en el inferior se dice que es medianoche).

El 21 de diciembre, solsticio de invierno, la sombra de la varilla es máxima, al estar el Sol bajo en el horizonte, mientras que el 21 de junio, solsticio de verano, la sombra proyectada por la varilla es mínima, consecuencia de la máxima altura alcanzada por el Sol sobre el horizonte.

Un día antes de que el Sol atravesase el Ecuador el 21 de marzo su declinación es negativa, al día siguiente (21 de marzo) su declinación vale cero, en ese instante el Sol coincide con el Punto Aries. La duración del día sería igual a la de la noche. En los días posteriores la del Sol es positiva, sigue subiendo hasta que su alcanza $+23^{\circ} 27'$, estando el Sol en ese instante en el Solsticio de verano o Trópico de Cáncer. En el hemisferio norte ese día es el más largo del año y la noche es la más corta. A partir de ese momento la declinación del Sol empieza a disminuir hasta que nuevamente $= 0$ el 21 de septiembre, coincidiendo con el paso del Sol por el Punto Libra, momento en que otra vez la duración del día es igual a la de la noche. Sigue disminuyendo la declinación, ahora con valores negativos, hasta el Solsticio de invierno o Trópico de Capricornio (21 de diciembre) alcanzando su declinación el valor $= -23^{\circ} 27'$, época a la que le corresponden las noches más largas y los días más cortos.



Variación de los puntos de salida del Sol durante un año.



EL MOVIMIENTO DEL SOL EN LA ESFERA CELESTE

