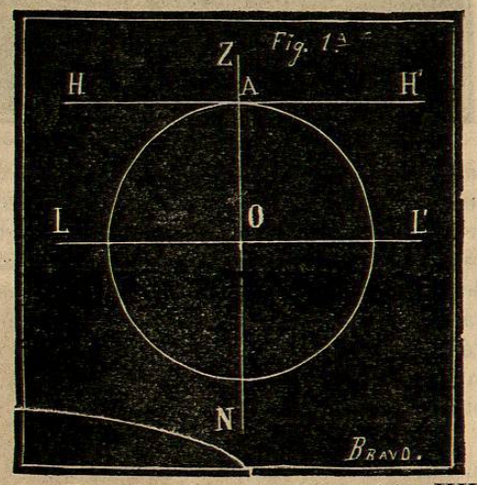
da uno de ellos en particular, sino tambien en conjunto, pues que ligados entre sí por leyes fijas de mútua atraccion forman un sistema. Las estrellas que generalmente se llaman *fijas*, en realidad no son tales, sino porque siendo tan inmensa la distancia que nos separa de ellas, sus movimientos se nos hacen imperceptibles, á excepcion de unas pocas, cuyo movimiento se ha podido averiguar despues de largos estudios y repetidas observaciones. La naturaleza de estos astros brillantes no es dado á la ciencia averiguarla, ya sea por la distancia inmensa á que se hallan, ya por la falta de medios mas adecuados para el objeto: lo único que puede concluirse es tan solo una probable deduccion de lo que se observa en los cuerpos mas cercanos á la tierra. El estudio en que mas ha progresado la ciencia es principalmente con respecto al sol, á los planetas y á los demás cuerpos opacos, cuya observacion no ha sido difícil practicar por su cercanía á nosotros. Estos son justamente los que forman un solo sistema que llamamos sistema solar, al cual pertenece como planeta la tierra misma que pisamos. De todos estos cuerpos hablarémos separadamente, despues de haber dado algunas nociones preliminares que son la base del estudio de la Cosmografía.

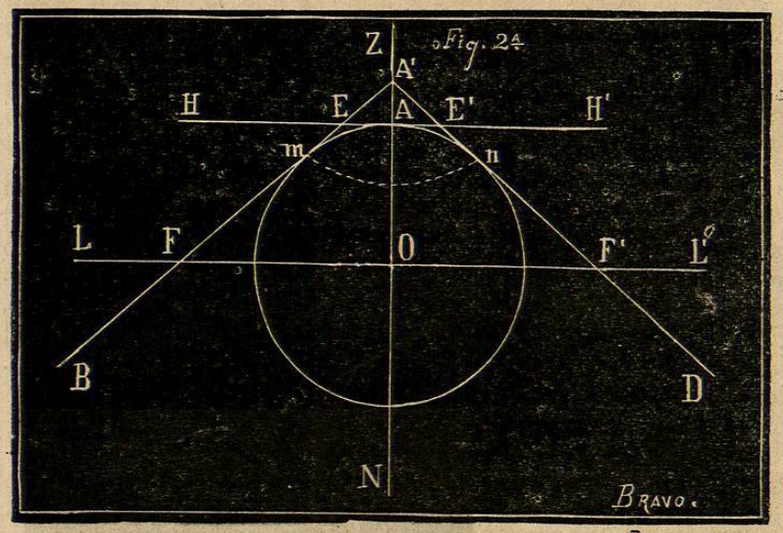
Nociones preliminares.

