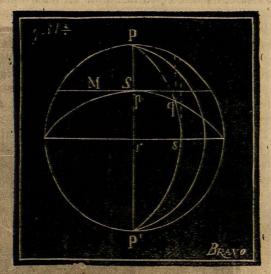
nor que un grado. De este modo al movimiento del sol en longitud

corresponden arcos más pequeños en ascension recta hácia los equinoccios, y más grandes hácia los solsticios, aun suponiendo circular á la órbita del sol; que si se la considera, como es en realidad, elíptica, la diferencia será mayor. Para que los dias solares fueran iguales entre sí, deberia el sol describir con movimiento uniforme el mismo círculo ecuatorial, que es lo que supo-

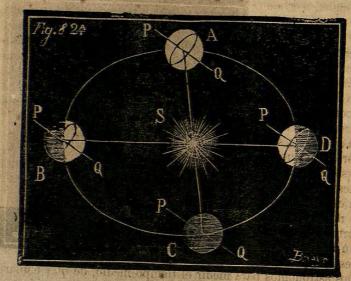


nen los astrónomos para medir el tiempo medio, de que hablaremos en el Cap. II § 2. El arte el rod ameril el aredroed, rolas

less lo contrario en el hemisferio opuesto, ha cuanto a hiser i

and some tank of the construction is a series of the construction as the construction is a series of the construction.

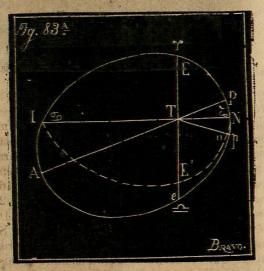
129. La inclinacion del eje de la Tierra sobre su órbita, dá lugar á diferentes posiciones que puede tener el sol, con relacion á los puntos del globo terrestre. Vimos en el § 2 del libro anterior, cómo en el movimiento anual de la tierra, conservando el eje constantemente la misma direccion, se halla sensiblemente paralelo á sí mismo, y dá orígen á la diferencia de duracion de los dias y de las noches. Ahora, este mismo paralelismo dá lugar á la variedad de las estaciones. Sea S el sol [fig 82], A, B, C, D, cuatro posiciones de la Tierra en su órbita, de las cuales A y C corresponden á los equinoccios de Marzo y Setiembre, B y D á los solsticios de Junio y Diciembre. El eje de la tierra está representado en las cuatro posiciones por la recta PQ, que se conserva siempre paralela á sí misma. La diferencia de las estaciones depende de dos causas, á saber, del mayor ó menor tiempo que el sol está sobre el horizonte de un lugar, y de la diferente exposicion del lugar á los rayos solares. En cuanto á la primera causa, ya hemos dicho [Lib. III Cap. I § 29] en qué consiste la desigualdad de los dias, y por lo tanto, permaneciendo el sol más tiempo sobre el horizonte de un lugar en un hemisferio, mayor



cantidad de calor absorberá la Tierra por la irradiacion solar, verificándose lo contrario en el hemisferio opuesto. En cuanto á la segunda causa, sabemos que cuanto más directos caen los rayos caloríficos sobre un punto, tanto mayor será su temperatura. Si fijamos una mirada en las cuatro posiciones de la tierra en A, B, C, D, veremos que los rayos directos del sol no caen siempre sobre un mismo punto, sino que la direccion de estos rayos forma un ángulo más 6 menos grande con la direccion del eje PQ. Hallándose la tierra en A, los rayos solares caen directamente sobre el ecuador, y su dirección forma con el eje de la Tierra un ángulo de 90°; en este caso, para los dos hemisferios, siendo los dias iguales á las noches, no solo dura el sol sobre el horizonte 12 horas justas para todos los puntos del globo fuera de los polos, sino que para latitudes iguales los rayos caloríficos caen con la misma oblicuidad, la cual es tanto mayor, cuanto mayor es la latitud del lugar de que se trata. Habrá entonces primavera para un hemisferio, supongamos boreal, y otoño en el austral. Si la tierra pasa á la posicion B, la distancia polar del sol con respecto al hemisferio N. es menor que 90° y los rayos solares caen directamente sobre el trópico del Cáncer, mientras que son muy oblícuos con respecto al trópico de Capricornio, en este caso será verano en el hemisferio boreal, é invierno en el austral. En la posicion C de la Tierra, como los rayos solares caen de nuevo directamente sobre el ecuador, se verificarán los mismos fenómenos que en la posicion A, con la diferencia que, si en A era primavera para el hemisferio boreal, y otoño para el austral, en la posicion C se verificará el órden inverso. Pasando finalmente la tierra á la posicion D, todos los fenómenos de la posicion B se verificarán en sentido inverso, habrá, pues, en dicha posicion invierno en el hemisferio boreal, y verano en el austral. En efecto, la distancia polar del sol con relacion al hemisferio N. es mayor que 90°, mientras que para el austral es mucho menor. De modo que la diferencia de las estaciones depende de la mayor ó menor distancia polar del sol con respecto al polo de cada uno de los hemisferios.

