

# Astronomía Básica de Sky 6 (Software Bisque)

---

*Esta traducción libre y no autorizada del tutorial que viene en [TheSky6](#) - para mí el mejor programa de software para el astrónomo aficionado -, está dirigida a dar un entendimiento básico de la astronomía. Su diseño se dirige a ser utilizado junto con el programa, sin embargo, el autor de la traducción modificará algunos de estos recursos para transmitir la esencia de lo que se propusieron los autores originales, de manera que pueda ser entendido sin necesidad de tener el software.*

*Carlos Andrés Carvajal Tascón.*

La astronomía es excitante y en la actualidad accesible a todos aquellos que tengan interés en ella. Cuando se estudia algún campo del conocimiento humano, como es la astronomía, se debe familiarizar con los nuevos conceptos y por supuesto con las nuevas terminologías. Los programas de computador ofrecen un método único para la enseñanza siendo especialmente cierto en el campo astronómico.

Hasta hace algunos años, el poder de computación requerido para calcular las posiciones planetarias era extremadamente grande y las máquinas capaces de realizarlos no estaban a disposición del público promedio. Hoy, los procesadores de alto poder son la norma en los computadores personales, dando la oportunidad a cualquier persona a acceder a poderosas herramientas de estudio de la dinámica del Sistema Solar y el espacio profundo. También el aumento en la capacidad de almacenamiento de los diferentes sistemas (discos duros, CDs, DVD, etc), lleva a programas como TheSky a incluir información sobre millones de estrellas y otros objetos que están a disposición de un clic de ratón.

*Existen otros programas planetarios con un costo mucho menor y otros disponibles de manera gratuita (Astronomy Free Software) para todas las plataformas de computación, que si bien pueden no tener el poder de los grandes programas como TheSky del cual aprovechamos su tutorial, son de gran utilidad para el astrónomo aficionado. Solamente adicione observaciones nocturnas y podrá tener una sólida formación para el entendimiento de los cielos y de las mentes de los hombres que lo hicieron posible.*

## **Introducción a los Objetos Celestes**

Cuando miramos hacia el cielo, especialmente en noches oscuras (sin Luna ni contaminación lumínica), podemos observar cientos de objetos, la mayoría de ellos estrellas. Aparte de las estrellas pueden observarse el Sol, la Luna, los planetas, satélites, cúmulos de estrellas, nebulosas, galaxias etc. Si se adquiere conocimiento sobre los movimientos de los objetos del Sistema Solar y la habilidad de reconocer algunas de las más brillantes constelaciones, se tendrá la capacidad de responder muchos interrogantes en una noche estrellada. Con poca práctica, nos podremos convertir en “astrónomos expertos” en el círculo de amigos que nos acompañan en estas oscuras y hermosas noches.

## El brillo de los objetos celestes: Magnitudes

Los objetos que observamos en el cielo parecen tener diferente nivel de brillo. Durante el día, el Sol es tan brillante que impide observar cualquier objeto celeste (con excepciones como la Luna y ocasionalmente planetas como Venus); en la noche el brillo de la Luna es con mucho el más importante de todos, seguido por los planetas brillantes, las estrellas, cúmulos de estrellas, nebulosas y galaxias.

Los astrónomos modernos han definido una escala de magnitudes para cuantificar la diferencia en brillo entre varios objetos. Debido a que esta escala es logarítmica, es muy difícil cuantificar la magnitud únicamente con la observación directa, por lo tanto es indispensable tener patrones de comparación. Si dos objetos difieren en 5 magnitudes la diferencia en brillo es de cien veces. Por ejemplo una estrella de magnitud 1 es 100 veces más brillante que otra de magnitud 6. Esto se debe a que la diferencia en brillo entre una magnitud y la siguiente es 2.5 (raíz quinta de 100 es 2.51189). Una estrella de magnitud 2 es 2.5 veces más brillante que una de 3.

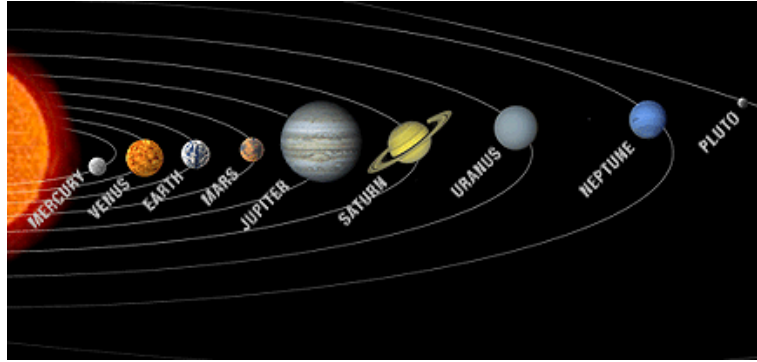
¡Entre más brillante es el objeto, más pequeña es su magnitud! La estrella más brillante del cielo (después del Sol) es Sirio en el Can Mayor, con una magnitud promedio de -1.6. Las estrellas más tenues que pueden ser observadas a simple vista (*con noches oscuras y buen ojo*) son de magnitud 6. Telescopios de aficionados alcanzan a captar estrellas entre magnitudes 13 y 14. Venus, Júpiter y Marte por épocas aumentan su brillo de tal manera que sobrepasan el de Sirio.

Objeto	Magnitud
Sol	-26.0
Venus	Variable, hasta -4.4 (visible durante el día)
Sirio	-1.60
Polar	2.1
Objetos más tenues observados con el ojo desnudo	Magnitud 6, (2500 estrellas)
Catálogo SAO	Magnitud 9, (260,000 estrellas)
Telescopio pequeño	Magnitud 14, (millones de estrellas)
Catálogo guía del Telescopio espacial Hubble	Magnitud 14.5 (20,000,000)
Catálogo U.S. Naval Observatory (USNO)	Magnitud 21, (500 millones de estrellas)

## Sistema solar

### Planetas

Los planetas son grandes masas casi esféricas que orbitan alrededor del Sol. El Sistema Solar posee ocho planetas mayores y tres planetas menores que son mantenidos en sus órbitas (en la física Newtoniana) por la fuerza de gravedad del Sol. Dentro de los planetas mayores Mercurio y Venus son llamados *planetas interiores*, debido a que sus órbitas se encuentran entre la Tierra y el Sol. Los planetas mayores restantes (Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno), así como los menores Plutón y Ceres tienen órbitas exteriores a la de la de la Tierra y son llamados *planetas exteriores*.

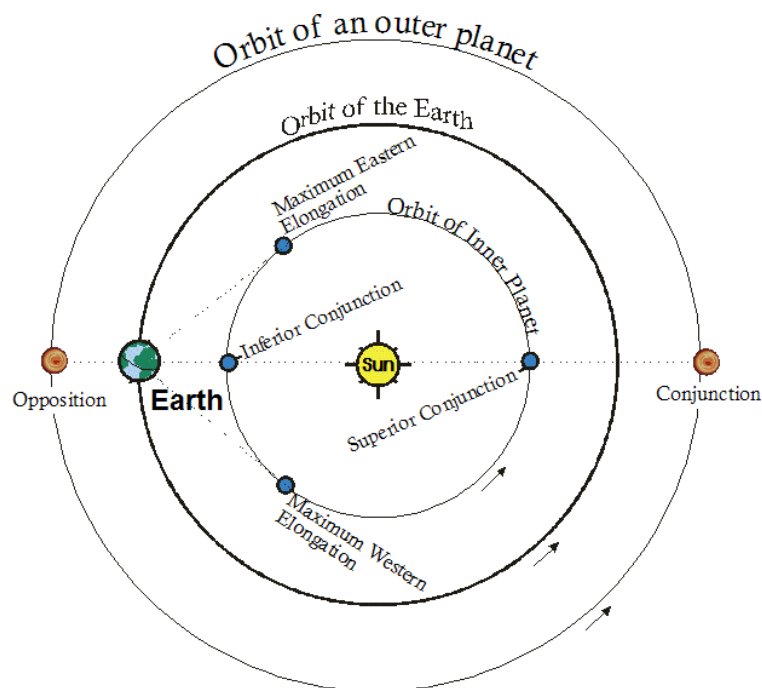


Los planetas interiores y exteriores no deben ser confundidos con el Sistema Solar interior y exterior. El **Sistema Solar interior** contiene a Mercurio, Venus, La Tierra y Marte, cuyas órbitas están agrupadas estrechamente cerca al Sol comparadas con las

órbitas del resto de planetas. El **Sistema Solar exterior** incluye a Júpiter, Saturno Urano, Neptuno, Plutón y Ceres.

Cuando son observados con el ojo desnudo (esto es, sin ninguna ayuda óptica), los planetas parecen estrellas. Una mirada más atenta revela importantes diferencias: Las estrellas “titilan” mientras que los planetas parecen luces fijas; las posiciones de los planetas cambian con el tiempo con respecto a las estrellas mientras que las estrellas permanecen fijas con respecto a sus vecinas (Planeta viene de la palabra griega *planete* que quiere decir errante). Finalmente, cuando se observan a través de un telescopio los planetas muestran una forma de disco pero las estrellas siguen apareciendo como puntos titilantes de luz.

