

## **Módulo 1. La bóveda celeste. Astronomía observacional.**

### **Tema 1.1 La bóveda celeste. Fundamentos geométricos.**

#### ***Objetivos del tema:***

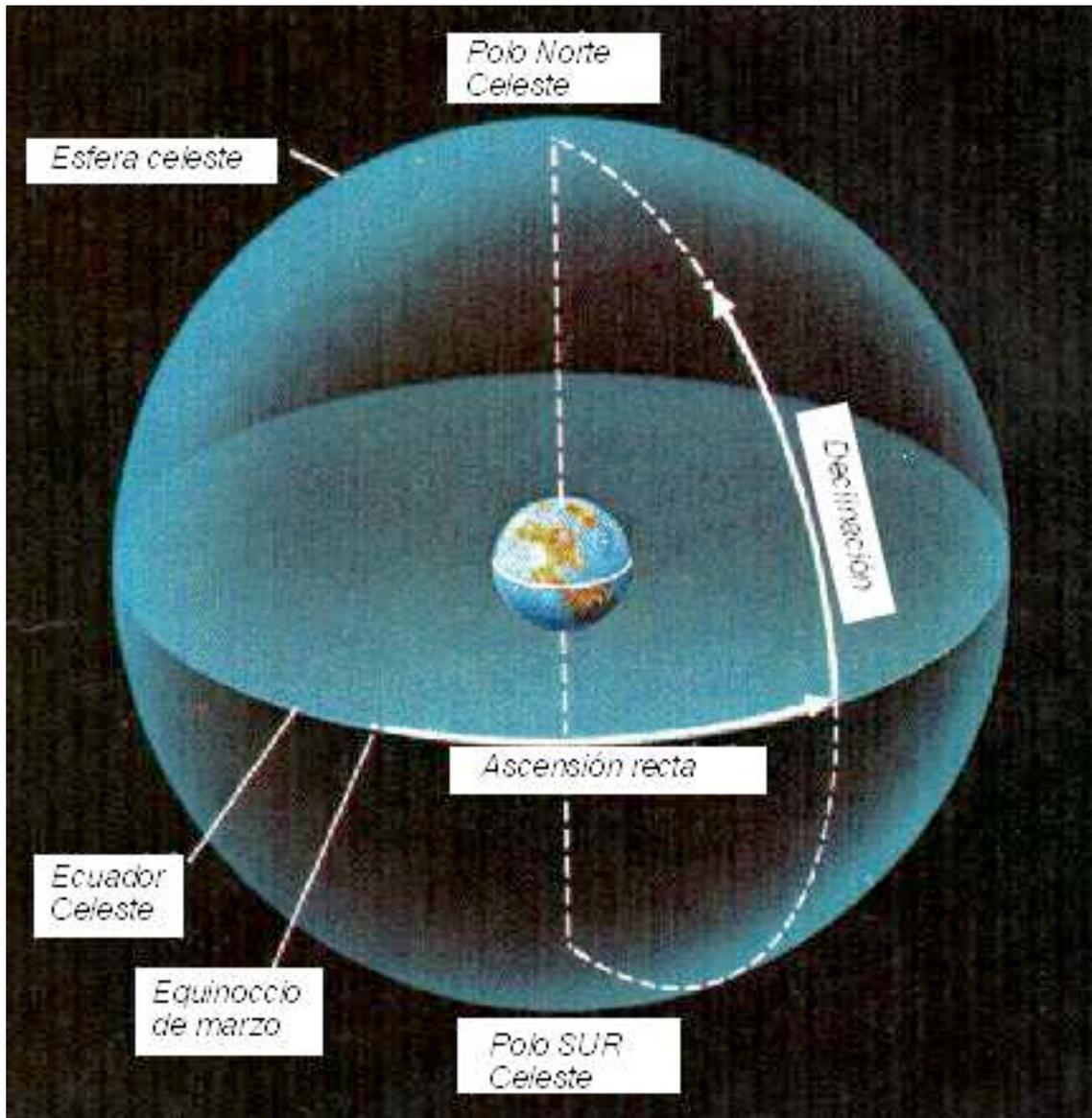
En este tema aprenderemos los fundamentos geométricos del movimiento de la Tierra en el espacio y por tanto de la astronomía observacional. Orientándonos sobre la Tierra y conociendo el movimiento de ésta podemos entender la forma en que se suceden las estrellas y constelaciones por la bóveda celeste.

