

meridiano con el horizonte; el norte tiene la interseccion mas vecina del polo ártico, y el sur la interseccion opuesta.

Ademas la circunferencia de este círculo está dividida en cuatro partes de  $90^\circ$ , que empiezan al punto de este y de oeste, y terminan por una y otra parte en el meridiano. Estos grados sirven para marcar las amplitudes ortivas y ocasos de los astros cuando al salir y al ponerse cortan el horizonte. La segunda graduacion indica los signos del zodiaco conforme corresponde á los meses, y la tercera indica los meses.

4º El *meridiano* es un círculo máximo que pasa por los polos del mundo y por el zenit y el nadir. Llámase así de *meridies*, mitad del dia. punto donde está el sol cuando despues de haber subido al grado mas alto del mundo de su carrera empieza á bajar: es mediodia para todos los que están en la parte de este círculo opuesta al sol, y media noche para los que están en la parte opuesta del mismo círculo. Pueden imaginarse tantos cuantos puntos hay en el ecuador; y no puede darse un paso de oriente á occidente ó de occidente á oriente sin mudar de meridiano; pero puede irse de un polo á otro sin variar.

Este círculo divide el globo ó la esfera en dos hemisferios uno oriental y otro occidental. Corta el horizonte de medio en medio por el norte y el sur, separando igualmente los lados de oriente y occidente; está graduado en sus grados marcan la cantidad que el polo está elevado sobre el horizonte.

5º y 6º Los *dos coluros* son dos círculos que se encuentran y se cortan en ángulos rectos en los polos del mundo. Su nombre viene de una palabra griega que significa cortado ó partido, sea con motivo de las cortaduras hechas á estos dos círculos para sostener todos los demas, ó sea porque los habitantes de la esfera oblícuá que tienen uno de los polos elevado hácia el horizonte no ven jamas estos círculos enteros en la revolucion de la esfera en 24 horas. Llámase el uno, coluro de los *equinoccios* y el otro coluro de los *solsticios*.

El coluro de los equinoccios se llama así porque corta el ecuador y la eclíptica en los primeros puntos de Aries y Libra, donde tienen lugar los equinoccios de primavera y otoño. Este círculo sirve para contar las ascensiones rectas por los ángulos que hace con los demas meridianos ó círculos de declinacion. Todos los astros colocados sobre este coluro, tienen de cero á  $180^\circ$  de ascension recta, pero sus longitudes varian.

Pasando el coluro de los solsticios como el de los equinoccios por los polos del mundo ó del ecuador, llámase así porque corta la eclíptica en los puntos del Cáncer y de Capricornio, que son

los de mayor oblicuidad, y por consiguiente los mas lejanos del ecuador, los cuales dan los solsticios de invierno y de verano, es, decir los dias mas largos y cortos. Es este círculo un meridiano al cual se ha dado un nombre particular, y es tanto mas notable cuanto que sirve para medir la oblicuidad de la eclíptica, y es á la vez círculo de declinacion y círculo de latitud. Todos los astros colocados sobre este coluro tienen  $90^\circ$  ó  $27^\circ$  de ascension recta y de longitud.

Estos dos círculos dividen la eclíptica en cuatro partes, y distinguen las cuatro estaciones del año.

Como hemos observado por  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\Pi$ , son para la primavera;  $\zeta$ ,  $\eta$ ,  $\nu$  son para el verano;  $\omega$ ,  $\mu$ ,  $\rho$  para el otoño;  $\kappa$ ,  $\lambda$ ,  $\sigma$  para el invierno.

## § IV.

Los cuatro círculos menores son los trópicos y los círculos polares. Cada dia el sol por su movimiento diurno parece describir círculos paralelos al ecuador. Cuando ha llegado á su mayor distancia, que es de  $23^\circ 28'$ , describe el menor paralelo que puede describir, y este se llama *trópico*, de una palabra griega que significa *volver*, porque, en efecto, cuando ha llegado el sol á este parage, parece retroceder.

Hay un trópico en cada lado paralelo al ecuador; uno se llama trópico de *cáncer*, y se halla en el hemisferio septentrional, tocando á la eclíptica en el primer punto de la constelacion llamada *cáncer* ó *cangrejo*. Este círculo lo parece describir el sol el 21 de Junio, y da en nuestro hemisferio, el dia mayor del año y el primer dia del verano; este es el solsticio de verano.

El otro llamado trópico de *capricornio*, se halla en el hemisferio meridional, tocando á la eclíptica en el primer punto de capricornio. Este círculo lo recorre, en apariencia, el sol el 21 de Diciembre y produce el dia mas corto del año y el primer dia de invierno; este es el solsticio de invierno.

Los trópicos comprenden todo el espacio que el sol recorre, y este espacio es de  $46^\circ 56'$ . Estos círculos tocan á la eclíptica y se confunden con esta última en los puntos solsticiales. Los trópicos son como barreras que el sol nunca traspasa.