### Organización Planetaria



La figura muestra la terminología para las posiciones de los planetas interiores y exteriores con relación al Sol. Si Mercurio o Venus están directamente entre la Tierra y el Sol se dice que están en **Conjunción Inferior**. Cuando Mercurio o Venus están en el lado opuesto del Sol se dice que están en **Conjunción Superior**.

El ángulo formado entre el Sol y un planeta vistos desde la Tierra es llamado **Elongación Planetaria**. A su máxima elongación este, Mercurio o Venus se observan en la tarde, a su máxima elongación oeste son visibles en la mañana.

Cuando un planeta exterior está detrás del Sol, el planeta está en conjunción (elongación 0°). Cuando está exactamente opuesto al Sol está en oposición (elongación es 180°). La mejor época de observación para un planeta exterior es cuando está en oposición ya que estará opuesto al Sol y muy alto en el cielo nocturno.

### Datos planetarios

Planeta	Radio Ecuatorial (Km.)	Masa/masa terrestre	Gravedad	Rotación	Inclinación órbita
Venus	6,052	0.815	0.89	243 días - R	177.3
Tierra	6,378	1.000	1.00	23horas56min	23.45
Marte	3,397	0.107	0.38	24horas37min	25.20
Júpiter	71,398	318	2.54	9horas 50min	3.12
Saturno	60,000	95	1.07	10horas 40min	26.7
Urano	26,145	14.6	0.80	12to24 horas	97.9
Neptuno	24,300	17.2	1.2	18horas	29.6
Plutón	1,150	0.002	desconocida	6días 9 horas	118?

Planeta	Distancia al Sol (ua)	Periodo orbital (años)	Excentricidad	Inclinación sobre la eclíptica (Grados)	Densidad (g/cc)
Mercurio	0.39	0.24	0.206	7.0	5.4
Venus	0.72	0.62	0.007	3.4	5.2
Tierra	1.00	1.000	0.017	0.0	5.5
Marte	1.52	1.88	0.093	1.8	3.9
Júpiter	5.20	11.86	0.048	1.3	1.3
Saturno	9.54	29.46	0.056	2.5	0.7
Urano	19.18	84.01	0.047	0.8	1.2
Neptuno	30.06	165	0.09	1.8	1.7
Plutón	39.44	248	0.250	17.2	1

Si se comparan las órbitas de los cuatro planetas interiores estas están apiñadas alrededor del Sol con respecto a las de los planetas más exteriores. Muchas de las órbitas son casi circulares, esto es que tiene muy poca excentricidad. La excentricidad de un círculo es 0 y casi todas exceptuando las de Mercurio y Plutón son casi 0.

Todas las órbitas de los planetas se encuentran casi en el mismo plano llamado **eclíptica**. Se llama **inclinación**, al ángulo formado por el plano de la eclíptica con el de la órbita de un planeta en particular. Por definición la inclinación de la Tierra es 0 por que ella es la que se utiliza para definir el plano de la eclíptica.

## Cometas



En tiempos antiguos, los cometas solo se descubrían cuando alcanzaban un brillo tal que podían ser observados con el ojo desnudo. Hoy muchos de estos objetos se descubren con satélites y telescopios de manera fotográfica (la mayoría) o visual cuando son aun muy tenues. Es muy interesante que a pesar de los grandes telescopios y programas satelitales en busca de cometas muchos de los avistamientos los sigan haciendo astrónomos aficionados con sus pequeños equipos. Muchos cometas se descubren cada año pero pocos alcanzan un brillo suficiente para ser observados a simple vista.

Los cometas están compuestos por hielo de agua y dióxido de carbono y su tamaño alcanza en la mayoría de los casos algunas docenas de kilómetros en diámetro. Cuando un cometa se aproxima al Sol sus hielos comienzan a evaporarse formando una larga cola de gas y polvo la cual apunta al lado contrario del Sol, debido a que estos detritos son empujados por el viento solar. La cabeza del cometa o coma, es una inmensa nube de polvo que puede alcanzar el tamaño de la Tierra o ser aun mayor. El núcleo del cometa es tan pequeño que no se alcanza a resolver aun con grandes telescopios, *estos núcleos se han observado claramente con sondas como Giotto y Stardust*. El efecto vaporizador del Sol es lo que hace ver el núcleo de un cometa grande pero a su vez impide su visión. La cola de los cometas se separa de la coma y puede extenderse por millones de kilómetros, desde la Tierra han podido verse colas de cometas que alcanzan los 30° de longitud.

Los cometas periódicos son aquellos que de forma parecida a los planetas realizan órbitas elípticas alrededor del Sol, el más famoso de todos es el Halley que completa un giro en 76 años. *Los periodos pueden ser largos y cortos. También hay cometas cuya órbita es parabólica y se acercan al Sol para jamás regresar. La mayoría de cometas, sin embargo, se precipitan contra el Sol.*

## Planetas menores y Asteroides

*Recientemente la Unión Astronómica Internacional definió a Plutón y Ceres Como planetas menores por cumplir solo dos de los tres requisitos para ser considerados planetas mayores; ellos son 1. Giran alrededor del Sol y 2. Tienen masa suficiente para*

*adquirir una forma esférica. El tercer requisito no cumplido es que no han despejado de otros objetos su órbita.*

La mayoría de asteroides se encuentran en un espacio entre las órbitas de Marte y Júpiter, se conocen más de 4,000 órbitas de ellos pero hay por lo menos 6.000 cuyas órbitas no están claramente definidas.

## **Objetos del Espacio Profundo**

### Estrellas



Las estrellas son grandes masas de gas intensamente caliente que brillan por su propia luz. A través de largos años de estudio de nuestro Sol se ha llegado a un amplio conocimiento sobre las estrellas. A través de la luz de las estrellas se estudian sus características físicas y químicas. Debido a su proximidad, la luz del Sol es billones de veces más brillante que la de otras estrellas, sin embargo y aun cuando la luz de la mayoría de las estrellas es muy tenue esta contiene amplia información con respecto a su estrella progenitora y por tanto podemos conocer sus características químicas, masa, temperatura, etc. Esta es la ciencia de la espectroscopia una de las armas más poderosas de la astronomía moderna.

### Galaxias



Las estrellas están usualmente agrupadas en grandes conjuntos con otras estrellas, billones de ellas. Estas inmensas agrupaciones son llamadas galaxias. El Sol es una de un estimado de cien mil millones de estrellas en nuestra propia galaxia: la Galaxia de la Vía Láctea.

Las galaxias no están aleatoriamente repartidas en el universo sino que están agrupadas en cúmulos. La Vía Láctea hace parte de un cúmulo llamado el Grupo Local, el cual también contiene a la pequeña y gran nube de Magallanes y la galaxia de Andrómeda. Las nubes de Magallanes son compañeras cercanas a nuestra galaxia y son visibles con

el ojo desnudo en la titules al Sur. El Grupo Local es a su vez miembro de un Supercúmulo Local.

### Nebulosas



Una nebulosa es una inmensa nube constituida por gas y polvo. Las nebulosas no crean su propia luz, algunas son visibles por que son iluminadas por estrellas vecinas (llamadas nebulosas de emisión y de reflexión), otras se pueden observar debido a que bloquean la luz de estrellas mas distantes ellas son llamadas nebulosas oscuras. Cuando son observadas a través de pequeños telescopios, son objetos que aparecen como parches de luz difusos. Las nebulosas oscuras son áreas negras embebidas en zonas en donde se observan gran cantidad de estrellas.

### Cúmulos estelares



Los cúmulos estelares son agrupaciones de estrellas que nacieron al mismo tiempo. Existen dos tipos básicos de cúmulos estelares: Abiertos y globulares. Los cúmulos abiertos usualmente están contenidos en regiones de menos de 30 años luz. Algunos cúmulos abiertos solo lo son en apariencia por que las estrellas que se observan no están cercanas sino que solo se ven así por perspectiva. Los cúmulos globulares pueden llegar a tener cientos de miles de estrellas. El apelativo de Globular es debido a su aspecto de globo de luz. *Estos cúmulos en general rodean el centro galáctico.*

### **Catálogos**

Desde tiempos antiguos los astrónomos han reunido en listas los objetos que observaban para llevar un registro y determinar cuáles habían sido ya estudiados. Uno de los primeros catálogos utilizados fue el de Hiparco cuyo número de estrellas no sobrepasaba los 300. En la actualidad existen muchos catálogos, algunos son de uso profesional como los catálogos del telescopio espacial Hubble, otros son inmensos reuniendo gran cantidad de objetos como el NGC, otros agrupan objetos específicos como estrellas (SAO). Para el aficionado se encuentran catálogos de todas las facturas siendo tal vez el más famoso el Messier de 110 objetos, el Cadwell y otros.



### Catálogos de Hiparco y Tycho

En 1980 la misión Hiparcos Space Astrometry fue lanzada para compilar una base de datos de mediciones estelares precisa que incluye posición, paralaje y movimiento propio. El satélite Hiparco nombre resultante de las siglas de High Precision Parallax Collecting Satellite, fue lanzado en agosto de 1989. Durante tres años escaneó constantemente la esfera celeste recolectando datos y enviándolos a la Tierra; al evitar el efecto de la atmósfera terrestre el satélite fue capaz de medir las posiciones de las estrellas con una impresionante precisión. El catálogo resultante contiene la medición con un margen de error de un mili arco de segundo de 120.000 estrellas. Un catálogo secundario llamado “Tycho”, consistente en más de un millón de estrellas con mediciones con un margen de error de 30 mili arco de segundo.