1. Cualquiera que mire al cielo fácilmente puede conocer que su forma se presenta como una inmensa bóveda hemisférica, la cual parece descansar sobre el plano de un círculo máximo determinado por el límite de los objetos terrestres y cuyo centro ocupa el observador. Este círculo se llama *horizonte aparente ó sensible*. Si se imagina una perpendicular al plano de dicho horizonte que pase por el vértice del observador, situado en A (fig. 1ª) y que se prolongue indefinidamente hasta encontrar á la esfera celeste en dos partes diametralmente opuestas, los puntos extremos Z y N de dicha línea se llaman polos del horizonte HH′; el que se halla en el vértice del observador se denomina *zenit*, el otro *nadír*. Concíbase un círculo máximo geométrico, cuyos puntos estén distantes del zenit 90°, tendrémos otra especie de horizonte LL′ que se llama *racional*. No hay que confundir este horizonte con el que hemos llamado *aparente*, pues éste HH′ es tangente á la superficie terrestre en el punto A, mientras que el otro LL′ pasa por el centro O de la tierra; sin embargo, cuando se refieren á las estrellas situadas á una distancia infinita siendo paralelos estos dos horizontes, pueden considerarse como uno solo, viniendo en este caso á coincidir por ser inapreciable la distancia del centro O á la superficie A.



El límite de los objetos terrestres no es siempre el mismo para un mismo observador, sino que puede recibir alguna modificacion segun la altura á que esté situado el observador sobre la superficie

terrestre. Sea HH′ (fig. 2ª) el plano del horizonte aparente para un observador situado en A. Las visuales que engendran el círculo de dicho horizonte serán: AH, AH′; pero si suponemos que el ob-

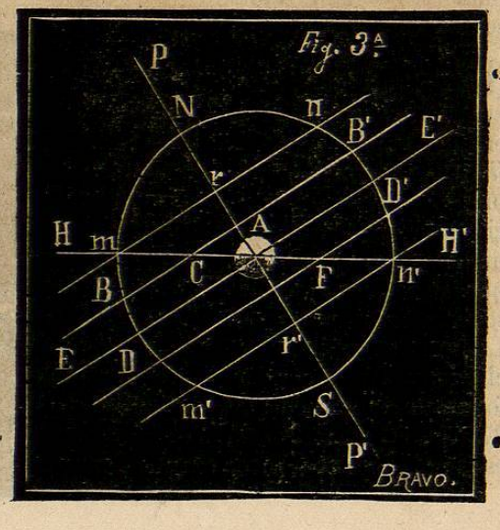


servador se eleve á un punto A′, las visuales tangentes al globo terrestre serán en este caso A′B, A′D, y formarán con el horizonte aparente HH′ y con el racional LL′ un ángulo HEB=H′ ED=(LFB =L′F′D), que lleva el nombre de *depresion* del horizonte: pues se deprime la visual del observador ensanchándose de este modo el campo de la vista. Dicha visual es la generatriz de un cono cuyo vértice se halla en el ojo del observador; su base es el mismo círculo del plano horizontal, cuya superficie vá aumentando segun que los puntos de tangencia *m* y *n* se alejan mas y mas del vértice A.

2. La esfera celeste no es real, sino imaginaria; pero su consideracion ayuda mucho para entender las leyes de los movimientos reales y aparentes de los astros. Cuando se mira al cielo en diferentes intervalos de tiempo en una noche despejada, se observa fácilmente que las estrellas conservando entre sí su distancia relativa, varían de lugar describiendo en la bóveda celeste diferentes círculos paralelos entre sí, cuyo plano en nuestros climas, es decir, fuera de los polos y del círculo ecuatorial, está inclinado mas ó menos sobre el plano del horizonte. Dichos círculos no son de la misma magnitud; pues desde cierta region del cielo (que se halla mas ó menos cercana á nuestro zenit, segun el punto del globo terrestre en que nos hallamos), en la que observamos ser mayores, van disminuyendo mas y mas por uno

