

opera en 24 horas de oriente á occidente al derredor de un eje inclinado, es el que nos trae la noche y el dia, y hace pasar á nuestra vista, en el intervalo de un dia, todo el espectáculo maravilloso de la bóveda de los cielos.

Por la inmovilidad del sol, y los movimientos de traslacion y de rotacion de la tierra, explica Copérnico de un modo satisfactorio la diversidad de las estaciones, la desigualdad de los dias, y una porcion de otros fenómenos que indicaremos, y que no podrian ser comprendidos sin esta hipótesis.

Admitiendo este sistema, que el movimiento del sol no es mas que aparente, es menester comprender, que cuando decimos que el sol está en un signo, la tierra está en otro diametralmente opuesto; que cuando el sol nos parece que tiene una declinacion septentrional, la tierra está realmente en otra meridional; que el sol cuando nos parece que vuelve de oriente á occidente, es la tierra que gira de occidente á oriente.

Este sistema no hay duda que parece estar en abierta contradiccion con nuestros sentidos, pero es en un todo preferible al de Ptolomeo, porque da rigurosamente razon de todas las apariencias de los astros. Las observaciones hechas y por las cuales se ha descubierto que el Sol, Júpiter, Marte y Vénus, giran sobre sus ejes, dan un gran peso á la evidencia de este sistema.

§ IV.

SISTEMA DE TICO-BRAHE.

Es muy natural el decir dos palabras acerca del sistema de Tico-Brahe, ya que se ha hablado del de Ptolomeo. Tico ha intentado vanamente oponer un nuevo sistema al de Copernico. Segun él la tierra está inmóvil en el centro del universo; todos los astros se mueven cada dia al rededor del eje del mundo; y el sol en su revolucion anual arrastra consigo á los planetas. En esta hipótesis las apariencias son sin duda las mismas que en las del movimiento de la tierra; pero no es un absurdo el suponer inmóvil á la tierra en el espacio, mientras que el sol arrastra á los planetas en medio de los cuales se encuentra aquella situada?

CAPITULO III.

DE LA ESFERA Y DE LOS GLOBOS.

Se llama esfera *sphæra*, *globus*, *bola*, ó *globo*, á un instrumento que sirve para representar el cielo ó la tierra. Se

distinguen dos clases de globos, el uno celeste y el otro terrestre.

El *globo celeste* es una bola destinada á representar las constelaciones, y los movimientos planetarios, la eclíptica, el ecuador, los círculos de latitud, los círculos de declinacion, el meridiano y el horizonte.

El globo terrestre es una bola que nos representa á la tierra, sus continentes, sus ciudades, sus mares y todas sus regiones.

Pero la *esfera* llamada *armilar*, de *armilla*, anillo collar, á causa de su composicion, es un globo vacío y cortado, de modo que no queda mas que el conjunto de muchos círculos colocados entre sí en el mismo orden que los diferentes círculos imaginados en el cielo para marcar la huella ó el paso de los astros que ruedan por él, y los límites precisos que terminan sus carreras, ya sea suponiendo á la tierra estable, como lo ha creído Tolomeo, ó móvil como lo ha demostrado Copérnico.

DESCRIPCION DE LA ESFERA ARMILAR

O ESFERA DE TOLOMEO.

La esfera armilar es un instrumento astronómico que representa, de un modo natural y sensible, el movimiento del cielo y de los astros. En el centro está fijado un pequeño globo terrestre con su inclinacion. En el interior están dos bandas delgadas de cobre, atadas á 23° 30' del polo ártico, verdadero punto del polo de la eclíptica, la una para el sol, la otra para la luna; á fin de dar una idea aproximativa de sus movimientos y eclipses. Todos los círculos móviles, encajados los unos en los otros, forman una especie de amazon que gira dentro del círculo del meridiano, sobre dos puntos fijos y determinados llamados *polos*, de *polus*; *verto*; girar; el uno ártico porque está cercano á una constelacion compuesta de siete estrellas, llamada por los griegos *septentrio*, por los latinos, y *osa* por nosotros y el otro *antártico* de *contra* por estar opuesto al primero. El meridiano que se eleva verticalmente sobre el horizonte, es recibido, en su parte inferior, por una incision hecha en la columna de sostén que sostiene al instrumento, y sus lados por dos cortaduras practicadas en el horizonte, al norte y al sur; este círculo se eleva y baja á voluntad. El horizonte está sostenido por cuatro apoyos atados á la misma columna de sostén.