Estos catálogos son usados para determinar la posición de otras estrellas y mostrar el movimiento de ellas durante largos periodos de tiempo.

### Catálogo SAO

SAO es el acrónimo de Smithsonian Astrophysical Observatory. Este catalogo es una lista muy completa de estrellas de magnitud 9. El catálogo contiene 258,997 estrellas. Originalmente fue compilado para otros fines que no eran el generar cartas celestes, de esta manera tiene algunos atributos que no son deseables para este propósito. Por ejemplo, en algunas partes del cielo el límite de magnitud fue aumentado hasta 10 debido a la ausencia de estrellas de magnitud 9. Sin embargo este catálogo se ha vuelto un estándar.

### Catálogo NGC

El Nuevo Catalogo General da una lista de la mayor parte de objetos no estelares brillantes el cielo. Contiene 7,840 galaxias, cúmulos, nebulosas, estrellas dobles y otros objetos del espacio profundo. La lista fue originalmente compilada por J.L.E Dreyer y apareció por primera vez en 1888. Un considerable número de estos objetos no han sido verificados como objetos no estelares, es por esto que muchos NGCs son de tipo desconocido o son estrellas dobles o triples.

### Catálogo Messier

Los objetos Messier son algunos de los más espectaculares en el cielo. Charles Messier (1730-1817) fue el primero en compilar una extensa lista de nebulosas y cúmulos estelares y la denominación Messier ha permanecido por muchos años. *Este catálogo puede considerarse el clásico dentro de los astrónomos aficionados, Messier los catalogó cuando buscaba cometas con instrumentos de bajo poder por tanto la mayoría de ellos puede ser vistos con instrumentos pequeños de aficionado.* Los objetos están nombrados del 1 al 110, aunque un par de ellos se han encontrado repetidos. Muchos de los objetos Messier también están incluidos en el NGC.

Pueden encontrar varios catálogos para aficionados en [www.astrodidacta.org](http://www.astrodidacta.org)

## **Midiendo el Universo**

### La escala del Sistema Solar

Aunque las dimensiones del Sistema Solar son muy pequeñas cuando se compara con las que nos separan aun a las estrellas más cercanas, las distancias de un planeta a otro



son difíciles de comprender. Nuestro vecino más cercano, La Luna se encuentra en promedio a 385,000 km de la Tierra. El diámetro de la tierra es de 12,900 km con una circunferencia aproximada de 40,000 km. Esto quiere decir que la Luna esta a 10 viajes alrededor de la Tierra.

La distancia promedio de la Tierra al Sol es llamada Unidad Astronómica (ua) y es igual a 150.000.000 km. Viajando a 300,000 km por Segundo la luz toma alrededor de 8 minutos en llegar a la Tierra desde el Sol. Neptuno, se encuentra a 30 unidades astronómicas del Sol o a 4 horas luz de distancia del Sol.

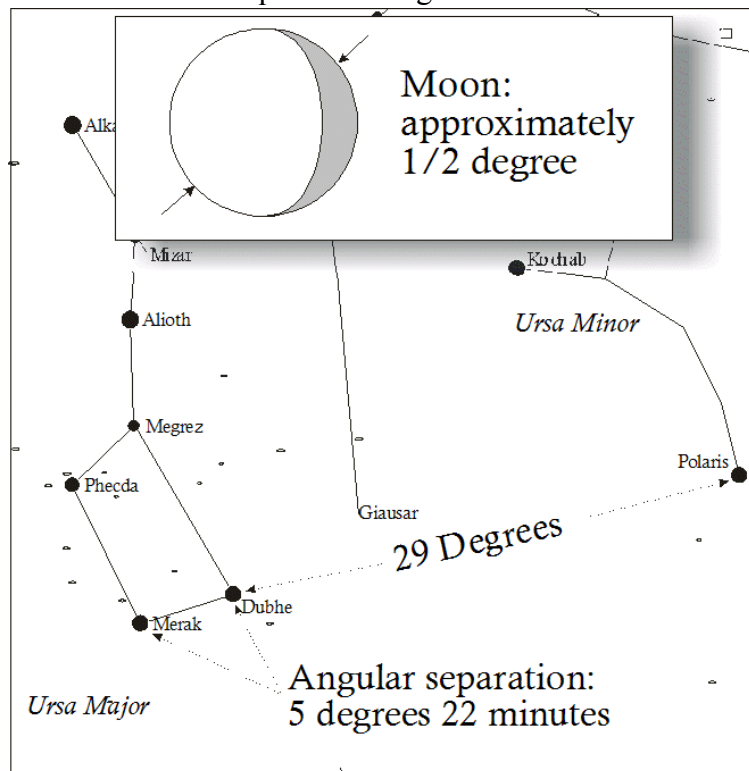
### Escala Inter estelar

Para poder apreciar la escala de distancias interestelares asumamos por momento que la distancia entre la tierra y e Sol es de un metro. A esta escala Mercurio estaría a alrededor de 30 centímetros del Sol y Neptuno a 30 metros, el diámetro de la Tierra sería de milésimas de milímetro y el sistema Solar cubriría un círculo de 60 metros de diámetro.

En esta misma escala la estrella más cercana al Sol Alfa Centauro, localizada a alrededor de 4.3 años luz estaría a 271 kilómetros. Para poner esto en perspectiva si nuestro Sistema Solar fuera un campo de 60 metros nuestro vecino estelar más cercano estaría a 270 Km. Es suficiente como para sentirse solo.

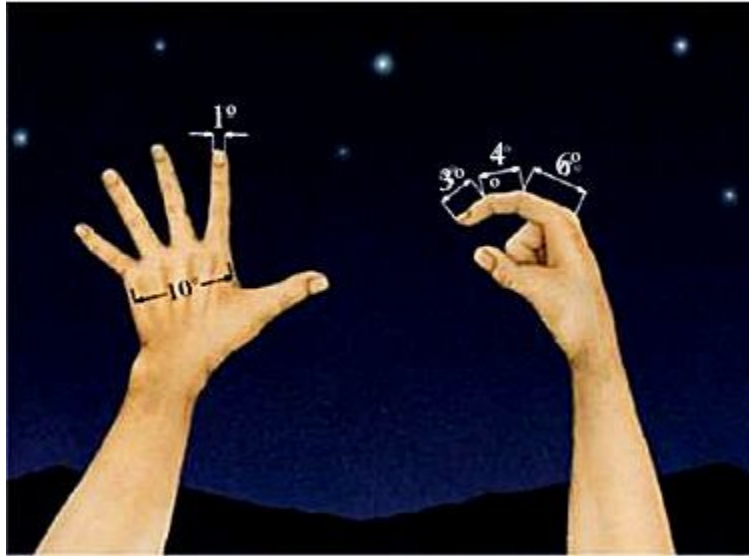
### Medición Angular

Cuando se describe la posición de un cuerpo o de una distancia aparente entre dos cuerpos en la esfera celeste, los términos de distancia como los conocemos (metros, kilómetros etc.) no funcionan. Las posiciones y distancias se deben expresar en ángulos. Los ángulos son típicamente medidos en grados, un círculo complete tiene 360°. Los grados se dividen en minutos y los minutos en segundos. Hay 60 minutos en un grado y 60 segundos en un minuto. Los grados pueden expresarse en forma decimal por ejemplo 5 grados 20 minutos es lo mismo que 5.33333 grados.



Cuando observamos el cielo los objetos aparecen en todo el firmamento. Es fácil estimar la distancia angular entre un objeto que se oculta en el oeste y el que sale al este debido a que como están el lados opuestos el ángulo que los separa es de 180 grados. Cuando, de otro lado, los objetos no están en posiciones tan conocidas, estimar su distancia angular no es tarea fácil. Conocer la separación angular de unos pocos objetos comunes ayudará a estimar otros ángulos por comparación.

*Una guía práctica y aproximada utiliza las manos para calcular ángulos: el grosor de un dedo 1°; falange distal 3°; falange media 4°; falange proximal 6°; palma de la mano 10°.*



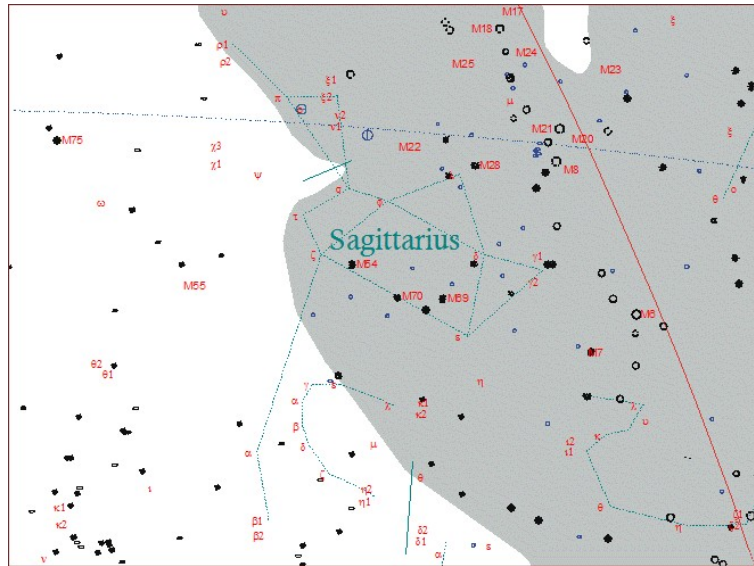
## ***Las Constelaciones***

La esfera celeste está dividida en varias secciones así como la Tierra está dividida en países. Estas secciones del cielo son llamadas constelaciones. Cada objeto del firmamento pertenece a una de las 88 constelaciones existentes. Las constelaciones mas famosas son aquella que se encuentran cerca al ecuador celeste y que se denominan del zodiaco (*circulo de animales*).