130. La igualdad de los grados que recorre el sol para pasar de un trópico á otro, y volver despues al primero en un año, podria hacer creer que la duracion de cada estacion es de un mismo número de dias, pero no es así. Estando la Tierra en T [fig. 83], la línea

de los equinoccios ? = está representada por la línea Ee, la de los solsticios por IN, y la de los ápsides por AP. Con la simple inspeccion de la figura se vé claro que la elipse está dividida en cuatro partes designales á causa del movimiento de la línea de los ápsides AP, de la cual hablaremos en el párrafo siguiente. Y como á cada una de estas partes correspon- " de una estacion, tambien la duracion de las estaciones será desigual.



En efecto, la parte ETN que corresponderia al verano en el hemisferio austral, es más pequeña que NTe, y menor áun que las otras dos ETI, ITe. Trataremos de probarlo. Sabemos que los radios vectores van siendo siempre mayores, cuanto más se alejan del perigeo. Ahora, si tomamos un radio vector Tp que forme un ángulo NTp = PTN, y suponemos que se dobla la figura por la línea de los solsticios, el radio TP caerá sin duda sobre Tp, por ser los ángulos iguales, el punto E caerá en E', pero la estremidad P del radio vector TP no podrá caer sino en n, por ser más pequeño que Tp; de consiguiente,

toda la área ETN coincidirá con el área E'TN, pero como E'TN < eTN, se sigue que nuestro invierno será más corto que el otoño representado por el área eTN. Con un raciocinio análogo podria demostrarse que ETI < ITe y NTe < eTI, es decir, que para el hemisferio boreal la estacion más corta es el invierno; siguen despues por órden el otoño, la primavera, y el verano. La duracion en dias es como sigue:

Hamisterio boresi. Hemisterio austral

Invierno.—Verano,
O t o ñ o.—Primavera,
Primav³.—Otoño,
Verano.—Invierno.

89°, 1 , de 21 de Dic. á 21 de Marzo.
89°, 17°, de 21 de Set. á 21 de Dic.
92°, 22°, de 21 de Marzo á 21 de Junio.
93°, 14°, de 21 de Junio á 21 de Set.
363°, 54° = 365°, 6°.

. Alina, pero no es asia Estando la Tierra en T ling 301.

es al lumistation N es mayor que (A)

9 5.

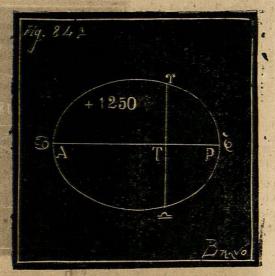
Movimiento del perigeo.

131. La designaldad de las estaciones no es siempre la misma, ni tiene siempre cada una de ellas el mismo número de dias ó de horas. Siendo el valor de la longitud del perigéo solar el que indica la posicion del eje mayor de la elipse, basta comparar el valor de estas longitudes obtenidas en épocas muy distantes entre sí, para reconocer que el perigéo cambia de posicion. Así, en 1690 la longitud del perigeo era = 277°,35′,31″, y en 1775 era = 279°,3′,17″. Luego en todo este intervalo ha variado el eje mayor 1º,27'46", ó sea 5266," lo que dá en término medio 61",9 por año. Si este aumento fuera solo de 50",2, cantidad que el equinoccio retrógrada, podria concluirse que el perigeo conserva siempre el mismo lugar con relacion á las estrellas, y este movimiento deberia atribuirse únicamente al del equinoccio. Pero la longitud del perigéo vá aumentando cada año 11",7 por año con movimiento directo, y segun el órden de los signos. Ahora, fácil es formarse una idea de la diferente duracion de una misma estacion en épocas muy distantes entre sí. El año de 1250 de la era cristiana el perigéo coincidia con el solsticio de Junio, y la línea de los ápsides, coincidiendo con las de los solsticios, era perpendicular á la línea de los equinoccios; en esa época, pues la duración de la primavera era igual á la del verano, y el otoño igual al invierno, va que las áreas ETN, NTe eran iguales, como

