

	Años del Mando	Años de N. S. J. C.
7.º La reina Xiutlalcizin reinó cuatro años, pero los nobles gobernaron los 48 años restantes de su periodo, que acabó el año <i>T. VII Acatl.</i>	5324	1003
8.º Tepancaltzin....." " " "	5376	1055
9.º Topiltzin murió el año <i>T. II Tecpatl</i> , después de haber reinado 21 años.....	5397	1076

Clavigero, (Hist. Ant. de Méx. T. I. Lib. II.) dice que la muerte de Topiltzin fué probablemente el año 1052 de nuestra era; pero él confunde la computacion azteca con la de los toltecas, puesto que el año 1052, segun la tabla que anteriormente hemos dado del siglo mexicano, es el *A. II Tecpatl.*

37. De lo dicho hasta aquí se infiere que entre la fundacion de la monarquia tolteca acaecida el año del mundo 4960 y la fundacion de la primera monarquia en la Tlapallan asiática ó Idumea acaecida el año del mundo 2445 hay un espacio de 4960-2445=2515 años. Este es precisamente el número de años que abraza el reinado de los monarcas chichimecas, que D. Manuel Payno designa en su catálogo núm. 1, bajo el nombre de *Reino de Huehueltapallan*, al fin de su obra ya citada.

Observaremos finalmente, para concluir este capítulo, que si de los 2868 años del mundo en que resulta acaecida la suspension del sol, de la cual han dado testimonio los antiguos habitantes de nuestro suelo, quitamos los 2828 que iban trascurridos cuando los Israelitas salieron de Egipto, tenemos que esa suspension tuvo lugar el año 40 de la salida de Egipto, y por consiguiente fué cuando á la voz de Josué el sol suspendió su carrera. (1)

CAPÍTULO VIII.

ÓRBITA TERRESTRE.—NUTACION.—PERIGEO SOLAR.
OBLICUIDAD DE LA ECLÍPTICA.

38. Supusimos, (10) para deducir la duracion del año anomalístico aparente, que la tierra se movia uniformemente, siguiendo la circunferencia del ecuador celeste. Mas esto no tiene lugar, y vamos ahora á manifestar de que modo se verifica el movimiento desigual del globo terrestre en derredor del sol. Primeramente tomemos el complemento aritmético de las últimas siete cifras de la cantidad [h] del párrafo [16],

[1] Jos. X, 13.

y dividámosle por 10, y será..... = 5865,354
Tomemos [d] del párrafo [22], y sumando, y $\frac{26,54336}{10}$
partiendo en seguida por 10,¹⁵ será: 0,0000000000589189736
Últimas diez cifras de $2^{-25} \times 10^7$
del párrafo [9] = 0,000000003876953125

Dif. = $\frac{0,00000000387106122764}{10}$
Sumemos esta diferencia con la [d'] del párrafo [18] partida por 10 que será: 0,000000004433097802 y con [n] del párrafo [23] partida por 10⁵ = 0,00000000752549779885

La suma [a]..... = 0,00000001587965682849
restémosla de [o] del párrafo [23] partida por 10,⁸ y tendremos:
 $\frac{[o] [23]}{10^8} = 0,00533026307827798263$

(a) = 0,00000001587965682849
Diferencia = 0,00533024719862115414
Sumando en fin con el duplo de la relacion del diámetro á la circunferencia, que es..... 6,283185307179586476925

Tendremos la cantidad [b] = 6,288515554378207631065
Podemos ahora con esta suma circunscribir al círculo ABCD, (Fig. 4.º) un polígono de 365,260949332 lados, ó sea de tantos lados como dias solares medios tiene el año anomalístico aparente determinado ya, (10) cuyos lados serán por lo mismo tangentes todos á la misma circunferencia. Mas si en lugar de suponer el polígono regular, é iguales dichas tangentes en derredor del círculo, las hacemos decrecientes de A á C en progresion aritmética hacia una y otra region del plano de la órbita, entonces el perímetro de dicho polígono estará expresado por la suma de dos progresiones aritméticas de las que el número de términos será la semirevolucion anomalística aparente 182, 630474666. Tendremos pues:
 $2S = (a+l)n = 6,288515554378207631065 = (b)$ anterior.
y $(a+l) = \frac{6,288515554378207631065}{182,630474666} = 0,0344330023,$

quedando una resta de 0,000000000153737899265. Pero si en el divisor corremos la coma á la derecha los nueve lugares que ocupan las decimales, y multiplicamos el dividendo por mil millones de minutos ó por 1000000000, el cociente será el mismo, y la resta se convertirá en 0,153737899265 [c.]