En épocas antiguas las estrellas brillantes fueron agrupadas en patrones o figuras que recordaban ciertas criaturas o mitos y en honor a ellos se les dieron sus nombres. Para los modernos astrónomos una constelación es simplemente un área del cielo. Cuando se nombra un objeto generalmente se da el nombre de la constelación en donde se encuentra, en algunos casos la constelación hace parte del nombre como la Gran Nebulosa de Orión o la Galaxia de Andrómeda.

## **Líneas de Constelaciones**

*En las cartas celestes o en los programas planetarios como TheSky, se observan patrones de estrellas que están unidos por líneas. Estas son las llamadas líneas de constelación que son de gran ayuda cuando se intenta la orientación en la carta celeste y ayudan a identificar los patrones de las estrellas.*



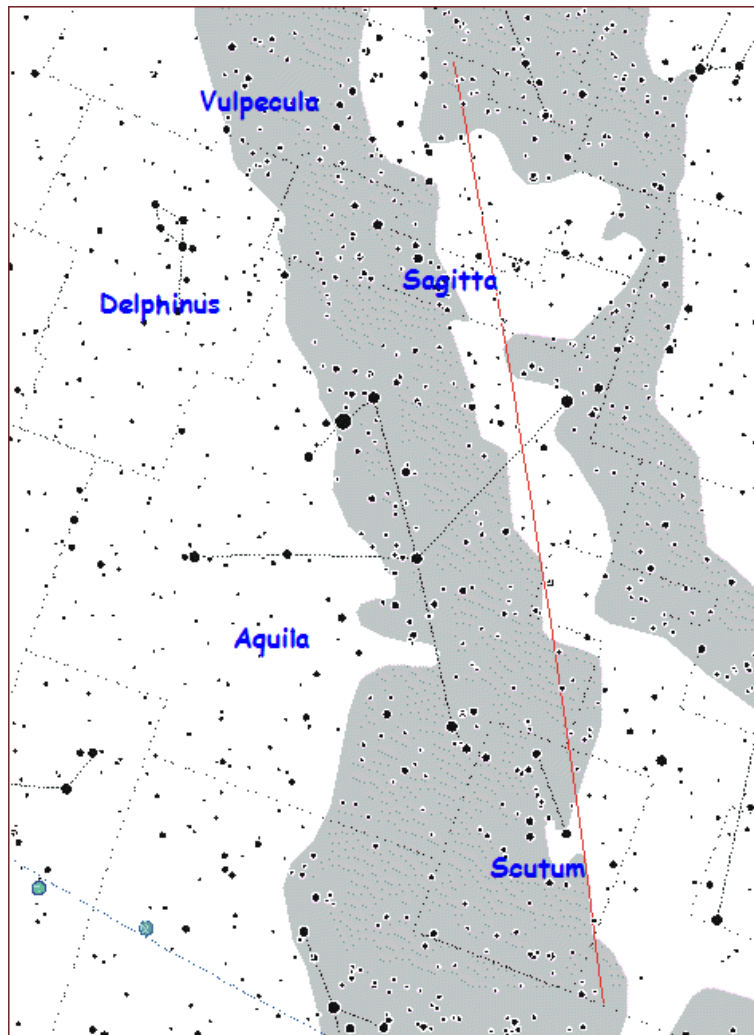
Existen muchas variaciones en las líneas de constelación así que no se preocupe si cuando cambia de carta o de libro (o programa) encuentra los dibujos diferentes.

### Asterismos

En algunos casos un grupo de estrellas dentro de una constelación forman figuras que por tradición se vuelven más importantes que ella misma. A estos grupos se les denomina asterismos. Uno de los mejores ejemplos es el cucharón de la Osa Mayor que es ampliamente reconocido en todo el mundo. Otros son la Tetera en Sagitario y la Cruz del Norte en el cisne.

### Limites de Constelaciones

Las líneas que limitan las constelaciones y que actúan como fronteras entre ellas son los límites de las constelaciones. En los primeros años del siglo XX, Eugene Delporte dividió el cielo en áreas basadas en las constelaciones existentes. Estas áreas se utilizan aun hoy.

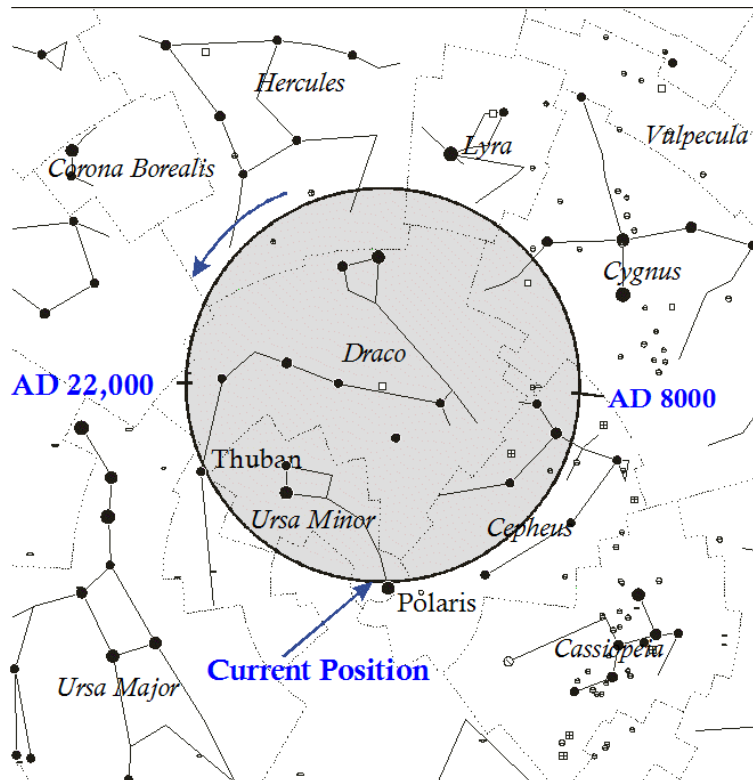


## Precesión

*Si usted ha visto girar un trompo desde arriba debe haber notado como en la medida que comienza a disminuir su velocidad, comienza a tener un movimiento de “cabeceo”. La Tierra se comporta de manera similar al trompo descrito antes en un movimiento denominado precesión. La gran masa del planeta lo mantiene rotando sobre un eje constante, pero como la Tierra no es totalmente esférica si no que es mas ancha hacia el ecuador, el Sol y la Luna constantemente la “empujan” haciéndola tener este movimiento de cabeceo o precesión.*

*está basado en el eje de rotación de la Tierra, y este eje no es constante debido al cabeceo de la misma, las coordenadas de los objetos en el cielo están en constante cambio aunque muy lentamente. Debido a que el sistema de coordenadas ecuatoriales (Ascensión Recta y Declinación) De esta manera, los objetos que están cerca al polo Norte hoy (marcado por la estrella Polar) no estarán allí por siempre (incluida la Polar), En la figura se puede observar la magnitud del movimiento de cabeceo, el perímetro del círculo marca la dirección hacia a donde apunta el polo norte terrestre y como este cambiará en los próximos 26.000 años. Debido a este movimiento de precesión las*

coordenadas celestes se dan usualmente con su época (epoch) como 1950 DC o 2000 DC.



