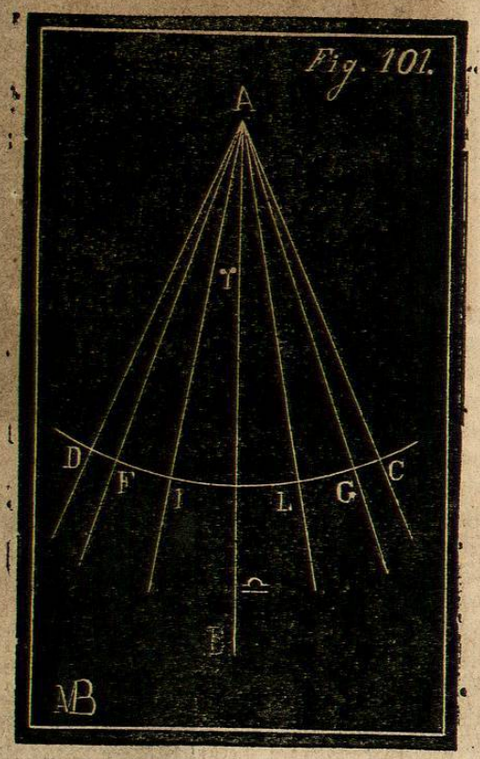
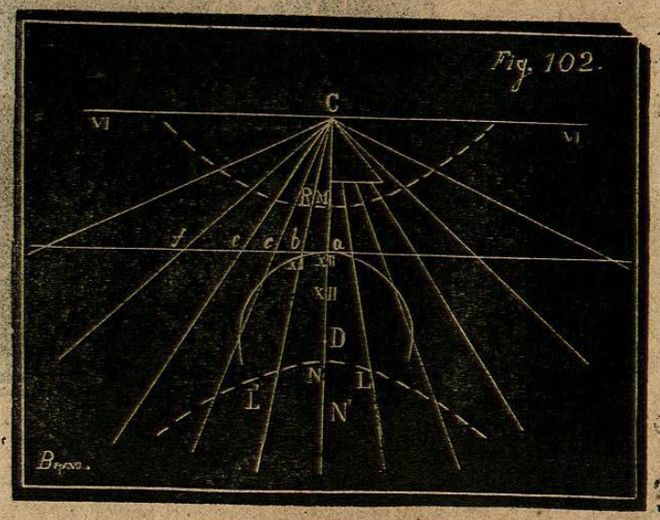
representa la forma que pueden tener los gnómones, cualquiera que sea el cuadrante. 1º Estilo vertical cilíndrico: 2º Triángulo, cuya hipotenusa *bc* coincida con la direccion del eje del mundo, y en que el ángulo *acb* sea igual á la latitud del lugar: 3º varilla aislada, cuya posicion sea paralela al eje del mundo. La extremidad de dicha sombra, marcando la hora, describe cada dia una curva que representa la seccion de un cono sobre el plano horizontal. Este cono es opuesto al vértice del que describe el rayo solar, que pasa por el vértice del gnómon, y tiene por base el paralelo diurno, descrito por el sol en la esfera celeste. La seccion de este cono en el polo es un círculo; en el círculo polar una elipse; en el ecuador una línea recta, y las latitudes intermedias una hipérbole más ó ménos abierta, segun la mayor ó menor declinacion del sol; de modo que siendo la declinacion del sol = 0, dicha seccion será tambien una línea recta. De aquí nace que suele trazarse en los cuadrantes solares dichas curvas, á lo ménos en los límites de la sombra máxima y mínima en los solsticios. Daremos aquí un método fácil para trazar las hipérboles, el cual se reduce al problema siguiente:




157. *Hallar los paralelos de los signos del Zodiaco.* Trázese una recta indefinida AB [fig. 101]. En el punto A fórmense por los dos lados de dicha recta dos ángulos iguales á 23°, 28′ cada uno; los que representan la oblicuidad de la eclíptica. Será pues BAC = BAD = 23°, 28.′ Así mismo fórmese el ángulo BAF = = BAG = 20°,12′, y los ángulos BAI = BAL = 11°,30′. Las líneas trazadas para formar dichos ángulos representarán los paralelos de los signos del zodiaco,