Adviértense en la esfera los puntos, los ejes y los círculos.

PUNTOS.

Los puntos son en número de diez, cuatro de los cuales se llaman *cardinales* de *cardines*, goznes de una puerta, porque en las operaciones gira todo sobre estos puntos; los demás cuatro se llaman *colaterales* y dos *verticales*.

Los puntos cardinales marcan las cuatro principales partes ó regiones del mundo llamadas *septentrion*, *mediodia*, *oriente* y *occidente*; ó de otra manera, *norte*, *sud*, *este* y *oeste*.

Los dos puntos por los cuales pasa el meridiano en el horizonte, se llaman *norte* y *sud*, *norte* ó *septentrion*, del lado hácia el cual se inclina el polo ártico ó boreal; *sud* ó *mediodia* del lado bajo el cual se halla bajado el polo antártico ó austral. Los otros dos puntos en los cuales el eje, que se puede suponer en el meridiano, va á cortar al horizonte, son el *este* ú *oriente*, y el *oeste* ú *occidente*. Estos cuatro puntos cardinales son fijos y siempre colocados en el horizonte.

Los puntos de *oriente* ú *occidente* son puntos móviles que cambia el sol cada día segun sale y se pone; pero cuando se habla de *oriente* y *occidente* debe entenderse los puntos en que el sol sale y se pone en los días de equinoccio.

El *oriente* es el punto en que sale el sol; el *occidente* el punto en que el sol se pone.

Los cuatro puntos colaterales son el *oriente* y *occidente* de *verano* esto es, los puntos en que el sol sale y se pone en el día mas largo del año; el *oriente* y *occidente* de *invierno*, esto es, los puntos en que sale y se pone el sol en el día mas corto del año.

Los dos puntos verticales son el *zenit* y el *nadir*.

El *zenit* es el punto que directamente corresponde encima de nuestra cabeza, al que va á dirigirse el hilo del péndulo cuando se supone prolongado este hilo desde lo alto hasta la concavidad del cielo. Siendo este punto el mas elevado, está siempre remoto de 90° ó de un cuarto de círculo de todos los puntos del horizonte.

El *nadir* es el punto inferior directamente opuesto al *zenit*, hácia el cual se dirige la parte inferior del péndulo ó el plomo del hilo por la gravedad natural.

Estos dos nombres nos vienen de los árabes que fueron los primeros en distinguir estos dos puntos.

Así pues, cada punto de la tierra tiene su *zenit* y su *nadir*, particulamente si se imagina una línea cayendo á plomo por me-

dio del horizonte, y que tiene ambas estremidades igualmente distantes. Esta línea será el eje del horizonte, y los dos puntos que terminan este eje, serán el *zenit* y el *nadir*.

§ II.

LOS EJES.

El eje de un círculo es una línea que se imagina pasar por el centro y cuyos dos extremos, llamados polos, están igualmente distantes y terminan el círculo.

Hay cuatro ejes importantes que distinguir en la esfera, y que son: 1° el eje del mundo sobre cuyos polos gira el cielo ó parece girar; 2° el eje del horizonte cuyos polos son el *zenit* y el *nadir*; 3° el eje de la eclíptica sobre cuyos polos se hace el movimiento de las estrellas y del sol; 4° el eje del meridiano cuyos polos dan en el horizonte los puntos del verdadero *oriente* y del verdadero *occidente*.