#### ***1.1.1 La bóveda celeste.***

Desde antes de que el hombre guarde memoria de su propia historia ha venido éste observando el cielo, especialmente de noche. La gran cantidad de estrellas y luceros que pueden contemplarse en una noche clara nos causa fascinación. Su presencia tranquila nos induce a sentirnos forzosamente pequeños, minúsculos...

En esa gran cantidad de estrellas pueden distinguirse algunos grupos que permanecen ordenados. Unas estrellas tienen más luminosidad que otras y mantienen sus posiciones relativas por lo que podemos agruparlas y ponerlas nombre. Esto lo han hecho las distintas civilizaciones en general con gran imaginación. De esta forma agrupamos las estrellas en ***constelaciones***.

Para situar las constelaciones se utiliza la llamada bóveda o esfera celeste. Es una esfera de tamaño arbitrariamente grande sobre la que proyectamos cualquier objeto lejano (estrella, planeta, etc.) haciendo que el rayo de proyección pase por el centro de la Tierra. Es fácil entender que para situar un punto sobre dicha esfera podemos emplear la latitud y "longitud" como hacemos para situar un punto sobre la Tierra. Los nombres que se usan en astronomía para estos ángulos son *declinación* y *ascensión recta*. Para determinar la declinación hacemos que el plano del ecuador corte a la esfera en su ángulo cero como en el caso de la latitud terrestre. En cuanto a la ascensión recta deberemos tomar una referencia fija arbitraria que explicaremos en posteriores lecciones.



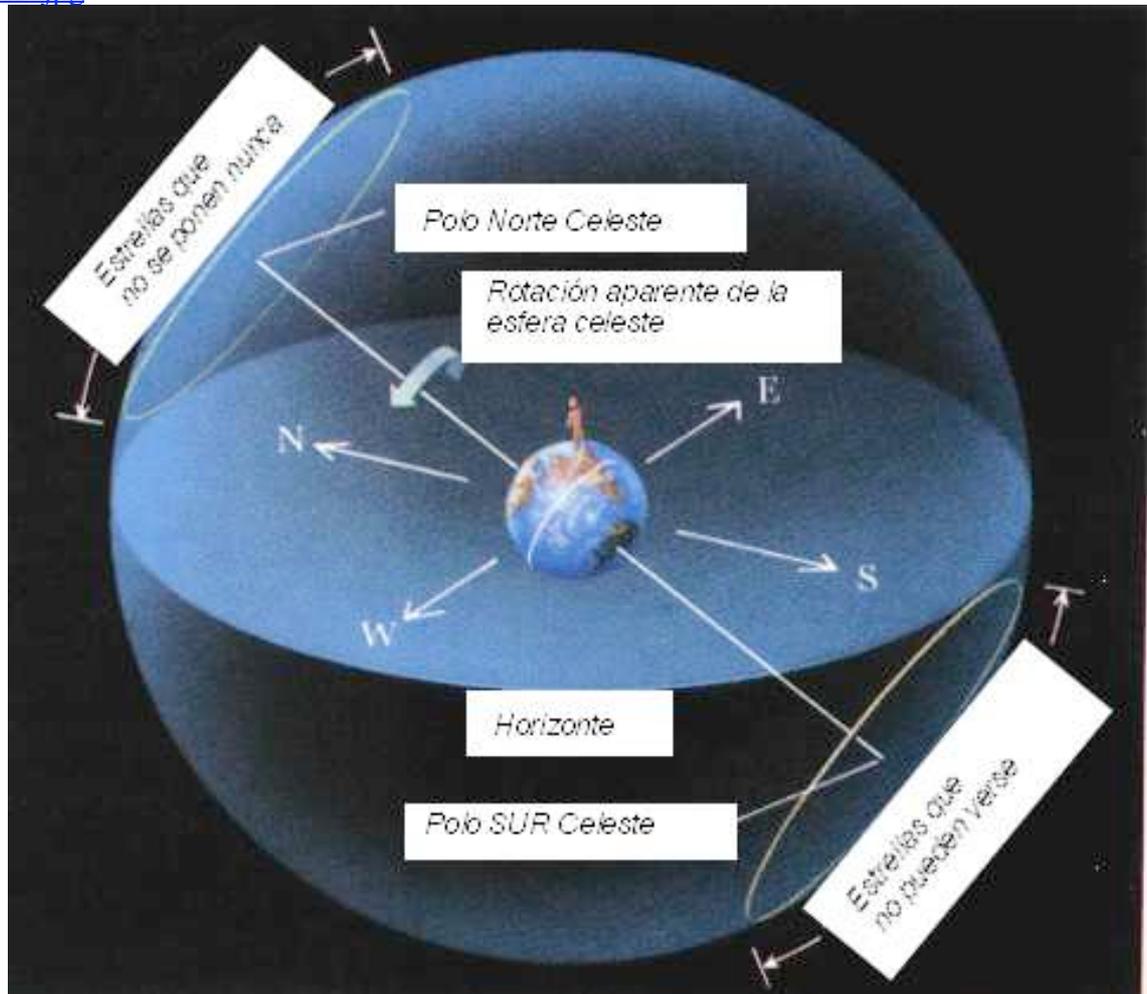
### ***1.1.2 Rotación de la Tierra y movimiento de las estrellas.***