## **Coordenadas**

### **Coordenadas terrestres**

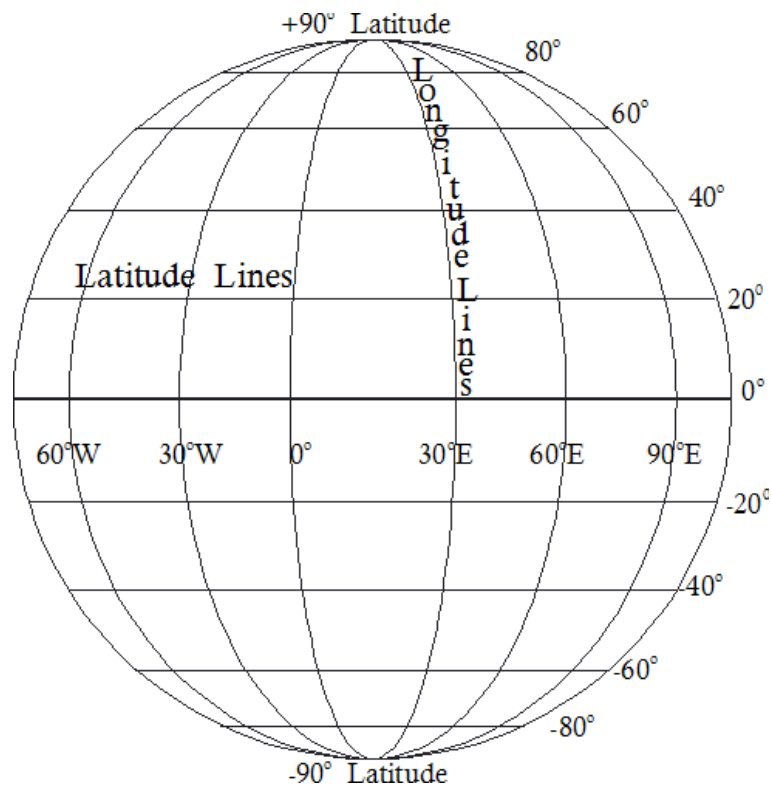
El sistema de coordenadas utilizado para identificar un punto determinado sobre la superficie de la tierra, está basado en parte sobre el eje de rotación terrestre. Los polos Norte y Sur están localizados en la intersección de los ejes de rotación y la superficie terrestre. Estos dos puntos únicos en una esfera en rotación definen la orientación de la latitud y longitud del sistema de coordenadas.

### **Latitud**

En el sistema de coordenadas de latitud – longitud, se define el polo norte como a 90 grados de latitud y el Ecuador a 0 grados de latitud.

### **Longitud**

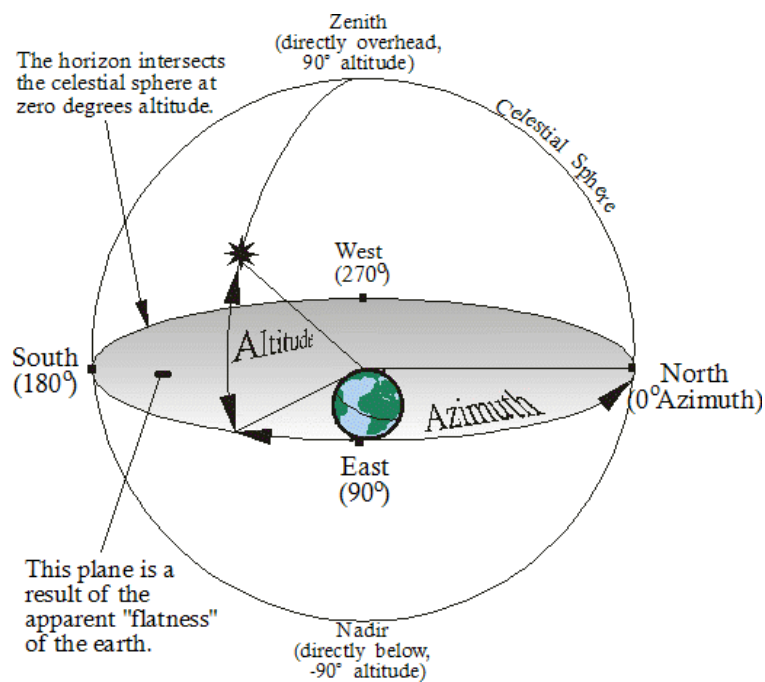
Las líneas de longitud corren perpendiculares a las líneas de latitud y dividen la esfera de la tierra en 360 grados. La longitud va desde 0 hasta 180 grados este u oeste de Greenwich, Inglaterra (Greenwich está a 0 grados de longitud). En contraste las líneas de longitud, las cuales son paralelas, se separan de la línea del Ecuador y corren hacia los polos.



Coordenadas celestes basadas en el horizonte

Cuando se observa el cielo estrellado, los objetos minuto a minuto cambian de posición. La posición del objeto en un momento determinado puede ser definida con respecto al horizonte; para este caso se usa un sistema de coordenadas llamados Altitud y Azimut.

Altitud



La altitud de un objeto expresa el número de grados medidos desde el horizonte al objeto y siempre estará entre -90 y 90 grados. Los objetos que tienen una altitud negativa están bajo el horizonte y no son visibles. Por ejemplo, el Sol inmediatamente antes de su salida está en una altitud negativa.

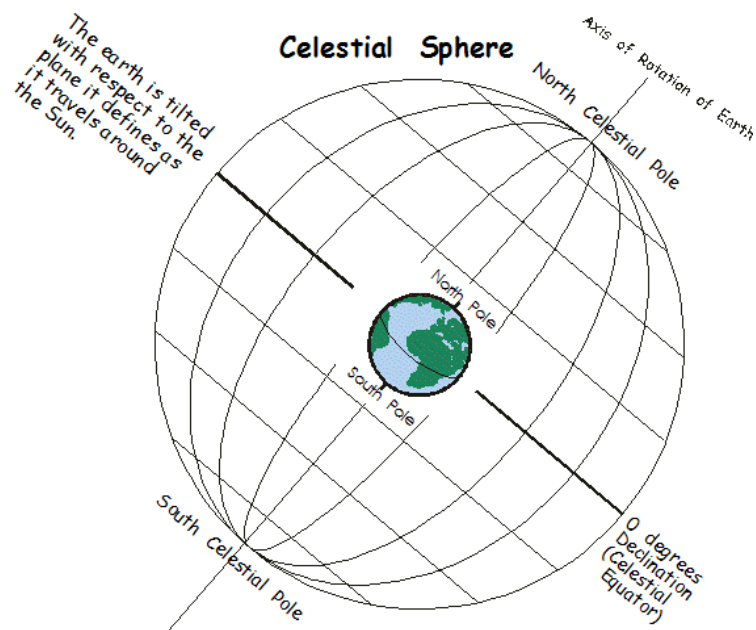
### Azimut

El azimut de un objeto está medido desde el punto cardinal norte comenzando, en 0 grados y aumentando en el sentido de las manecillas del reloj, y va de 0 a 360 grados. De esta manera el norte es 0 grados, Este 90 grados, Sur 180 grados y Oeste 270 grados.

### Coordenadas celestes ecuatoriales

El sistema de coordenadas basadas en el horizonte (altitud y azimut) no es conveniente para especificar la localización de los objetos celestes debido a que ellos están continuamente cambiando de posición con el tiempo (por la rotación terrestre). Por ejemplo, en el amanecer, el Sol está a 0 grados de altitud en el este, pero 6 horas después está alto en el cielo con una altitud y azimut completamente diferentes.

La excepción ocurre con los objetos que están cercanos al polo. Ellos son únicos debido a que se encuentran cercanos al eje de rotación de la Tierra y por esto solo se mueven en pequeños círculos. Por ejemplo, la estrella polar permanece a una altitud prácticamente constante todos los demás objetos cambian su posición hora con hora.



En el sistema ecuatorial, las coordenadas de los objetos celestes permanecen fijas. Este objeto mantiene sus coordenadas independientemente desde que lugar de la Tierra es observado. Esto ha permitido la creación de mapas celestes que aplican a cualquier lugar de la Tierra o publicar con antelación la posición de un cometa así que se pueda localizar fácilmente.

Las coordenadas ecuatoriales cambian en largos periodos de tiempo debido a la precesión. Los programas planetarios computan estos cambios para las fechas dadas. La precesión, sin embargo, no cambia la posición de los objetos con respecto a los otros.



Este sistema de coordenadas es análogo al sistema de coordenadas latitud longitud terrestre, aun más si un dibujo del sistema de coordenadas terrestres se expandiera hasta los cielos tendría dibujado en ellos un sistema idéntico al de la tierra.

Supongamos que todas las estrellas y objetos del espacio profundo están localizados en una gran esfera. Esta esfera se denomina celeste. Con el propósito de describir las posiciones de estos objetos asumimos que se encuentran a la misma distancia, aunque evidentemente sabemos que las distancias a la Tierra de cada uno de ellos varían de manera importante.

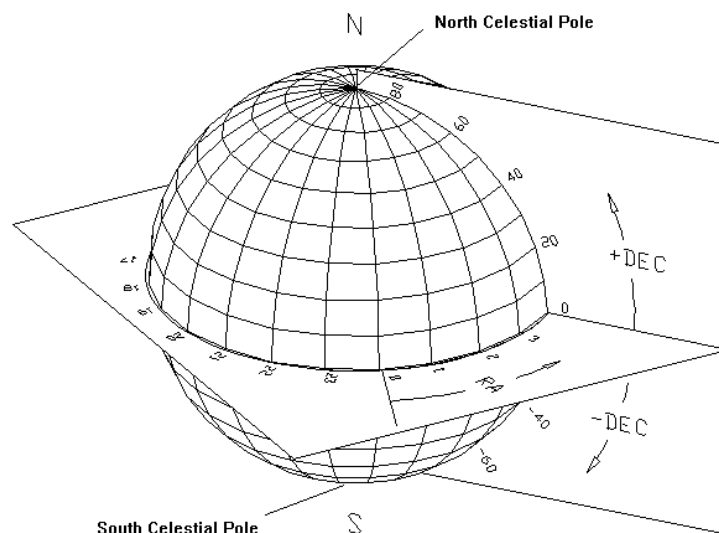
### Declinación

Las líneas de declinación en la esfera celeste son similares a las líneas de latitud en la Tierra, yendo de valores desde 90 a -90 grados. La declinación de un objeto es el ángulo medido desde el Ecuador celeste (declinación 0 grados) a lo largo de la línea meridiano hasta el objeto. La estrella Polar tiene una declinación de 89.26 grados así que esta muy cerca del polo norte celestial. Mintaka, la estrella más al oeste del cinturón de Orión tiene una declinación de 0 grados 17 minutos sur así que está muy cerca al ecuador celeste.