§ III.

LOS CIRCULOS.

Distínguense seis grandes círculos y cuatro pequeños. Los seis mayores se llaman así porque tienen todos un centro comun, y por esta razón cortan la esfera en dos partes iguales.

Los grandes círculos son el *ecuador*, la *eclíptica*, el *horizonte*, el *meridiano*, el *coluro* de los *equinoccios*, el *coluro* de los *solsticios*. Los cuatro menores son el *tropico* de *Cáncer*, el *tropico* de *Capricornio*, el círculo polar *ártico*, el círculo polar *antártico*.

Cada círculo grande ó pequeño está dividido en 360 partes llamadas *grados* (°); cada grado se divide en 60 minutos ('); el minuto en 60 segundos ("); el segundo en 60 terceros ("). Esta subdivisión se hace tantas veces cuantas se juzgue necesaria. La división en 360° ha merecido la preferencia, porque las subdivisiones se expresan por números redondos que se descomponen y añaden fácilmente.

1° El *ecuador* es un gran círculo igualmente distante del polo ártico y del polo antártico; es llamado tambien *línea equinoccial* ó simplemente *línea* por los marinos, porque describiendo este círculo el sol, ó pareciendo describirle en su movimiento diurno, dá los equinoccios, esto es, que el día es igual á las noches en todos los parages de la tierra, por estar este astro doce horas encima y otras tantas debajo del horizonte; lo cual su-

cede dos veces al año á seis meses de distancia cuando está á $41^{\circ}10'$ de altura meridiana ó á la misma altura que el ecuador que corresponde á París. El uno se llama equinoccio de primavera el 21 de marzo, y el otro equinoccio de otoño. el 22 de Setiembre.

Este círculo divide al cielo en dos partes iguales; de las cuales la una se llama hemisferio septentrional, y el otro hemisferio meridional.

El sol recorre por hora 15° de este círculo, y por consiguiente toda su circunferencia en 24 horas; tal es el día natural.

Los dos puntos de interseccion de este círculo con el horizonte, marcan el verdadero oriente y occidente, es decir, el punto en que el sol se levanta y se pone en tiempo de los equinoccios. Con estos dos puntos y los dos polos del mundo, se tienen ya los cuatro puntos cardinales: el este, el oeste, el norte y el sur.

Tambien por este círculo se empieza á contar en el meridiano las latitudes terrestres hácia el uno ú otro de los polos, hasta 90° porque no hay mas que 90° entre el ecuador y los polos, donde acaban todas las latitudes y se confunden en un solo punto. Tambien sobre este mismo círculo se cuentan las longitudes terrestres hasta 360° .

Para entender mejor lo que se acaba de decir, es necesario ante todo, saber que la latitud es la distancia al ecuador del norte al sur contada sobre el meridiano; que la longitud es la distancia medida del este al oeste, y llámase *longitud* porque la de los países conocidos era mas grande en este sentido que en el de norte á sur, cuando los primeros geógrafos establecieron sus medidas. Es menester concebir despues un arco de círculo máximo perpendicularmente bajado al ecuador desde un parage dado; el número de grados comprendidos en este arco, expresa la latitud del paraje; y el número de los grados del ecuador comprendidos entre este arco de círculo máximo y el primer meridiano, expresa la longitud del mismo lugar. Resulta que todos los parages, igualmente distantes del ecuador, tienen la misma latitud, y que los situados bajo el mismo meridiano, tienen igual longitud. Cuéntanse pues una infinidad de latitudes y longitudes sobre el globo.

El ecuador y los polos que se observan igualmente en la tierra; y así como el ecuador celeste determina las estaciones, el ecuador terrestre determina la temperatura y el grado de calor ó de frio en las diferentes regiones.