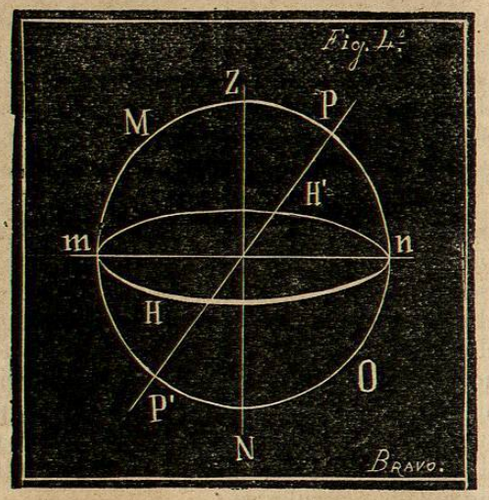
y otro lado. Hay sin embargo una diferencia y es, que hácia un lado del zenit, las estrellas describen sobre el horizonte *arcos* de círculos que van siendo siempre menores segun se alejan del mismo zenit, hasta perderse en el horizonte mientras que al otro lado segun que las estrellas se alejan del zenit ya no describen arcos de círculos cortados por el horizonte, sino círculos enteros sobre el mismo horizonte. Dichos círculos van siendo siempre mas pequeños, hasta que en cierto lugar del cielo se reducen á un punto que parece inmóvil. Este punto fijo se llama *polo* de la esfera celeste. Si desde este punto se traza una recta que pasando por el ojo del observador se prolonga hasta otro punto diametralmente opuesto, que es el otro polo, esta recta será el *eje del mundo* al rededor del cual las estrellas describen diariamente los círculos que hemos dicho. Los dos polos llevan el nombre de *Norte* y *Sur*: el primero se denomina *ártico*, porque cerca de él se halla un grupo de estrellas llamado *Osa*, que en griego se dice αρχτος [arctos], y el otro *antártico* por ser opuesto.

3. Llámase *ecuador celeste* el círculo máximo que pasa por el centro de la esfera y corta perpendicularmente al eje del mundo. Este círculo divide la esfera en dos partes iguales que se llaman *hemisferios*. Aquel en que se halla el polo Norte se llama hemisferio *boreal*, el otro en que se halla el polo Sur se denomina *austral*. El ecuador es el único círculo que es cortado en dos partes iguales por el plano del horizonte en cualquier lugar de la superficie terrestre, ménos para un observador que estuviera en los polos, para el cual coincidirian ambos círculos: los otros círculos menores que describen las estrellas al rededor del eje del mundo paralelamente al ecuador, y que por eso se llaman círculos *paralelos*, quedan divididos por el horizonte en dos partes iguales. Supongamos á un observador en A (fig. 3), cuyo horizonte sea HH′ el cual forme con el ecuador EE′ un ángulo E′AH′: los círculos paralelos BB′ y DD′ quedarán divididos en partes desiguales, de las cuales la menor BC debajo del horizonte y sobre el ecuador EE′ estaria hácia el Norte, y la mayor DF debajo del



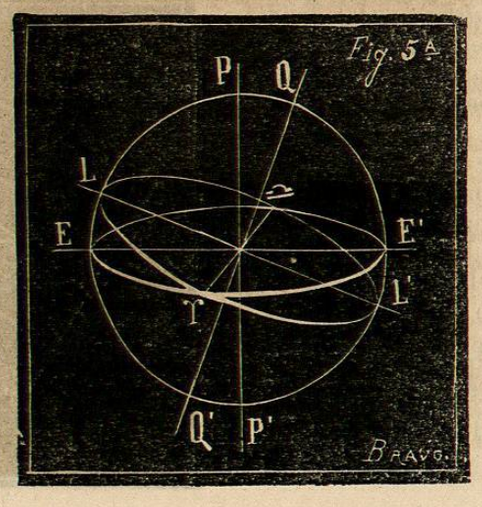
UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
Biblioteca Valverde y Tellez

horizonte y del ecuador se hallaria en el hemisferio opuesto al del observador. Lo contrario se verifica con respecto á las partes de los paralelos que se hallan á su vez sobre el horizonte y son complementarias de las primeras. Los círculos menores *m n* y *m' n'* cuyos radios *mr*, *m'r'* determinan en el círculo máximo NESN un arco Nm (=Sn') igual ó menor que la altura del polo sobre el horizonte, nunca pueden ser cortados por éste. Las estrellas que los describen, estarán siempre sobre el horizonte, y por lo tanto serán siempre visibles. Si se trata de un círculo menor *m' n'* que esté debajo del horizonte y en el hemisferio opuesto, sus estrellas nunca podrán ser vistas por un observador colocado en A, por describir sus círculos siempre debajo del horizonte.