Los objetos con una declinación por debajo de 90 grados de la latitud del observador nunca serán observados por él. Por ejemplo, si el observador se encuentra a 40 grados de latitud norte, los objetos con una declinación menor a - 50 grados (40 menos 90) nunca se observarán. Si se esta a 90 grados (polo norte), usted nunca verá objetos con una declinación negativa.

Hemos definido la declinación de una estrella como el ángulo medido desde el Ecuador, pero necesitamos una segunda coordenada para completar la ubicación precisa en el cielo.

### Ascensión recta



La geometría de la ascensión recta (AR) es idéntica a las líneas de longitud terrestres. Las líneas de longitud dividen la circunferencia de la Tierra en 360 grados, pero la ascensión recta divide la esfera celeste en 24 horas. De aquí que una hora sea igual a 15 grados (360 / 24).

Los 0 grados de longitud pasan por el meridiano de Greenwich, en Inglaterra y es el punto de referencia para las líneas de longitud. El punto de referencia 0 horas en el cielo es el equinoccio vernal, el punto donde el Sol cruza el ecuador celeste en su movimiento anual aparente con respecto a las estrellas de fondo.

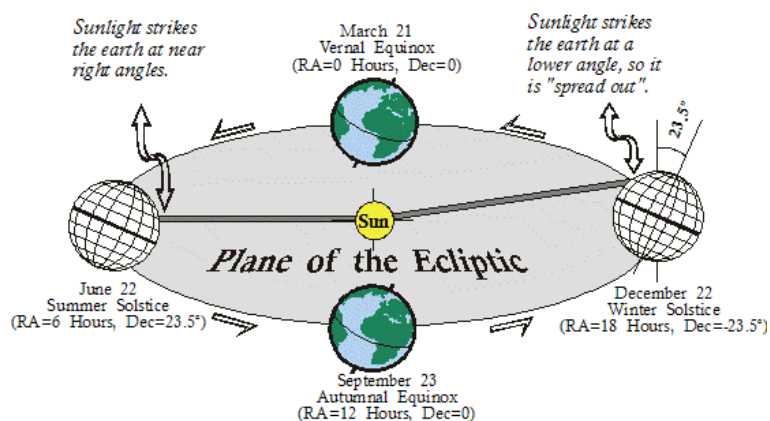
El término ascensión recta viene del hecho de que cuando es visto desde el Ecuador todas las estrellas ascienden y descienden en ángulos rectos al horizonte, así que sus tiempos de salida son llamados tiempos de ascensión recta.

## Estaciones Solsticios y Equinoccios

En el curso de un año, la Tierra realiza una rotación alrededor del Sol en una órbita elíptica. La forma de una elipse es la de un círculo visto en ángulo, y el término elíptica se refiere a que tiene forma de elipse.

Si se dibuja la elipse trazada por la Tierra en su camino alrededor del Sol como una gran superficie plana, esta superficie sería el plano de la eclíptica. Este plano es utilizado como referencia para especificar las coordenadas de los objetos del sistema solar. El sistema de coordenadas heliocéntricas utiliza al Sol como origen, el plano de la eclíptica define los 0 grados de latitud y el punto vernal es la dirección de los 0 grados de longitud.

El eje de rotación de la Tierra está inclinado con respecto al plano de la eclíptica en un ángulo de  $23.5^\circ$ . Esta inclinación es la causa de las estaciones. Durante los meses de verano (*en el hemisferio norte*) la inclinación ocasiona que los rayos del Sol incidan de manera casi vertical, en contraste, durante el invierno (*en el hemisferio norte*), la luz cae angulada dispersándose en gran manera. Desde una perspectiva terrestre durante los meses de verano el Sol aparece alto en el cielo mientras que en el invierno el sol está bajo en el horizonte (*lo que es cierto para ambos hemisferios*). Las zonas terrestres cercanas al ecuador prácticamente no sufren de estos cambios de inclinación y debido a esto no se presentan cambios bruscos de clima.



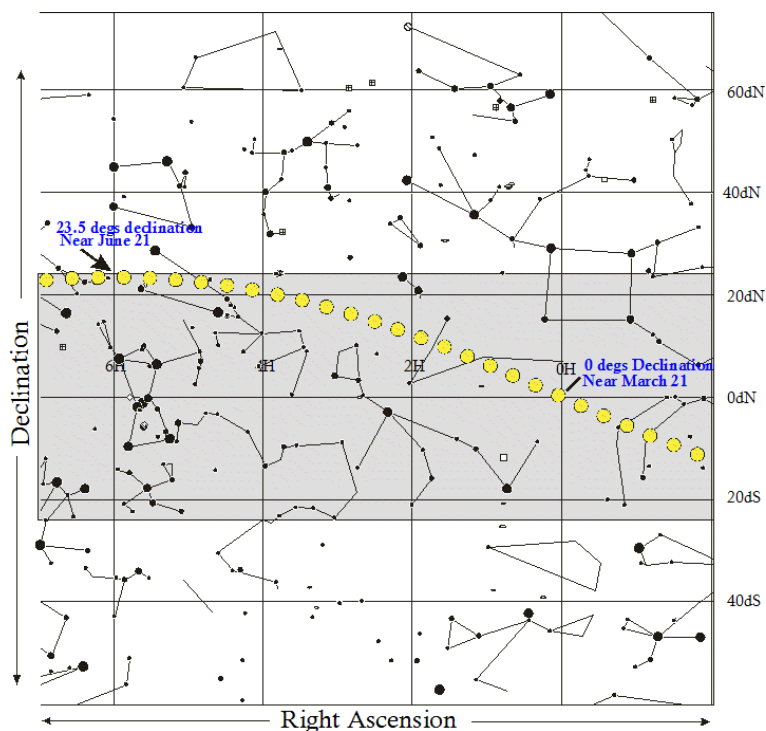
Hay cuatro distintas posiciones de la Tierra que se reconocen a través del año solar. Estas son debidas a la geometría del plano de la eclíptica y su relación con el ecuador celeste. Estas cuatro posiciones (llamadas equinoccios y solsticios) definen el inicio de las estaciones. El equinoccio vernal (Marzo 21) es la dirección en el cielo en donde el

Sol parece atravesar el ecuador celeste en su “movimiento” hacia el Norte. Partiendo del equinoccio vernal el Sol “asciende” día a día en el cielo hasta llegar a su punto mas alto en el solsticio de verano (Junio 22), es en este punto en que el Sol está mas al Norte (su declinación en la esfera celeste es de 23.5° Norte. *La línea de la Tierra en la que el Sol se ve alto en el cenit al medio día en este equinoccio tiene la latitud de 23.5 grados Norte y se le denomina trópico de Cáncer*). Después de esto el Sol comienza a “descender” hacia el equinoccio de otoño, el punto donde el Sol cruza hacia el sur el ecuador celeste, su culminación sur se denomina solsticio de invierno (Diciembre 21), llegando a una declinación de 23.5 grado Sur, *al igual que en el verano el punto en donde el Sol se ve en el cenit al medio día se denomina Trópico de Capricornio*.

Para el hemisferio sur el solsticio de invierno y verano están invertidos, *esto quiere decir que mientras que en el hemisferio sur es verano en el norte es invierno y viceversa*.