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

tambien era ETI-ITe. La fig. 84 representa la posicion de la línea

de los ápsides en dicha época. Remontándose más lejos, puesto que el perigeo solar se mueve en una cantidad siempre igual, se llega á una época en que la línea de los ápsides coincide con la de los equinoccios y el perigeo solar con el equinoccio de libra, como lo representa la fig. 85. El número necesario de años para que se verificara esa posicion es de 5735, ó lo que es lo mismo 4000



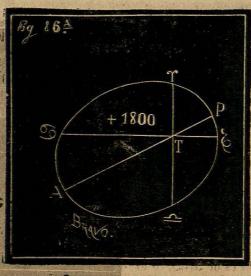
años antes de la era cristiana, época en que la mayor parte de los cronólogos fijan la creacion del hombre sobre la tierra. Entonces la

statul da duración del verano y 4.85A 4000

del otoño eran iguales, como tambien la del invierno y la primavera. Actualmente la posicion de la elipse solar es tal cual la representa la fig. 86. El ángulo PTN que forma la línea de los ápsides con la línea de los solsticios, á principios de 1800 era de 10°,538, v los intervalos de las estaciones expresadas en dias solares medios. tenian los valores siguientes: Del solsticio de Diciembre al equi-

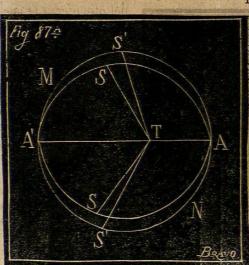
noccio de Marzo 89°,071. Del equinoccio de Setiembre al solsticio de Diciembre 89°,699. Del equinoccio de Marzo al solsticio de Junio 92°,905, y del solsticio de Junio al equinoccio de Setiembre 93°, 565. Mientras el

perigéo queda á un lado del ecuador, el otoño y el invierno juntos serán más largos que la primavera y el verano. En este siglo la diferencia es casi de siete dias. Estos intervalos llegarán á ser iguales por los años de 6485, cuando el perigéo vuelva á coincidir con el equinoccio de aries, si- 3 guiendo despues el mismo período.



Ecuacion del centro.

132. Describiendo el sol una órbita elíptica como lo hemos de-



mostrado, su velocidad no es uniforme. Tratemos de avaluar la diferencia de esta variacion en los diversos puntos de la 6rbita. Para esto supongamos un sol imaginario que gire con movimiento uniforme al rededor de la tierra, cuvo centro coincida con el centro de la elipse al mismo tiempo que el sol verdadero describe la elipse con movimiento variado. Por el punto A [fig. 87], extremidad del eje mayor, pasen

juntos el sol verdadero y el ficticio. La longitud de este, creciendo

proporcionalmente al tiempo, será diferente de la longitud del sol verdadero en cierta cantidad periódica de más ó de ménos; la longitud del sol ficticio ó supuesto se llama longitud media, y la cantidad periódica ecuacion del centro. Sea AS la longitud del sol verdadero, y AS' la longitud media, será AS—AS' la ecuacion del centro, la cual del perigéo al apogéo es positiva, porque el sol verdadero se adelanta, y del apogéo al perigéo es negativa, porque el sol verdadero se atrasa con relacion al sol supuesto. La ecuacion del centro es nula dos veces al año, en el perigéo y en el apogéo. Su valor máximo es = 1°,55',53". El ángulo que el radio vector TS forma con el eje mayor TA y que determina el valor de la longitud por el lado del perigéo, se llama anomalía media con respecto al sol ficticio, y anomalía verdadera con respecto al sol verdadero. Los astrónomos se valen mucho de esta anomalía media para la medida del tiempo medio.