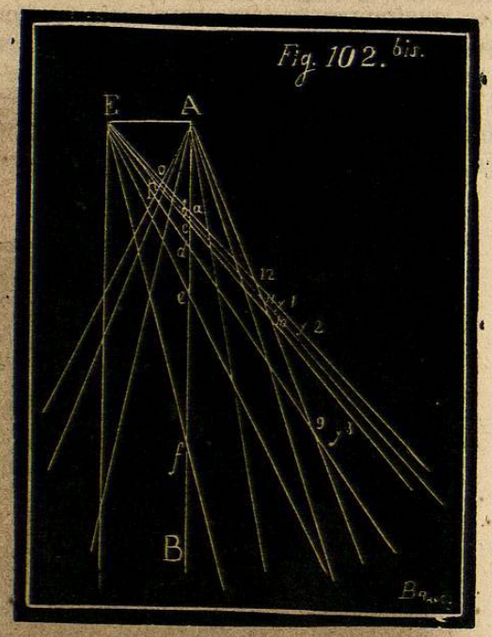


pues los ángulos representan las declinaciones del sol al pasar de uno á otro signo. La línea AB representa Aries y Libra, la AI el Toro y la Vírgen, la AF los Gemelos y el Leon, la AD el Cáncer, la AI el Escorpion y los Peces, la AG el Sagitario y el Acuario, y AC el Capricornio. La figura así construida se llama radio de los signos y ordinariamente suele construirse sobre un carton aparte, á fin de que pueda servir para cuadrantes de cualquiera magnitud. Esto supuesto, sea un cuadrante horizontal cualquiera [fig. 102]. En el punto A del radio de los signos [fig. 102 bis] le-




vántese una perpendicular AE, cuya longitud sea igual á la recta CE, que es la distancia del centro del cuadrante á la extremidad del gnómon. De E bájese una paralela á AB que representará la línea de las seis. Desde el punto D, centro del círculo que ha servido para hallar los puntos de encuentro de las líneas horarias con la equinoccial, tómense las distancias D*a*, D*b*, D*c*, etc. á la equinoccial en cada una de las líneas y traspórtense del punto A [fig. 102 bis.] á la AB, una en seguida de otra A*a*, A*b*, A*c*, etc. Por todos estos puntos partiendo de E, hágase que pasen las líneas $E_{12}$, $E_{11}$, $E_{10}$, $E_9$, etc: éstas representarán las líneas de las horas. Para colocar los paralelos de los signos en el cuadrante, procédase del modo siguiente: Desde el punto E tómense con el compás las dis-

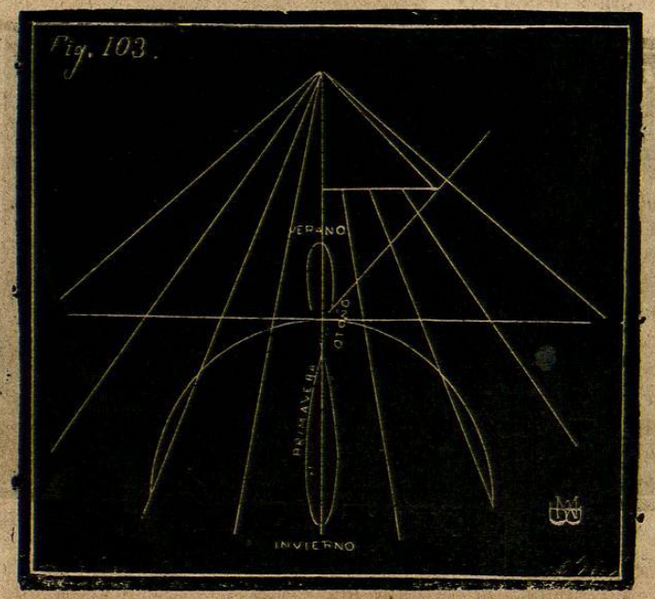
tancias de las líneas de las horas á las líneas de los paralelos respectivos y traspórteseles al cuadrante, tomándolas desde el centro C. Así pues, se hará CM = E*o*, $C_{XII}$ = E*a*, CN = $E_{12}$ para la línea meridiana; para la línea de las XI se tomará CR = E*p*, $C_{XI}$ = E*b*, CL = $E_{11}$, cuyos valores servirán tambien para la línea de la $1^h$ y así se irá recorriendo sucesivamente todas las horas. Uniendo despues todos los puntos pertenecientes á la misma especie quedará construida la hipérbole de la sombra máxima y mínima de los solsticios; obrando del mismo modo con las otras líneas intermedias de los paralelos, podrán describirse las hipérboles de los varios meses del año, en los dias en que el sol saliendo de un signo del zodiaco, entra en otro.