## § V.

Los círculos polares son dos círculos menores, distando ambos  $23^\circ 28'$  de los polos del mundo, á la distancia que se hallan los

polos del equador. Llámase uno *ártico* y el otro *antártico*: el primero se halla hácia el norte y el segundo hácia el sud. Los polos de la ecliptica describen estos dos círculos en el espacio de 25,748 años. Los dos trópicos y los dos círculos polares dividen juntos el cielo y la tierra, en cinco zonas (palabra derivada del griego *fasa*); y son la tórrida; entre los dos trópicos; las dos templadas entre los trópicos y los círculos polares; y las dos frías entre los dos círculos polares y los polos. El equador ocupa el medio de la zona tórrida, y los polos el medio de las zonas frías. La tórrida se halla comprendida en los 239 30' de uno y otro lado del equador, comprendiendo todos los países situados entre los dos trópicos en los que se puede tener al sol en el zenit. Las dos templadas se hallan á 43° de cada trópico, una al norte del trópico de cáncer, y otra al sud del trópico de capricornio. Comprenden los países que jamas tienen al sol en su zenit, y que jamas lo pierden de vista en invierno. Las dos zonas frías comienzan mas allá de los 66 3/4' de latitud, y se extienden hasta los polos. Distingúese en zona glacial ártica que se halla habitada; pues en ella se halla la Laponia y la Siberia; constituyendo su otra parte el mar que se extiende hasta los polos. La zona glacial antártica no es conocida aun.

En el polo ártico y en el meridiano se halla situado un círculo pequeño llamado *círculo horario*, y se divide en 24 horas. Tiene su centro en el polo de la esfera, y por consiguiente, la estremidad del eje se halla en el centro de este círculo. En esta estremidad hay una aguja que da vuelta á medida que se hace girar la esfera ó el globo sin que cambie de lugar el cuadrante pues se halla fijo. Sirve este círculo para resolver diferentes problemas de un modo cómodo y sin cálculo alguno, y la razón es sencilla, y estriba en la division del día en 24 horas. Como el movimiento diurno se hace cada día uniformemente alrededor del eje y de los polos del mundo, es evidente que la aguja que sigue el mismo movimiento recorre, á cada revolucion, las 24 horas del cuadrante, y que señala las seis, quando la esfera ha hecho la cuarta parte de su giro y así á proporcion las demas horas. Colocada así la esfera en la posición que al astro conviene, en el lugar y en el día dados, y teniendo el mismo movimiento que el cielo, la aguja sigue el movimiento de la esfera ó del globo, y señala las horas en que el sol sale y se pone.

Se ha imaginado construir semi-círculos que van del zenit al nadir. Estos semi-círculos se llaman *verticales*; y sirven para medir la altura de un astro y á referir este astro al punto del horizonte á que corresponde, porque la altura de un astro sobre el horizonte no es más que el arco del vertical comprendido entre el astro y el horizonte.

Los verticales son círculos semejantes á los meridianos, con esta diferencia, que los meridianos se cortan todos en los polos, y los verticales se cortan en el zenit y en el nadir que son los polos del horizonte.

Se pueden imaginar tantos verticales como puntos hay en el horizonte. Llámase primer vertical al que corta al horizonte en el verdadero oriente ó en el *este*, y en el verdadero occidente ó en el *oeste*.

Quando el vertical pasa por un astro, el punto del horizonte en que fenecce este vertical, sirve para determinar el azimut del astro y su amplitud.

Añálese ordinariamente á los globos celestes de 12 ó de 18 pulgadas de diámetro, un cuadrante de cobre, del mismo radio que el globo, que se aplica inmediatamente sobre su circunferencia, desde el zenit hasta el horizonte. Adapta-se al meridiano del mismo metal por medio de una chapa, que lo deja deslizar según se quiere. Este vertical se halla graduado desde 0, que está en el horizonte, hasta 90° punto del zenit. Los 18 que bajan bajo el horizonte, indican el principio y el fin del crepúsculo. Tambien se usa para señalar el azimut.

El azimut es el arco del horizonte comprendido entre el punto norte y el punto sur, y el punto del horizonte en que fenecce el vertical que pasa por el astro. Así, todos los astros que tienen el mismo vertical ó que se hallan en el mismo nivel tienen el mismo azimut.

El azimut, contado desde el punto del este ó del oeste, se llama *amplitud del astro*. Llámase *amplitud ortiva* si se cuenta desde el punto *este* y *amplitud ocasa* si se le cuenta desde el punto oeste.

Así pues, la amplitud ortiva es el arco comprendido entre el verdadero punto del oriente y el punto en que sale el astro. Esta amplitud se halla de la misma manera que el azimut, pues es la diferencia del azimut á 90°; y la amplitud ocasa es la distancia del punto de oeste al punto en que el astro se pone.