4. Llámase *meridiano* el círculo máximo MPO (fig. 4ª) que pasando por los polos PP' de la esfera celeste, y por el zenit del observador, corta perpendicularmente el plano del horizonte. La comun interseccion de estos dos planos se llama *línea meridiana*, representada por la recta mn.

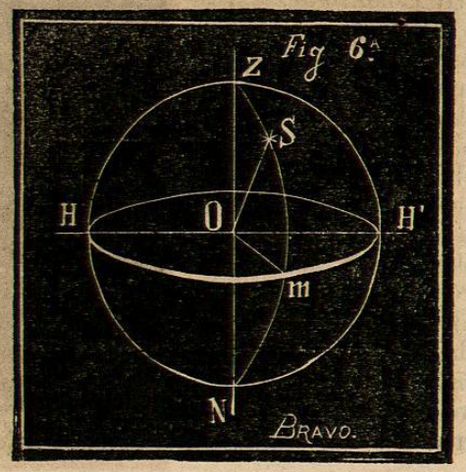
El círculo máximo LL' [fig. 5ª] que corta oblícuamente al ecuador EE' en dos puntos ♈ ♎ (*aries*, *libra*) que toman el nombre de puntos equinocciales ó *equinoccios* se llama *eclíptica;* y la línea que une dichos puntos se llama línea *equinoccial*. La inclinacion de la eclíptica sobre el ecuador forma un ángulo de 23° 27', el cual, sin embargo, es variable entre ciertos



límites. Imagínese que parte del centro de la esfera una recta QQ' perpendicular al plano de la eclíptica, y por consiguiente á la línea de los equinoccios: esta línea será el eje de la eclíptica, y sus extremidades marcarán en la esfera celeste dos puntos Q y Q' que serán sus *polos*. El eje de la eclíptica forma asimismo con el eje del mundo un ángulo de 23°27'. El polo boreal de la eclíptica se halla actualmente no muy lejos de una estrella que se llama α (alfa) del Dragon.

5. De lo que se ha dicho sobre estos círculos máximos, resultan tres sistemas de círculos que, cortándose mútuamente, forman ángulos de dos en dos, á los cuales se ha dado el nombre de *coordenadas:* por medio de las cuales se determina la posicion de los astros sobre la esfera celeste. En cada sistema se toma por plano fundamental un círculo máximo al cual se refiere el astro y son: el *horizonte*, el *ecuador* y la *eclíptica;* á cada uno de estos círculos corresponde otro círculo máximo que le sea perpendicular.