Este círculo se divide de tres maneras; en tiempos, es decir, en veinticuatro partes iguales que indican las horas que el sol

emplea en pasar al meridiano; de 15 en 15° , que recorre en el espacio de una hora, y en 360° que forman la revolucion entera. Estas tres divisiones indican igualmente las ascensiones rectas del sol y de los astros, ó las cantidades cuyos astros pasan al meridiano mas pronto los unos que los otros. Se empiezan las divisiones por la interseccion del ecuador con la eclíptica que se hace al principio del signo del Aries.

En fin, por este círculo, se cuentan los climas de media en media hora, tanto hácia el norte como hácia el sur.

2^o La *eclíptica* llamada así de desfallecimiento, ó *deficio*. Este círculo se llama así porque la luna está siempre en la eclíptica, poco mas ó menos, cuando hay un eclipse de luna ó de sol. Este círculo indica la ruta aparente y anual del sol; corta el ecuador en dos puntos, pero se aleja de él para formar dos ángulos oblicuos de $23^{\circ}28'$ cada uno que marcan su mayor oblicuidad ó su mayor distancia al ecuador.

Este círculo está dividido en 360° , y ocupa el punto medio de una banda circular, ancha de unos $17^{\circ}20'$; ó de $8^{\circ}30'$ de cada lado; esta banda se llama *zodiaco*, de una palabra griega que significa animal, porque en su latitud están marcados los doce signos que tiene nombres y están representados bajo la figura de animales.

No se hace mencion del zodiaco en muchos tratados de astronomía, pues no sirve mas que para indicar el espacio en el cual están encerrados los planetas que se alejan de la eclíptica todo lo mas de 8 ó 9° . Así es que se dá á esta banda una cierta extension al norte y al sur de la eclíptica, á fin de que encierre las órbitas de los planetas, de las cuales algunas están inclinadas de muchos grados sobre la eclíptica, es decir, que la cortan en dos puntos diametralmente opuestos, y que entre estos dos puntos se desvían algunos grados hácia el norte ó hácia el sur. Los puntos de las secciones se llaman *nudos*, y no son los mismos para todos los planetas, y tampoco son fijos, es decir que la órbita de un planeta no corta siempre la eclíptica en el mismo punto.

De este círculo se cuentan las latitudes de los astros hácia los polos hasta 90° ; y sobre este mismo círculo se cuentan sus longitudes de signos en signos hasta doce.

La latitud de un astro es el número de grados del arco de un círculo máximo, bajado del centro de este astro perpendicularmente sobre la eclíptica.

La longitud de un astro es el número de los grados de la eclíptica, comprendido entre los puntos de Aries y del arco del cír-

culo máximo, bajado del centro de este astro perpendicularmente sobre la eclíptica.

Este mismo círculo está aún dividido en doce partes iguales á 30° cada una, que se llaman *signos*. El sol recorre cada signo en un espacio de cerca de 30 días. Hé aquí sus caracteres y sus nombres:

♈	♉	♊	♋	♌	♍
Aries.	Tauro.	Géminis.	Cáncer.	Leo.	Virgo.
♎	♏	♐	♑	♒	♓
Libra.	Scorpion.	Sagitario.	Capricornio.	Acuario.	Piscis.

Los seis primeros pertenecen á la mitad de la eclíptica que está al lado del norte y se llaman septentrionales; el sol los recorre desde el 21 de Marzo hasta el 22 de Setiembre.

Los otros seis de la parte del sur se llaman meridionales; el sol los recorre desde el 22 de Setiembre hasta el 21 de Marzo.

Cada uno de estos signos está dividido en treinta partes iguales que se llaman grados. El sol por su movimiento, recorre en un año como acabamos de decir, estos doce signos, haciendo por día poco menos de un grado; y la luna los recorre en 27 días y medio, haciendo cada día por su movimiento propio cerca de 13 grados.