Tenemos pues la suma del primero y último término en
 cada una de las dos progresiones = 0,0344330023.
 Pero el mayor por lo dicho en el párrafo (18) es 0,0177950475.

Luego el menor será 0,0166379548 =
tang. 57°-11,"5. Así el máximo movimiento angular diurno apa-
 rente de la tierra en el perihelio es de 1°-1'-10,"1 y el míni-
 mo de la misma en el afelio de 57°-11,"5. (1) Por tanto pode-
 mos ya señalar dentro del círculo ABCD la ruta de la tierra
 en su revolución anual. Para esto coloquemos en A la extre-
 midad de la tangente mayor hacia una y otra región del plano
 de la órbita, y tiremos á las otras extremidades las secantes
Oa, Ob. Despues, por los puntos de interseccion de estas secan-
 tes con la circunferencia levantemos perpendicularmente á
 ellas las tangentes que siguen, por su orden, en las progresio-
 nes dichas, y uniendo sus extremidades con el centro, y tiran-
 do así sucesivamente por los puntos de interseccion con la
 circunferencia las tangentes correspondientes, habremos colo-
 cado al rededor del círculo ABCD tantas tangentes como
 dias solares medios tiene el año anomalístico aparente, tan-
 gentes cuya suma es el perímetro del expresado polígono
 circunscrito, que hemos marcado arriba (b). Finalmente por el
 punto P que es el perihelio tiremos *cd* paralela á *ab*, y ti-
 rando así sucesivamente por los puntos de interseccion con
 las secantes, líneas paralelas á las tangentes respectivas, ten-
 dremos en el interior del círculo la figura cerrada *cdefg etc.*
 que será la eclíptica ú órbita terrestre, cuyo plano si hace-
 mos que corte al del círculo ABCD segun la línea E F que
 representa la primitiva línea de los equinoccios, el ángulo
 formado por ambos planos expresará la oblicuidad de la e-
 clíptica. Las líneas *Pd, dc, cf etc.* que forman este polígono
 interior son las resultantes diurnas de las dos velocidades, la
 centrípeta que obra siempre hácia el centro en la direccion
 que marca cada una de las secantes, y la centrífuga que obra
 hácia el exterior de la figura y en la direccion correspondien-
 te segun lo dicho (19) para que se tenga siempre la fórmula
 $\cos. oblic. = \frac{3055050701 + 3781T}{3356063200}$; cuya velocidad puede seña-

larse constante para cada dia por las rectas *Pb, dd' cc'.* &

(1) Estos son en efecto los movimientos que da la observacion
 de la marcha aparente del sol en su perigeo y apogeo. (Véase Briot
Leçons de Cosmographie, pag. 71, y Man. de Astron. pop. pag. 113)

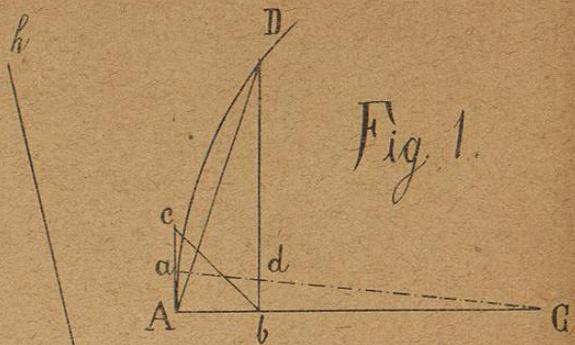
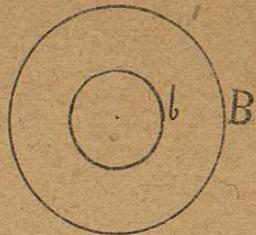


Fig. 1.

Fig. 2.