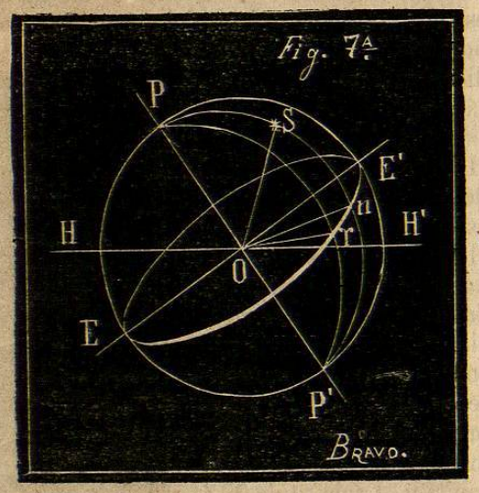
6. En el primer sistema, que tiene por plano fundamental el *horizonte*, al cual corresponde el *meridiano*, ó cualquier otro círculo que pase por el zenit del observador y la estrella, cortando perpendicularmente al horizonte, el ángulo que el radio visual dirigido al astro forma con el plano horizontal, se llama *altura ó altitud* del astro; ó de otro modo, la distancia de la estrella al horizonte medida sobre dicho círculo, que se llama *círculo de altura*, partiendo del horizonte hácia el zenit, se llama *altura del astro*. El ángulo diedro que el plano del círculo vertical ó de altura forma con el plano del meridiano, se llama *azimut;* ó de otro modo, el arco del horizonte comprendido entre el meridiano y el círculo de altura que pasa por el zenit y la estrella, se llama *azimut* del astro. Sea S el astro [fig. 6ª] HH' el horizonte, ZH'N el meridiano, el ángulo SOm será el ángulo de *altura* del astro, y el ángulo diedro H'ZOm será su *azimut:* ó de otro modo, el arco Sm es la *altura*, y el otro H'm el *azimut*. Estas dos coordenadas fijarán la posicion de la estrella S con relacion á la hora y el horizonte de lugar. La *altura* se cuenta de 0° á 90° sobre el círculo de altura medida del horizonte al zenit, y el azimut de 0° á



360° en el círculo horizontal, empezando por la parte del meridiano que se halla hácia el Sur, y siguiendo al Norte por el Poniente.

Mas frecuentemente en lugar de la altura Sm se suele tomar su complemento, es decir, el ángulo ZOS, ó la distancia ZS que se llama *distancia zenital* del astro: en este caso se empiezan á contar los grados desde el zenit hasta 180° debajo del horizonte.

7. El segundo sistema tiene por plano fundamental el *ecuador*, al cual corresponde un círculo máximo que pasando por los polos de la esfera celeste y por el astro, le es perpendicular, y se llama círculo de *declinacion*. Entre todos los círculos de declinacion que pueden imaginarse que pasen por los polos y cualquiera de las estrellas, se ha convenido en llamar *primero* al que pasa por el equinoccio de aries, que suele indicarse con el signo ♈. La distancia del astro al ecuador medida sobre el círculo de declinacion, empezando del ecuador, se llama *declinacion* del astro. A esta se ha convenido en llamar *positiva* (+), tratándose de un astro perteneciente al hemisferio boreal y negativa [—] si este se halla en el hemisferio austral. El ángulo diedro formado por el plano del círculo de declinacion de la estrella con el plano del *primer* círculo de declinacion, á saber, del que pasa por ♈, se llama *ascension recta* y se representa por AR; ó de otro modo, *ascension recta* es el arco comprendido entre el círculo de la declinacion que corta al ecuador en el equinoccio de aries, y el círculo de declinacion de la estrella medido sobre el ecuador segun la marcha con que pasan por el meridiano los puntos sucesivos de la esfera celeste de 0° á 360°, hallándose el 0° en el equinoccio de Aries. Así, sean PP' los polos [fig. 7ª], EE' el Ecuador, HH' el horizonte, S la estrella, ♈ el equinoccio de Aries: será el ángulo SOn la *declinacion* del astro, ó el arco Sn; y ♈n la *ascencion recta*, ó sea el ángulo nPO♈n. El ángulo SOn, que es la declinacion de la estrella, tiene por complementario al ángulo POS; este ángulo, que suele adoptarse con mucha frecuencia, se llama *distancia polar* de la estrella; en este caso los grados se empiezan á contar desde el polo hácia el ecuador.