Puede observarse que las estrellas, agrupadas en constelaciones, se mueven a lo largo de la noche de forma parecida a como lo hace el Sol de día. Esto es siguen un giro similar.

Esto, si suponemos que las estrellas lejanas están quietas, se debe al giro de la Tierra sobre sí misma. De esta forma, igual que vemos al Sol “salir” por el este y “ponerse” por el oeste, vemos en general a las estrellas salir por el este y ponerse por el oeste. Esto hay que matizarlo advirtiendo que sólo las vemos cuando nos deja el Sol. El Sol que es la estrella más cercana a nosotros oculta cualquier otra estrella mientras es de día.

Además hay otras particularidades. Si una estrella se encuentra alineada con el eje de rotación de la Tierra no la veremos “moverse”. Esto le pasa –aproximadamente- a la estrella Polar. De hecho la estrella Polar nos servirá como referencia puesto que nos

indica la dirección del polo norte, muy útil en todo el hemisferio norte terrestre. De hecho observaremos que las estrellas circumpolares no llegan a ocultarse sino sólo a girar en torno de la estrella polar. Cuanto más cerca de los polos estemos, serán más las que veamos de esta manera. Si dejamos una cámara fotográfica con el obturador abierto durante horas y apuntando a los polos obtendremos las trayectorias de dichas estrellas. Pueden verse este tipo de fotografías en <http://astro.wsu.edu/worthey/astro/html/im-sky/north-pole-star-trails.jpg> y <http://astro.wsu.edu/worthey/astro/html/im-sky/AAO-star-trails.jpg>.

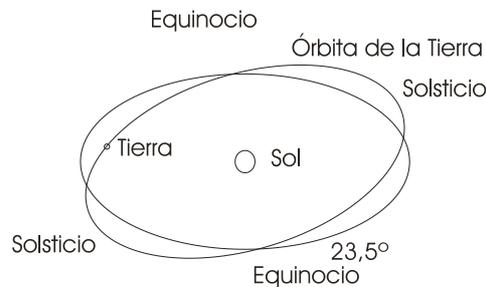


El tiempo que tarda una estrella lejana en completar una vuelta entera es de [23 horas 56 minutos y 4 segundos](#). Sin embargo el tiempo que podemos observar tarda el Sol en completar una vuelta en el cielo es de 24 horas. Esto se debe al movimiento de “traslación” de la Tierra en torno al Sol. Piénsese que si la Tierra no girase sobre sí misma y diera vueltas alrededor del Sol, veríamos salir y ponerse el Sol justamente una vez al año.

La Tierra gira en torno del eje que va de polo sur a norte con un periodo de 23 horas 56 minutos y 4 segundos. El sentido del pseudovector velocidad angular es justamente de sur a norte según el convenio de la mano derecha.