Puede aun figurarse la imaginacion pequeños círculos paralelos al horizonte en el hemisferio superior é inferior, cuyo diámetro disminuye á medida que mas se aproximan al zenit y al na-

dir. Llámense estos círculos *almicantarates*, palabra árabe, que quiere decir círculo de altura, porque atravesando los azimuts, determinan en ellos las alturas de los astros, como igualmente sus distancias al zenit, y todos los que pueden tener igual altura en el horizonte, en términos que se puede decir indiferentemente que dos astros se hallan en el mismo almicantarate, ó que tienen una misma altura. Si se halla alzado al zenit el polo de la esfera, los trópicos y los círculos polares representan cuatro de estos almicantarates, dos encima y dos debajo del horizonte.

Antes de exponer los usos de la esfera y de los globos, conviene dar cuenta de algunos cambios que se han hecho, tanto para facilitar sus usos, como para dar usos nuevos.

1<sup>o</sup> En la esfera se ha suprimido la anchura del zodiaco, porque ocultando los grados del ecuador, impedia comprender las ascensiones rectas. Se han dado á esta faja 10<sup>o</sup> en lugar de 17<sup>o</sup> 20', porque basta esta anchura para determinar la órbita de la luna. La órbita de la luna es un círculo inclinado á la eclíptica de 5<sup>o</sup> 9' como la eclíptica se halla inclinada al ecuador de 23<sup>o</sup>, 28'. Esta inclinacion de 5<sup>o</sup> 9' señala la mayor latitud de la luna. Esta órbita corta á la eclíptica en dos puntos opuestos llamados *nudos*, de los cuales uno se llama *nudo ascendente* por el signo ♈, y el otro *nudo descendente* por el signo ♎: estos nudos tienen un movimiento contrario al orden de los signos del zodiaco esto es, de aries á piscis de piscis á acuario, de acuario á capricornio, etc., cuyo movimiento se concluye en 18 años y en cerca de 7 meses.

Sin esta inclinacion de la órbita de la luna á la eclíptica, todos los meses habria un eclipse de sol, cuando se halla nueva luna, y un eclipse de luna cuando se halla esta llena. Pero como la órbita lunaria se halla inclinada á la eclíptica de 5<sup>o</sup> 9', no puede haber eclipse mas que cuando la latitud de la luna es menor que la suma de los semi diámetros aparentes de estos dos astros: de lo que se deduce que los eclipses de sol son mas frecuentes en el globo de la tierra que los de la luna, y que si no obstante, se ven menos eclipses de sol que de luna en un lugar dado, depende esto de que los eclipses de sol no son visibles mas que en ciertas partes del globo relativamente á la combinacion de la latitud de la luna con su paralaje, y que al contrario, los eclipses de luna procediendo únicamente del paso de este astro en la sombra de la tierra, es visible este eclipse en todos los lugares sobre cuyo horizonte se halla la luna.

2<sup>o</sup> Añádese un círculo crepuscular que tiene 18<sup>o</sup> de ancho, cuyo círculo sirve de horizonte en el principio y en el fin del

crepúsculo tanto de mañana como de tarde. El crepúsculo es aque la luz plácida y tranquila que aumenta insensiblemente por la mañana antes de salir el sol, y que disminuye por la tarde cuando se pone este astro; procede de la dispersion de los rayos en la masa de aire, que por todas partes los refleja; los crepúsculos se necen cuando se halla el sol á 18<sup>o</sup> debajo del horizonte.

## CAPITULO VI.

## USOS DE LA ESFERA Y DEL GLOBO TERRESTRE.

## USO I.

## DE LAS DIFERENTES POSICIONES DE LA ESFERA, Y DEL GLOBO

## TERRESTRE.—DE LA ESFERA DE PTOLOMEO

Distingúense tres posiciones diferentes de la esfera: *recta*, *paralela* y *oblicua* segun las diferentes relaciones del ecuador con el horizonte.

Si se da vuelta al meridiano, de modo que los polos toquen al horizonte, tendráse la *esfera recta* porque el ecuador, perpendicular al horizonte, le corta en ángulo recto, y el zenit se halla en el ecuador celeste. Todos los paralelos al ecuador que parecen describir cada dia los astros, hallándose cortados por el horizonte en dos partes iguales, es evidente que los dias son iguales entre sí, é iguales á las noches durante todo el año, sea cual fuere el lugar en que con respecto al ecuador celeste, se halle el sol.

En esta posicion, los pueblos tienen perpetuamente doce horas de dia y doce horas de noche. Como el sol pasa dos veces al año por el zenit, que son el 21 de marzo, y el 22 de Setiembre dias en los cuales describe el ecuador, puétese concluir que estos pueblos tienen, en cierto modo, dos veranos y dos primaveras, pues apenas es invierno el de los pueblos en que el sol lanza sus rayos constantemente perpendiculares.

Si se enaja el meridiano en las inuencas del horizonte hasta que se halle en el zenit uno de los polos, resultará la *esfera paralela*, porque el ecuador se hallará paralelo al horizonte y aun sirve é mismo de horizonte. En esta posicion, el zenit y el nadir corresponden á los polos del mundo, los cuales son alternativamente alumbrados por el sol durante seis meses. Puede decirse que el año se compone de un dia y una noche, cada uno de