8. Suele computarse frecuentemente sobre el ecuador la distancia del círculo de *declinacion* al meridiano, y entonces se llama *ángulo horario* la misma ascension recta, y *círculo horario* el círculo de declinacion. El ángulo horario no se cuenta por grados, sino por horas de 0^h á 24^h, empezando de 0^h cuando el equinoccio de Aries pasa por el meridiano dirigiéndose al Poniente. Así por ejemplo lo mismo es decir que una estrella tiene por ascension recta 30° como el que su ángulo horario es de dos horas, pues pasa en realidad por el meridiano dos horas despues de haber pasado por el equinoccio de Aries. Debe en ello tenerse presente que todos los astros recorren 15° en una hora; pues si dividimos los 360° que describen la estrellas en un dia, por las veinticuatro horas que tiene el dia tendremos por cuociente 15 [1].

9. El tercer sistema es relativo á la *eclíptica*, es decir, al plano que hemos dicho que forma con el ecuador un ángulo de 23° 27'. Para determinar la posicion de un astro con relacion á este plano fundamental, imagínese un círculo máximo que pase por los polos de la eclíptica y por el astro: este se llama *círculo de longitud:* la distancia del astro al plano de la eclíptica medida sobre dicho círculo, empezando desde la eclíptica de 0° á 90°, se denomina *latitud* del astro. El arco de eclíptica comprendido entre el círculo de longitud del astro y el equinoccio de Aries se llama *longitud*. Esta se cuenta sobre la eclíptica empezando desde el equinoccio de Aries hácia el Oriente de 0° á 360°.

10. Como se vé, estos tres sistemas son análogos, y las coorde-

---

[1] Fácilmente podemos convertir el ángulo horario [AH] en ascension recta (AR) y vice versa: multiplicando por 15 el ángulo horario se tendrá la ascension recta, y dividiendo por 15 la ascension recta se tendrá el ángulo horario. Sea el ángulo horario de una estrella AH = 14^h, 15^m, 4^s,

multiplicando $\times$ 15

tendremos: 210°, 225', 60'',

reduciendo los segundos á minutos y los minutos á grados y dividiendo por 60 tendremos 3° 46', por lo tanto será:

AR = 213°46'.

Una operacion inversa habrá que hacer para reducir la AR á AH.

Sea AR= 213° 46': dividiendo por 15 resulta:

213°46'	15
63	14^h

Resíduo 3

reduciendo á minutos los 3° de ascension recta y sumándolos con los 46', darán: 226' que divididos por 15 darán 15^m:

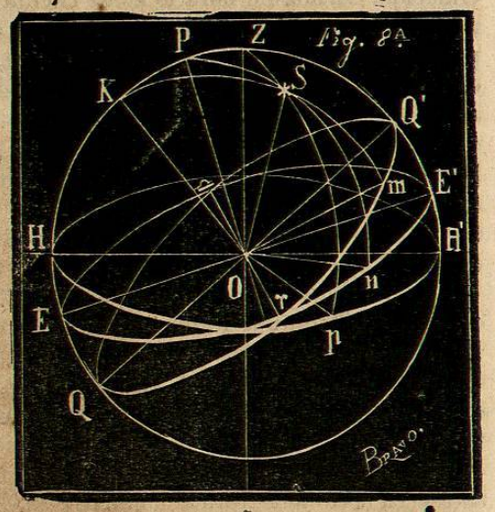
Será pues

226'	15
Resíduo 76	15^m

que reducido á segundos y dividido por 15 dará 4^s.

Así AR = 213°, 46' = 14^h, 15^m, 4^s en ángulo horario.

nadas toman diferentes nombres segun el plano fundamental á que se refieren: podemos ponerlas bajo un solo aspecto. Sea S la estrella [fig. 8ª], HH' el horizonte, EE' el ecuador, QQ' la eclíptica, PH'Q el meridiano: será S*p* la altura, H'*p* el azimut; S*n* la declinacion, ♈*n* la ascension recta, S*m* la latitud, ♈*m* la longitud. Será además ZS la distancia zenital complemento de la altura S*p*, y PS la distancia polar complemento de la declinacion del mismo astro S.