B

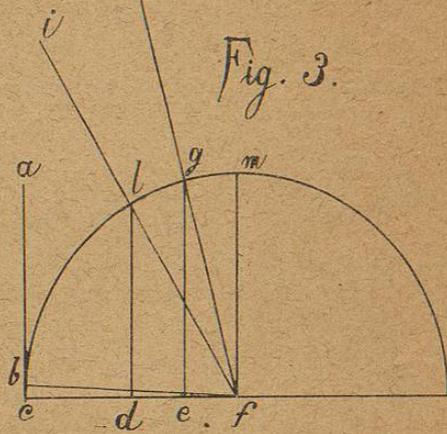


Fig. 3.

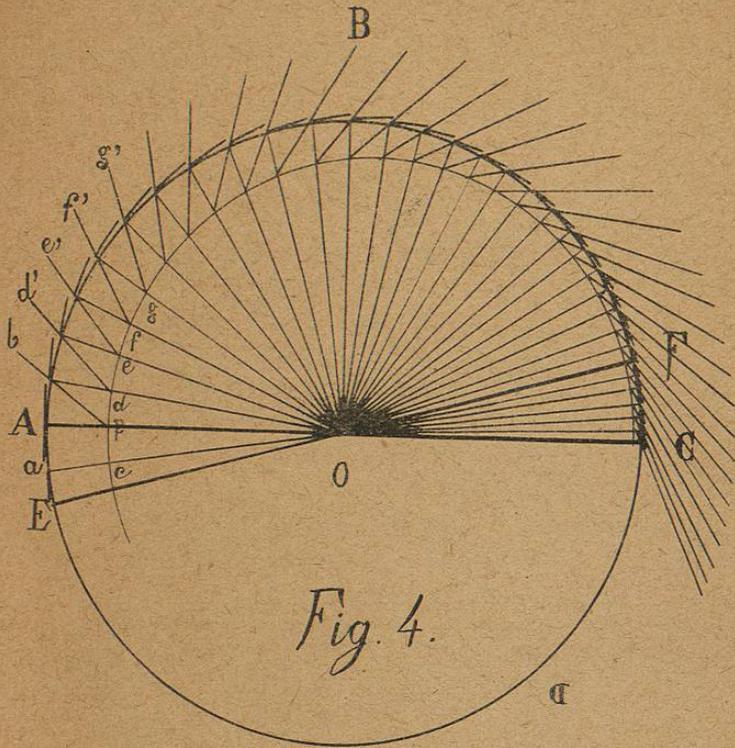


Fig. 4.

39. Si reducimos á segundos la resta $0',153737899265$ que hemos marcado arriba (c), y de ella restamos el aumento anual de la precesion de los equinoccios, que es de $0'',00026427088$ segun lo dicho (10), tendremos:

$$(c) \times 60 = 0',153737899265 \times 60 = 9'',2242739559$$

$$\text{Aumento de la precesion anual} = 0'',00026427088$$

$$\text{Dif.} = 9'',22400968502$$

Esta diferencia es lo que se llama la *constante de la nutacion*, y que los astrónomos explican por un balanceo del globo de la tierra, admitiendo que la extremidad de su eje describe en 18 $\frac{1}{2}$ años una pequeña elipse, cuyo centro gira en derredor del polo de la ecliptica recorriéndole uniformemente en un espacio de 25800 años. Brünnow (*Astron. Spher.* pag. 165) hace esta *constante de la nutacion* de $9'',224$.

40. Para saber la longitud del perigeo solar, primeramente veremos cual fué la longitud primitiva del apogeo. Duplicando (d) del párrafo 11 y partiendo por 10^9 , se tiene:

$$2d = 0,053211271168$$

$$\times 10^9 = 53211271,168$$

La cantidad (c) del párrafo 17 multiplicada por 10^{13} = $0,246666666666$

Suma = $0,299877937834$

El duplo de (d) del párrafo 16, partido por 10^{10} = $922,253211271168$

Difer. = $921,953333333334$

$15^\circ 21' 57'',2000000004$ (a). Esta es la longitud primitiva del apogeo solar en el momento en que la tierra quedó sometida á la fuerza centrífuga, es decir, al empezar el año 1 de la creación ó al terminar las 24 horas primeras en que la tierra se movió impulsada por sola la fuerza centrípeta. Luego la longitud del perihelio en el cual se encontraba la tierra en dicho instante debió ser de $195^\circ 21' 57'',2000000004$