Fight attitum on an emat office in the central country were conlighted at observe to solventum for the observer with an 200

Variaciones del diametro aparente del sol.

133. Puesto que la naturaleza de la órbita descrita por el sol es tal que este no conserva siempre la misma distancia á la Tierra, se sigue que, comparando las observaciones hechas en el curso de un año sobre la magnitud del disco solar, éste no presenta siempre el mismo diámetro. La diferencia nace de la excentricidad de la elipse solar, pues el radio vector en el perigéo es menor que el radio vector en el apogéo. La diferencia; sin embargo, no pasa de 0°,1',04",6, pues siendo el diámetro aparente del sol cuando llega á su valor máximo hácia el 31 de Diciembre = 0°,32',33",6, y cuando llega á su mínimum el 2 de Julio, = 0°,31',31", el término medio será =0°, 32',03". Como el diámetro aparente de un astro varía en razon inversa de la distancia, si se supone la distancia doble, el diámetro será la mitad; puesto pues que el diámetro aparente del sol varía en ½ de la distancia media, tomando por unidad su distancia media á la tierra, la distancia mínima será =0,98321y la máxima =1,01679.

∮ 8.

Año trópico, sideral, anomalístico.

134. Siendo elíptica la órbita que describe el sol en un año, el principio de este movimiento anual puede determinarse con relacion á varios puntos, de modo que hay varias especies de años, segun el

punto de donde se parte. Tres son generalmente los puntos que pueden tomarse como principio y orígen del año: 1º una estrella cualquiera, 2º el equinoccio, 3º el perigéo. En el primer caso, el intervalo de tiempo que emplea el sol partiendo de una estrella fija para volver á la misma, se llama año sideral y consta de 365ª, 6ª, 9ª, 9. En el segundo caso, el tiempo que emplea el sol partiendo del equinoccio de Aries para volver al mismo se llama ano trópico. La retrogradacion de los equinoccios [véase el Lib. I cap. III § 3], hace que esta especie de año sea más corto que el sideral, pues como homos visto, el sol llega al equinoccio antes de completar su revolucion sideral; así es que el año sideral excede al trópico en el tiempo empleado por el sol en recorrer el arco de 50",25 que retrograda el equinoccio, y es de 20th, 19th, 9 [1] lo que hace que la duracion del año trópico sea = 365⁴,5⁵,28ⁿ,49^s,7. En el tercer caso, si se considera el tiempo empleado por el sol desde que parte del perigéo, hasta que vuelve al mismo, se tendrá un intervalo de tiempo que se llama año anomalístico. Como el perigéo tiene un movimiento directo de 11",7 por año, cuando el sol partiendo del perigéo ha completado su revolucion sideral, tiene todavía que describir un arco de 11",7 para llegar de nuevo al perigéo, empleando en esto 4ª,39,9: por lo tanto, añadiendo este tiempo al año sideral, se halla que el año anomalístico es el más largo de todos y consta de 3654,61,131,49,3. [2].

9 9. Calendario.

135. Comparando entre sí dos equinoccios observados en épocas muy distantes, haciendo la suma de los dias y de las horas recorridas entre las dos observaciones, y dividiéndolas por el número de vueltas ejecutadas por el sol en la esfera celeste, hallaron los antiguos, que la duración del año era de 365½. Empero Hiparco se apercibió de que dicha duración era demasiado grande, y Tolomeo

⁽¹⁾ No debe causar embarazo el que el sol recorra los 50",25 en 20",19, 9, pues no se trata aquí del movimiento diurno, en que el sol recorre 15° por hora, sino del movimiento anual en que recorre 59' en 24 horas.

⁽²⁾ Como el dia sideral es más corto que el solar, resulta que 365 \ddagger dias solares equivalen á 366 \ddagger dias siderales pues que un dia solar= $\frac{366\ddagger}{365\ddagger}$ =1,00273=

^{= 1&}lt;sup>d</sup>, 3^m, 56^s,5 sideral. El sol, pues, en un año ha dado una vuelta ménos que las estrellas en su movimiento diurno del mismo modo que un viajero que marcha en sentido contrario á la rotacion de la tierra, se halla con un día de ménos al concluir su viaje.