11. Desde la antigüedad la eclíptica se ha dividido en doce partes iguales. Estas llevan cada una un signo propio que las representa relativo al grupo de estrellas que abraza. Cada uno de los signos ocupa 30°, y sus nombres se derivan de los nombres que los antiguos dieron á los mismos grupos que les correspondian. Es de notar, sin embargo, que aunque cada signo ocupe 30° en la eclíptica, con todo los grupos ó reuniones de estrellas que están bajo un mismo nombre, pueden abrazar y abrazan en realidad un espacio mayor ó menor del que se ha atribuido á los signos.

La zona ó faja del cielo que abraza la eclíptica, y se extiende fuera de ella por ambos lados 8° forma lo que se llama *Zodiaco*, y es el espacio en que se contienen los doce signos de 30° grados cada uno. Los nombres de los signos están comprendidos en estos dos versos latinos:

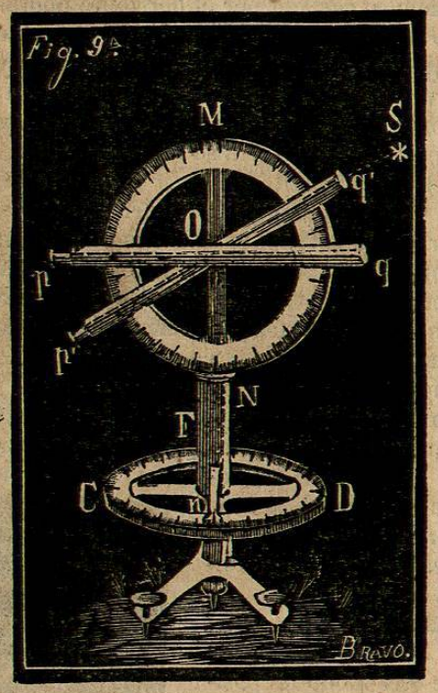
Sunt: *Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,*
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Los astrónomos suelen representar estos signos con las siguientes cifras correspondientes:

Aries,	Taurus,	Gemini,	Cancer,	Leo,	Virgo.
♈	♉	♊	♋	♌	♍
Libra,	Scorpius,	Arcitenens,	Caper,	Amphora	Pisces.
♎	♏	♐	♑	♒	♓

Medida de las coordenadas.

12. *Altura* y *Azimut*. Para medir la altura y el azimut de un astro se usa el teodolito. Se compone este instrumento de dos círculos graduados, uno vertical MN y otro horizontal CD (fig. 9ª). Mientras el horizontal CD queda fijo sobre el trípode, el vertical MN puede girar libremente pudiendo dirigirse á cualquier punto de la esfera celeste, pues se halla sostenido por un cilindro vertical F móvil al rededor de su eje. Este cilindro lleva en la extremidad una pequeña plancha metálica *n* en donde se halla graduado el vernier para apreciar las subdivisiones de los grados del círculo horizontal. Ordinariamente lleva tambien un pequeño lente de aumento para que se pueda leer con mayor facilidad las líneas de la graduacion. En el círculo vertical MN hállase fijo en el centro, pero movible en el sentido del plano vertical, un pequeño anteojo *pq*, cuyo eje, en la posicion horizontal, coincide con la línea que marca el cero de la graduacion. Como el principal cuidado que debe tenerse en este instrumento es que el plano del círculo horizontal CD esté exactamente paralelo al plano del horizonte, y que el eje del círculo vertical MN coincida con la vertical del lugar, así suele llevar el instrumento en el mismo círculo horizontal dos ó tres niveles por medio de los cuales se determina el paralelismo del círculo CD con el horizonte del lugar. Nivelado, pues, el instrumento se dirije el anteojo á una estrella cualquiera S, de modo que ésta se vea en el centro del campo del objetivo en la interseccion de dos hilos mútuamente perpendiculares que se hallan cerca del ocular: la posicion del anteojo *oq'* formará en este caso con la primera *oq* un ángulo *qoq'*,



UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
Apdo. 1625 MONTERREY, MEXICO