Resulta que en nuestro hemisferio, los tres primeros signos nos dan la primavera, los tres siguientes, el verano; los otros tres, el otoño; y los tres últimos, el invierno. En efecto, el sol entra en el *Aries* el 21 de Marzo; en el *Tauro*, el 20 de Abril; en *Géminis*, el 21 de Mayo; en el *Cáncer*, el 21 de Junio; en *Leo*, el 22 de Julio; en *Virgo*, el 23 de Agosto; en *Libra*, el 22 de Setiembre; en *Scorpion*, el 23 de Octubre; en *Sagitario*, el 22 de Noviembre; en *Capricornio*, el 21 de Diciembre; en *Acuario*, el 19 de Enero; en *Piscis*, el 18 de Febrero. Tal es el orden observado en los globos para indicar la correspondencia de los días con los signos del zodiaco, y para encontrar el día del año en que el sol corresponde en cada grado de los doce signos.

Entre estos doce signos se distinguen cuatro puntos principales que sirven de punto á las cuatro estaciones de los Europeos.

Los principios de *Aries* y de *Libra* caen bajo el ecuador. El 21 de Marzo el sol se encuentra en el signo de *Aries* y el 22 de Setiembre en el de *Libra*. El día es entonces igual á la noche en todos los países del mundo; el sol está á una distancia igual de un polo á otro, y sale por el verdadero Oriente con toda

exactitud poniéndose tambien exactamente por el Occidente; por esta razon se da el nombre de *equinoccios* á estos dos días tan notables.

Los dos puntos de la eclíptica, situados entre los *equinoccios* y en los cuales se encuentran el sol cuando mas lejano está del ecuador, han sido llamados *solsticios*, *solis stationes*, porque este astro, llegado á su mayor grado de alejamiento, parece estar algunos días en la misma distancia del ecuador y detenerse antes de acercarse á este círculo. Estos dos puntos son los principios del *Cáncer* y del *Capricornio*. El sol entra en el principio del *Cáncer* el 21 de Junio, que es el solsticio de verano, entra en el *Capricornio* el 21 de Diciembre, que es el solsticio del invierno; estos dos puntos solsticiales están lejanos del ecuador de 23° 28'.

En fin, la eclíptica corta la esfera en dos partes iguales, pero oblicuamente con relacion al ecuador. Esta oblicuidad que hace dos mil años era de unos 24°, no es hoy día mas que de unos 23° 28' y disminuye cerca de un minuto cada cien años. Desde este círculo que forma la declinacion del sol, se cuentan las latitudes de los astros, como se ha dicho ya; y sobre este mismo círculo se cuentan las longitudes, empezando por el primer grado de *Aries*, avanzando por *Tauro*, *Géminis*, etc.

En una palabra la eclíptica es á las latitudes y longitudes celestes, lo que el ecuador á las latitudes y longitudes terrestres.

El *horizonte* es un círculo máximo cuyo nombre deriva del griego y significa *limite*. Distínguese dos clases de horizonte, el *sensible* ó *visual*; y el *racional matemático*.

El horizonte sensible ó visual es un círculo que limita y termina la parte del cielo que se ve cuando se está en medio del campo; este círculo tiene por centro el ojo del que lo observa.

El horizonte racional ó matemático es un círculo que corta y divide el mundo en dos partes iguales; este círculo tiene por centro el centro mismo de la tierra. Ambos horizontes tienen por polo el nadir y el zenit. No puede darse un paso sin mudar de horizonte y por consiguiente de zenit y nadir.

Este círculo sirve para dar á conocer la salida y ocaso de los astros; se dice que un astro sale cuando empieza á aparecer por encima del horizonte y se pone cuando se oculta por debajo del mismo.

Divide este círculo á la esfera ó el globo en dos hemisferios llamados el uno superior y visible que tiene el zenit por polo, y el otro inferior ó invisible cuyo polo es el nadir.

En la parte exterior de este círculo se marcan los 32 rumbos del viento. El norte y el sur están en las intersecciones del