158. Todos los cuadrantes solares que hemos descrito, dán necesariamente el tiempo verdadero. Ahora, si se quisiera arreglar un reloj por un cuadrante adoptando el tiempo medio, habria que recurrir á la tabla de la ecuacion del tiempo. Con todo, en el mismo cuadrante la sombra del gnómon puede tambien marcar el medio dia segun el tiempo medio. Para esto, calcúlese la altura del sol y la longitud de la sombra correspondiente á cada dia del año, en el momento en que un reloj debe indicar el medio dia en tiempo medio, y márquense otros tantos puntos sobre el cuadrante. Todos los puntos así señalados quedarán situados parte al oriente, parte al occidente de la línea meridiana verdadera, segun que el medio dia se atrasa ó adelanta al medio dia verdadero. La série de todos estos puntos formará una línea curva entrante y saliente parecida á la forma de un 8 [fig. 103]. Como la extremidad de la sombra pasa dos veces en un dia sobre esta curva, es necesario conocer á cuál de las dos veces pertenece el medio dia del tiempo medio en un dia

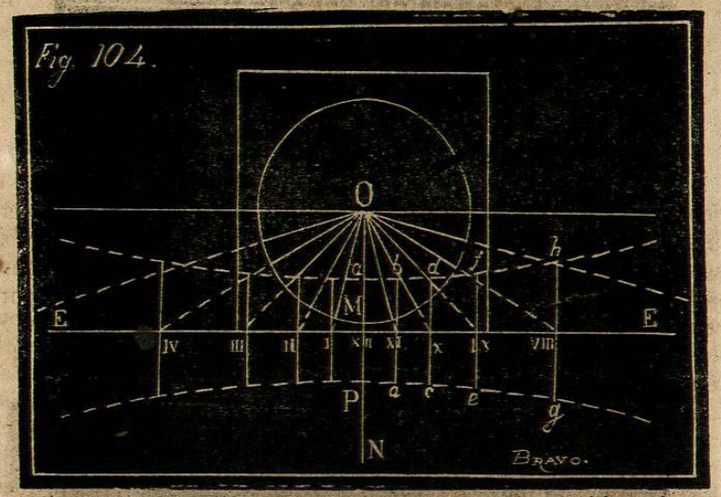


determinado. Para evitar cualquiera equivocacion, suelen marcarse sobre dicha curva los nombres de los meses, ó los signos del zodiaco que á ellos corresponden, ó tambien se divide la curva en cuatro partes, que representan las cuatro estaciones, marcándolas con cuatro diferentes colores.




159. *Problema. Construir un cuadrante horizontal para una latitud* = 0°. Usando el método anteriormente expuesto, imaginémonos construido un cuadrante ecuatorial. Sabemos que para una latitud cualquiera, la inclinacion de este cuadrante, forma con el plano horizontal un ángulo complementario de la latitud. Siendo por los datos del problema la latitud = 0°, el ángulo complementario que formará el cuadrante ecuatorial con el plano horizontal será = 90°, es decir, que dado un cuadrante ecuatorial, bastará fijarlo perpendicularmente al plano horizontal y á la línea meridiana, para tener un cuadrante vertical, que para el uso deberá tener dos caras, una expuesta al N. y la otra al S. Más para construirlo sobre un plano horizontal, tendrán que verificarse las siguientes condiciones: el gnómon situado perpendicularmente al plano, coincidirá con el plano del ecuador, y la línea equinoccial pasará por su pié: 2º la proyeccion de las líneas horarias no será otra cosa que séries de puntos que se alejan del vértice del gnómon por ambos lados, formando án-