### 1.1.2 La eclíptica y el movimiento del Sol

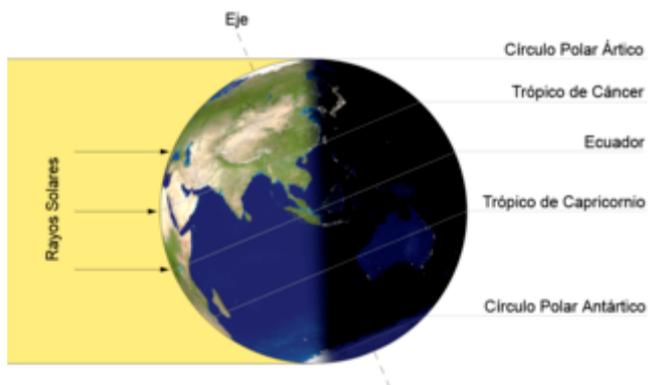
La Tierra gira, además, alrededor del Sol con un periodo de 365 días, 5 horas y 57 minutos ( 365,2422 días). La órbita es elíptica, ocupando el Sol uno de los focos de la elipse. De esta forma la distancia al Sol varía entre un mínimo (perihelio) de 142.7 y un máximo (afelio) de 151.8 Gm (1 Gm= $10^9$  m). El plano en que se encuentra la órbita de la Tierra y obviamente también el Sol se llama [eclíptica](#).



El eje SUR-NORTE de la Tierra forma un eje de  $23.5^\circ$  (más exactamente  $23^\circ 26' 22''$ ) con la perpendicular a la eclíptica. Esto hace que el movimiento aparente del Sol visto desde la Tierra varíe según el punto de la órbita en que estemos. Esto es varíe según el día del año en que nos encontramos. De esta forma la trayectoria que observamos del Sol llega a su máxima altura en el [solsticio](#) de verano (en torno del 21 de junio en el hemisferio norte) y a su mínima altura en el de invierno (en torno del 21 de diciembre en el hemisferio norte). En el solsticio de verano se tiene el día más largo del año mientras que en el de invierno se tiene el más corto. De esta forma el día 21 de junio desde el polo Norte se ve girar al Sol en torno del horizonte ( $23,5^\circ$  por encima) sin subir ni bajar. Ese mismo día no se ve el Sol desde el polo Sur. Sucede al contrario el 21 de diciembre.

En los círculos polares, que se encuentran a latitud justamente el ángulo complementario de  $23.5 = 66^\circ 33' 38''$  N y S, el Sol llega a tocar el horizonte esos días (el norte en junio y el sur en diciembre) sin ponerse.

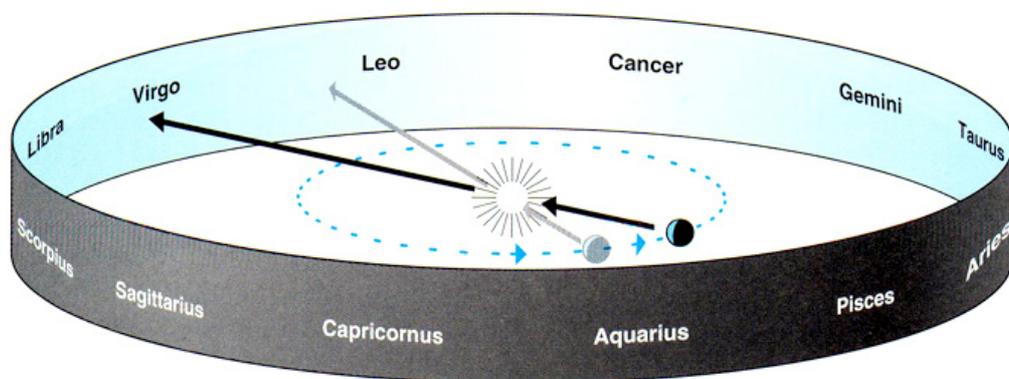
El día 21 de Junio sucede que en el trópico de Cáncer (a  $23^\circ:26:22$  de latitud Norte) el Sol a Medio día llega a estar perfectamente vertical, mientras que el 21 de diciembre sucede lo mismo en el trópico de Capricornio (a  $23^\circ:26:22$  de latitud Sur). El 21 de junio será el día del año que veremos que el Sol sube más alto si estamos al norte del trópico de cáncer y el que menos si estamos al sur del de Capricornio y viceversa.