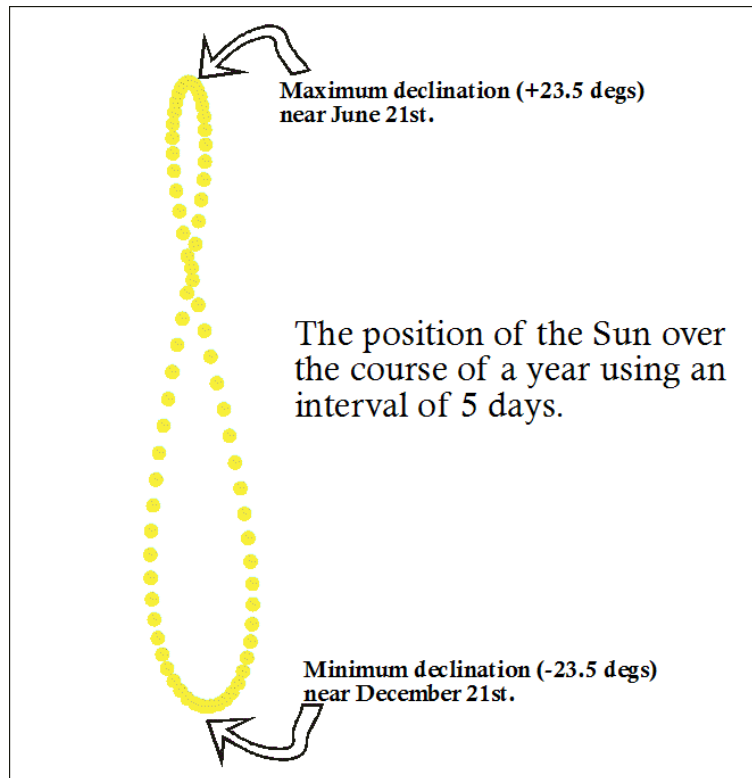
## La “Vía” del Sol

*En todo lo anterior se ha dicho que el sol “viaja” en una vía que esta inclinada y atraviesa cuatro puntos en su recorrido, por supuesto sabemos que el Sol no se mueve y es la Tierra que gira alrededor de el, sin embargo desde un punto de vista meramente observacional podemos considerar a esta vía como “el recorrido del Sol alrededor de la Tierra”. Al tomar esta perspectiva podemos claramente entender el por qué los antiguos creían en un sistema geocéntrico en el cual todo giraba alrededor de la Tierra.*



La proyección mostrada en la figura, es llamada Mercator y muestra al firmamento de modo rectangular. El área gris resalta la declinación máxima y mínima alcanzada por el sol -23.5 y +23.5 grados, *los límites del área son al norte el trópico de Cáncer y al Sur el trópico de Capricornio*. El punto de intersección a la izquierda es el equinoccio

vernal o de primavera (equinoccio por que en este día el día y la noche tienen idéntica duración).



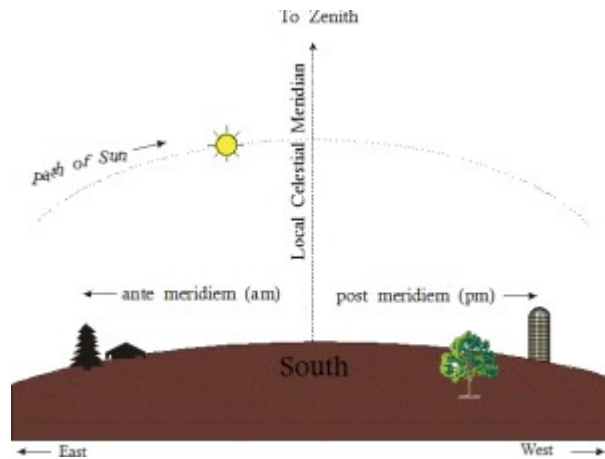
Analemma. *Esta palabra que no aparece en el Diccionario de la Lengua Española se utiliza para designar al diagrama realizado al tomar la posición del Sol en el cielo al medio día de todos los días del año.*

Tiene forma de 8 y muestra la declinación del Sol durante los días del año. La inclinación de la Tierra de 23.5 grados explica la longitud del 8, de esta manera se puede decir que la figura tiene 47 grados de altura ( $23.5^\circ + 23.5^\circ$ ). La anchura del 8 es decir el movimiento de derecha a izquierda está dado por el cambio de velocidad de la Tierra en su órbita alrededor del Sol, *recuerde la segunda ley de Kepler en la que se dice que un objeto gira alrededor de otro barriendo áreas iguales en tiempos iguales.*

Si la órbita de la Tierra fuese circular el Analemma sería una línea vertical y si el eje de la Tierra no estuviese inclinado esta figura sería un punto es decir que el Sol siempre estaría en el mismo punto todos los días al medio día.

## Tiempo

Los astrónomos utilizan un número de diferentes sistemas de tiempo para poder mantener la vigilancia sobre el clima y eventos astronómicos.



El día es comúnmente definido como el tiempo que gasta la Tierra en realizar una rotación con respecto al Sol, o como el intervalo de tiempo entre dos pasajes consecutivos del Sol sobre una línea de referencia fijo en el cielo. Esta referencia es llamada el meridiano celeste local. El meridiano celeste local es un gran círculo sobre la esfera celeste el cual corre desde el cenit a un punto al sur de allí al nadir y vuelve al leste esta directamente relacionada al eje de rotación de la Tierra, así que el concepto de tiempo esta directamente relacionado a la rotación del planeta.

Definimos como día solar medio el tiempo requerido para un paso consecutivo del Sol a través del meridiano local. En la figura vemos que cuando el Sol esta al este del meridiano, esto es antes de alcanzarlo, estamos horas a.m. (antes del meridiano). Después de que el sol ha pasado estamos en horas p.m. (post meridiano).

Al intervalo de tiempo entre dos pasos consecutivos del sol a través del meridiano se le conoce como día solar, pero los astrónomos tienen una definición de día más útil cuando se observan las estrellas. Este día esta definido por el intervalo entre dos pasos consecutivos de una estrella a través del meridiano (en vez del Sol) y es llamado día sideral. Desde otro punto de vista un día sideral es el tiempo que requiere la tierra para realizar una rotación completa con respecto a las estrellas.

¿Porque el día sideral es diferente al solar? ¿Por qué el intervalo de rotación para una estrella es diferente al sol cuando es observado desde la tierra?

El día sideral es más corto que el solar por que la Tierra no solo rota sobre su eje (causando los días) sino que se traslada alrededor del Sol. En el tiempo en que la Tierra rota una vez sobre su propio eje también se ha movido alrededor del Sol un grado, así este se ha “movido” durante el día. Un círculo completo tiene 360 grados y la Tierra requiere alrededor de 365 días para cubrir una vuelta al Sol es decir aproximadamente un grado al día, este movimiento del Sol equivale a 4 minutos de tiempo. Estos cuatro minutos son el extra tiempo requerido por el Sol para alcanzar el meridiano a partir de que la tierra se ha movido un grado en su ruta alrededor del sol.

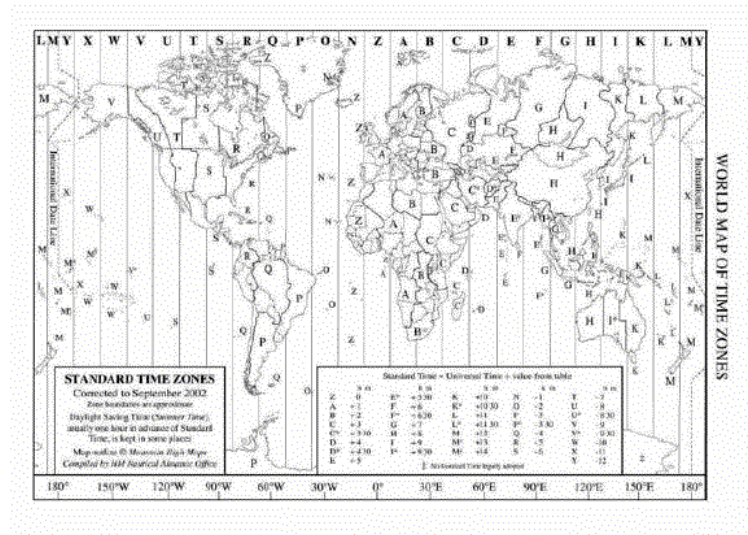
Las coordenadas de las estrellas están basadas en la orientación del eje de la tierra, esto hace que tenga mas sentido usar el día sideral y el tiempo sideral cuando se trabaja con estrellas sin incluir el confuso movimiento de la tierra alrededor del sol.

## Tiempo Sideral Local (TSL)

Es igual a la ascensión recta del meridiano local. De esta manera si se conoce el TSL se puede mirar un mapa celeste y determinar cuales objetos están cerca del meridiano. Por ejemplo si el TSL es 6:10, significa que las estrellas cuya ascensión recta esta alrededor de las 6 horas son visibles alrededor del meridiano. En este caso el mapa mostrara a la constelación de Orión.

Si se toma el tiempo basándose en el momento en que el Sol cruza el meridiano, cada longitud tendrá un tiempo diferente. Alguien viviendo 120 kilómetros al este verá al sol cruzar el meridiano varios minutos antes así el mediodía llegara para el un poco mas temprano, solo las personas que viven en la misma longitud compartirán un mismo tiempo.

A finales del los 1800 se establecieron zonas de tiempo para minimizar este problema, el tiempo dentro de estas zonas se denomina tiempo de zona. Esta división ubica a todas las partes de la tierra en unas zonas determinadas. Por definición la zona 0 esta a 0 grados de longitud e incrementa cada 15 grados.



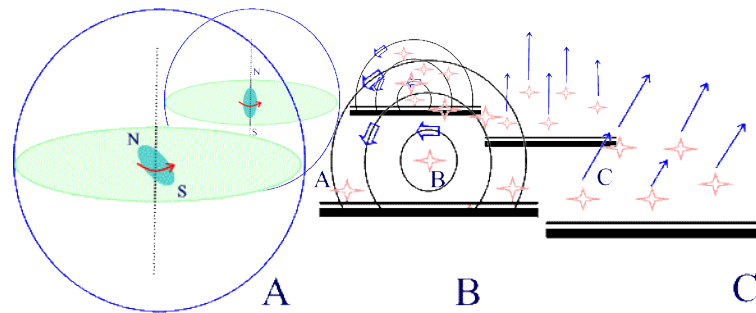
## Tiempo Universal

El tiempo universal también conocido como Tiempo Medio de Greenwich, esta relacionado con el movimiento del Sol observado desde el meridiano de Greenwich (Longitud 0 grados). Los astrónomos tiendes a utilizar el UT en sus trabajos independientemente del tiempo de la zona en que viven. El tiempo local puede convertirse en UT adicionando el tiempo de zona a al UT.