gulos crecientes en proporcion aritmética cuya razon sea 15°,3°. Siendo = 0° el ángulo de altura del polo sobre el horizonte, el centro del cuadrante se hallará á una distancia infinita, y de consiguiente, las líneas horarias que pasan por los puntos de proyeccion, serán paralelas entre sí y á la línea meridiana y perpendiculares á la línea equinoccial. En efecto, sea MO el gnómon (fig. 104); por su pié en




M trázese la línea EE′ perpendicular á la línea meridiana MN; como esta línea representa la interseccion del plano ecuatorial con el horizontal, será la equinoccial. Haciendo centro en el vértice O del gnómon, descríbase con un radio cualquiera un círculo: divídase éste de 15° en 15° por la parte inferior, empezando por el gnómon á uno y otro lado: únanse estos puntos con el centro O, prolongando los radios hasta encontrar la equinoccial en los puntos I, II. III, XI, X. Trazando sobre dichos puntos las perpendiculares *ab*, *cd*, *ef*, *gh* etc., quedarán marcados sobre el cuadrante horizontal las líneas horarias. Para hallar los límites de la sombra en los solsticios al medio dia, bastará tomar sobre la equinoccial una cantidad MIX = MO, y formando un ángulo MIXP = 23°,28′, el punto P indicará dicho límite, debiendo ser al otro lado MQ = MP. Los demás puntos de las hipérboles se hallarán segun el método indicado anteriormente en el núm. 157. En este cuadrante, por cuanto la mínima distancia zenital del sol en el dia de los equinoccios es = 0°, el gnómon no proyectará sombra alguna al medio dia.

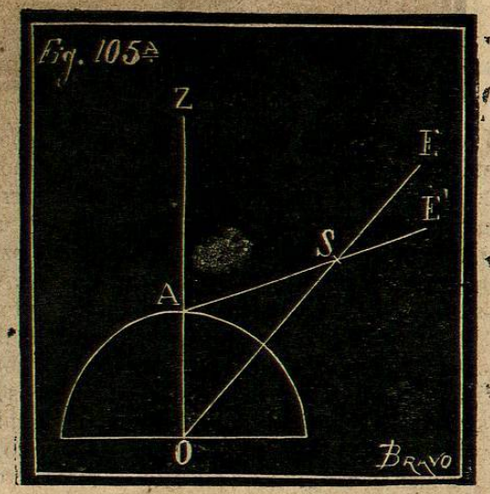
---



# CAPITULO III.

## Distancia del Sol á la tierra.

### § 1.

### Paralaje.

160. Para conocer la distancia de las estrellas, dijimos que era necesario averiguar la paralaje anual; así mismo, para conocer la distancia del Sol á la Tierra es preciso hallar el ángulo de paralaje, aunque sea de diferente especie. Veamos en qué consiste. Llámase paralaje el cambio de posicion que sufren los objetos celestes por el cambio de posicion del observador en la superficie de la tierra. Sea un observador en O (fig. 105) que dirija la visual á un objeto S; este se verá en la prolongacion y direccion de la línea OS en E. Si el observador, cambiando de posicion pasa al punto A, el lugar en donde aparentemente verá el objeto S, será en E. Este fenómeno es el mismo que se verifica cuando, pasando nosotros de un punto á otro, nos parece que cambian de lugar los objetos cercanos con relacion á los que están más lejos. El ángulo que forman las dos visuales en este cambio de posiciones ESE′ = ASO se llama *paralaje*. Es claro que la paralaje varía: 1º variando la posicion del observador: 2º variando la distancia del objeto. Si suponemos á dos observadores, uno en el centro O de la Tierra, otro en la superficie A, que observen al mismo tiempo el ob-