En las zonas entre el trópico de Cáncer y el de Capricornio se observará al Sol vertical (cenital) dos veces al año, justo cuando son perpendiculares el eje de rotación de la Tierra y la proyección del Sol (segmento Sol-Tierra). Esto sucede en los equinoccios del 21 Marzo y 21 Septiembre, en los que se tiene las mismas horas de sol que de oscuridad. Esto hace que los relojes de sol en las zonas tropicales deban tener dos caras (Ver [http://es.wikipedia.org/wiki/Sol\\_cenital](http://es.wikipedia.org/wiki/Sol_cenital)). La posición en la bóveda celeste en que está el Sol en el equinoccio de marzo se toma como referencia para situar el origen de la ascensión recta (“longitud”). También se le llama prima Aries, aunque ya no es Aries la constelación que está en ese momento ahí.

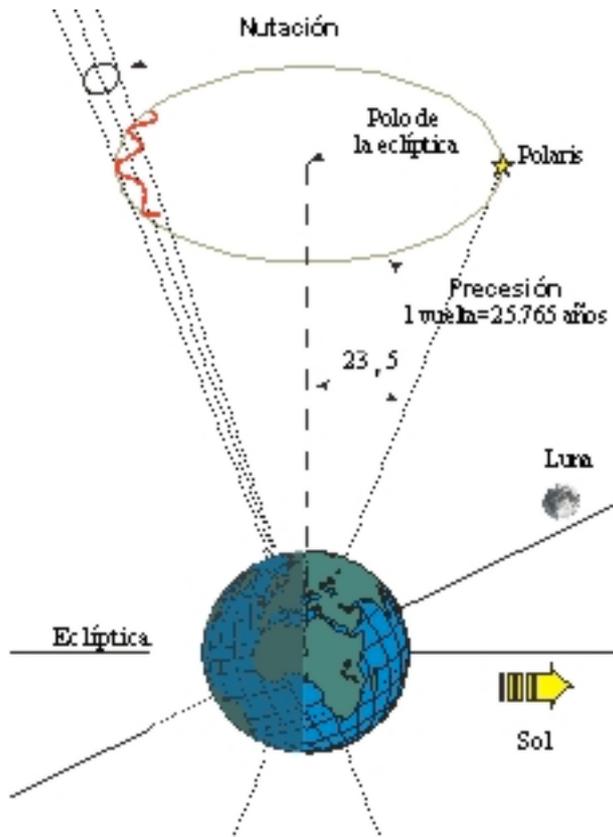
Pueden encontrarse algunos esquemas sobre el tema en: <http://www.meridiano98.org.mx/articulos/solsticio-invierno.html>

Se llama zodiaco al conjunto de doce constelaciones que están próximas al plano de la eclíptica. Desde la Tierra observamos al Sol “recorrer” dichas constelaciones. En un año recorre todas ellas.



### ***1.1.3 Precesión y nutación***

El movimiento de rotación y traslación de la Tierra, que es un elipsoide achatado por los polos, produce dos fenómenos conocidos en el movimiento de sólidos no esféricos como pueda ser una peonza: [la precesión y la nutación](#).



[http://www.wikilearning.com/curso\\_gratis/curso\\_de\\_iniciacion\\_de\\_astronomia-los\\_movimientos\\_de\\_la\\_tierra\\_la\\_precesion/13985-2](http://www.wikilearning.com/curso_gratis/curso_de_iniciacion_de_astronomia-los_movimientos_de_la_tierra_la_precesion/13985-2)

Esto hace que el eje de rotación de la Tierra describa una superficie cónica perpendicular al plano de la eclíptica con periodos de 25765 años. Además el ángulo de la eclíptica varía entre 22.1 y 24.5 ° cada 42000 años y muestra pequeñas variaciones adicionales con periodos de 18 años. El último valor máximo sucedió en el año 8700 AC, el valor medio se alcanzó en torno al año 1550, actualmente está decreciendo y el mínimo se alcanzará, Dios mediante, el año 11800.

El eje de rotación de la Tierra marca el Norte geográfico. La precesión hace pues que la Estrella Polar deje de coincidir con el Norte geográfico. Esto sucedía en la antigüedad y sucederá en el futuro según precese y nute la Tierra.

De la misma forma ya no es Aries la que está en el punto Prima Aries, ni el Sol está en Cáncer cuando está en el cénit (punto vertical) del trópico de Cáncer (solsticio de Junio).