## Salida, Transito y Ocaso

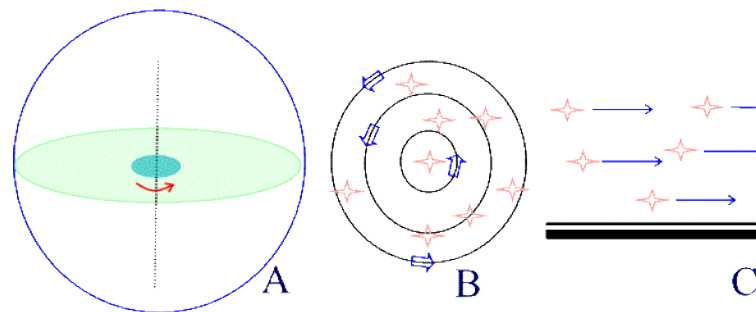
La rotación terrestre causa que los objetos en el cielo parezcan tener un movimiento que sigue una ruta circular. La geometría aparente de este recorrido depende de la declinación del objeto y de la localización del observador. Para las latitudes norte y sur algunos objetos se mueven en pequeños círculos y están siempre visibles, mientras que

otros permanecen visibles en la mayor parte de la noche o de hecho no son visibles desde determinadas zonas.



Si el observador está ubicado en los polos norte y sur o en el Ecuador el movimiento de las estrellas es más consistente y fácil de describir.

Debido a que las coordenadas celestes son una extensión del sistema de coordenadas terrestres se deduce el polo celeste norte está a una altitud en el cielo igual a la latitud del observador. Si se encuentra en el polo norte por el cual pasa el eje de rotación terrestre (90 grados de latitud), el polo norte celeste por definición estará en el cenit. Si se encuentra a 40 grados de latitud el polo celeste aparecerá 40 grados arriba del horizonte. La estrella polar es la más brillante y cercana al polo celeste norte, la altitud de esta estrella en grados es muy cercana a la latitud desde donde es observada.



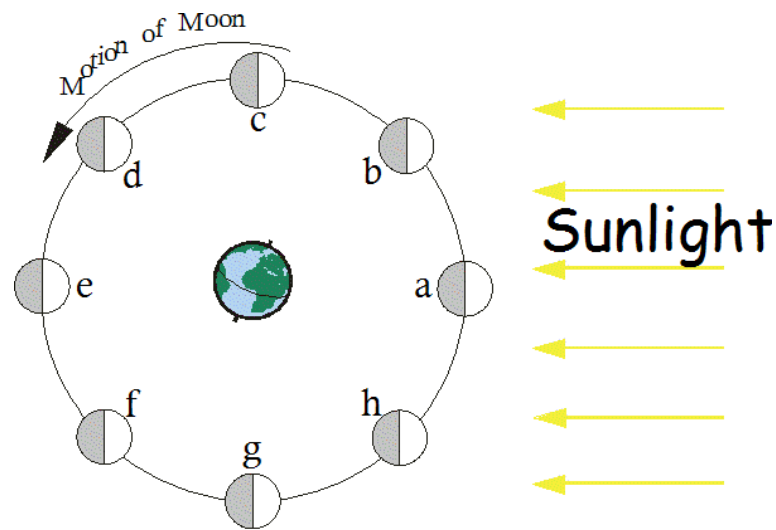
El tiempo de transito de un objeto es el tiempo en el cual el este cruza el meridiano celeste local. El tiempo de transito está en la parte media entre la salida y el ocaso.

### Objetos circumpolares

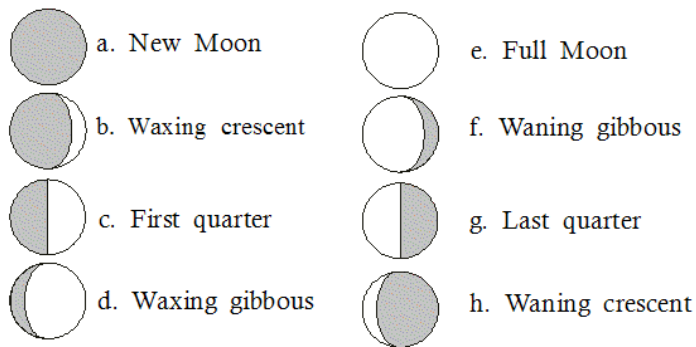
Los objetos cercanos al polo parecen moverse en pequeños círculos alrededor del polo y nunca caen por debajo del horizonte. Estos objetos son llamados circumpolares debido a que ellos parecen simplemente moverse alrededor del polo. Para un observador localizado en el polo norte todos los objetos visibles se consideran circumpolares.



## Fases Lunares



Phases as seen from Earth:



Si se observa a la luna en el curso de un mes, se apreciara que si está en la misma parte que el sol debe estar en fase creciente, cuando viaja hacia la fase de luna nueva se verá como la fase iluminada disminuye mientras la separación angular entre el sol y la luna disminuye.

La Luna orbita a la Tierra a una distancia promedio de 384,400 kilómetros. Su órbita es levemente elíptica así que su distancia a la Tierra varía en un 6%. El periodo sideral de la Luna es de 27.32166 días, de esta manera le toma 27.32166 días girar alrededor de la Tierra y regresar al mismo lugar entre las estrellas. Desde la Tierra la luna se mueve a diario unos 13 grados.

## Eclipses

Un eclipse ocurre cuando la luz del sol que cae sobre un objeto del sistema solar es bloqueada por la sombra de otro.

Hay dos tipos de eclipses que pueden ser vistos desde la Tierra: solares y lunares. Los eclipses solares ocurren cuando el Sol es parcial o completamente oscurecido por la Luna. Estos tienden a ser mucho más dramáticos que los lunares y son mucho más



penumbral, este tipo de eclipse puede fácilmente no notarse ya que puede no apreciarse ningún cambio en el aspecto de la luna aparte de una leve disminución de la luz.

Cuando la luna comienza su paso por la umbra, la luna en fase llena parece tener un pequeño pedazo oculto, si solo una pequeña parte de la luna pasa por la sombra se dice que es un eclipse parcial. Si la luna completa queda oculta por la umbra es un eclipse total. Durante un eclipse total la luna permanece visible por la luz refractada por la tierra a través de la atmósfera. Debido a que la porción roja de la luz se refracta mejor la luna toma un este color.

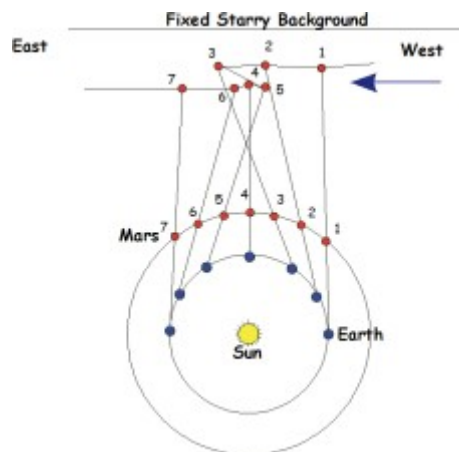
### Conjunción

Cuando uno o más planetas parecen estar cerca uno del otro se dice que están en conjunción; en realidad la distancia entre ellos es muy grande pero la perspectiva visual los hace ver cercanos. El cálculo de las conjunciones es difícil pero actualmente con los sistemas de computación esta tarea se ha facilitado.

### Ocultación

Ocurre cuando un objeto celestial pasa detrás de otro ocultándose. Los astrónomos aprenden mucho en la observación de las ocultaciones sobre las características físicas de los objetos.

### Movimiento retrógrado



Uno de los fenómenos más interesantes y útiles en astronomía es el movimiento retrógrado de los planetas. Marte muestra el movimiento retrógrado más amplio debido a su cercanía a la Tierra; En la figura la Tierra se mueve alrededor de Sol cubriendo media órbita en alrededor de 6 meses. Durante este mismo periodo de tiempo, Marte solo se mueve alrededor del 27% de la órbita alrededor del Sol (periodo orbital 687 días). Mientras que la Tierra y Marte se mueven de la posición 1 a la 3 Marte parece estarse moviendo hacia el este en relación con las estrellas de fondo lo cual es normal; pero mientras se mueve de la posición 4 a la 6 la Tierra, más rápida, lo sobrepasa esto causa que Marte al quedarse rezagado parezca moverse hacia el oeste (retrógradamente)

por un par de meses, posteriormente Marte moverá a tomar su curso hacia el este por alrededor de dos años para nuevamente repetirse el ciclo.

*Con este tema finaliza el Tutorial que viene con el Software TheSky en su versión profesional 6. Actualmente hay en el mercado (2010) la nueva versión TheSkyX Profesional puede encontrarla en <http://www.bisque.com>.*