$= 6^\circ 15' 21' 57'',2000000004$ (b). Esta longitud ha venido aumentándose anualmente con la precesion de los equinoccios. Así es que para un año cualquiera de la creación, se tendrá llamando L y L' la longitud del apogeo y del perigeo solar:

$$L = 15^\circ 21' 57'',2000000004 + P$$

$$L' = 6^\circ 15' 21' 57'',2000000004 + P$$

donde P expresa el movimiento total de la precesion de los equinoccios. Mas este movimiento total, segun lo dicho (24), no viene á ser mas que la suma de todos los términos de la pro-

gresion misma que indicamos allí, de los cuales cada uno expresa la cantidad de la precesion correspondiente á cada uno de los años transcurridos del mundo. Por lo que empleando la fórmula que sirve para hallar la suma de todos los términos de una progresion aritmética, llamando P á esta suma, la fórmula será: $P = \frac{(a+l)n}{2}$, en la que a expresa la precesion

primitiva marcada (g) del párrafo [23], = 48", 60718819288, l la del año de que se trata, calculada por la fórmula $l = a + r(n-1)$, y n el número de años transcurridos de la creacion del mundo. Conocido así el valor de P, sabremos la longitud del apogeo ó del perigeo solar para un año cualquiera de la creacion.

Ejemplos.

Primero. Pídesse la longitud del apogeo solar al fin del año 1515 de N. S. Jesucristo.

Para el fin de este año que es el (4321 + 1515) ó sea el 5836 del mundo se tiene: precesion = $l = a + r(n-1)$
= 48,60718819288 + 0",00026427088 × 5835 = 50",14920877768,
 $P = \frac{(a+l)n}{2} = 98",75639697056 \times 2918 = 288171",16636009408$

= 80° 2' 51", 16636009408, y la longitud del apogeo será:
 $L = 15° 21' 57", 20000000004 + 80° 2' 51", 16636009408 =$
= 95° 24' 48", 36636009412. Segun Copérnico, nada era mas difícil en su tiempo que el conocimiento del lugar del apogeo solar, porque de cantidades bastante grandes se concluian cantidades casi insensibles. Este astrónomo en 1515 encontró el apogeo en 96° 4'. [1] El error era de 39' 11" por exceso.

Segundo. Pídesse la longitud del perigeo solar al comenzar el año 1690 de nuestra era. Tendremos procediendo como en el caso anterior, $l = 50", 1951919108$; el movimiento total de la precesion $P = 82° 28' 21", 15221155844$; y la longitud del perigeo $L' = 277° 50' 18", 35221155844$. Flamsteed en el año de 1690 halló la longitud del perigeo solar de 277° 35' 31", [2] El error era de 14' 47" por defecto.

Tercero. Pídesse la longitud del apogeo del sol para el fin del año 1740. Tendremos, como precedentemente lo hemos hecho, $l = 50", 20866972568$; $P = 83° 11' 1", 45742210608$. En 1740 encontró J. Cassini el lugar del apogeo solar en 98°

(1). Delambre, *Astron. Moder. liv. II, pag. 109 et 112.*

(2) Manual de Astron. Popular, por D. Antonio M. de La Madrid, Cap. VI, pag. 139.

45' 20". (1). El error en este año era de 12' 22" por exceso.
Cuarto. Pídesse la longitud del apogeo del sol al empezar el año 1749. Hechas las operaciones, se tiene la precesion $l = 50", 21791920648$; $P = 83° 17' 43", 1362937532$; y el lugar del apogeo $L = 98° 39' 40", 33629375324$. La Caille encontró para el principio de 1749 el apogeo solar en 98° 39' 40", (2). No hay pues error en las observaciones de La Caille respecto al lugar del apogeo solar.

Quinto. Por último si se pide el lugar del perigeo del sol para el fin del año 1775, resultará la precesion
 $l = 50", 21791920648$; el movimiento total del equinoccio $P = 83° 40' 18", 92735324928$; y el lugar del perigeo solar, $L' = 279° 2' 16", 12735324932$. Delambre en 1775 encontró la longitud del perigeo solar de 279° 3' 17". (3). Dice Mr. Delambre [4], que ha hecho el movimiento anual del apogeo de 61", 9, á diferencia de La Hire que le hace de 62"; y esto á nuestro juicio es lo que constituye su principal error. Pues de este lugar se infiere que Mr. Delambre, para obtener dicho movimiento anual, comparó sus propias observaciones con las de Flamsteed, cuyo error como hemos dicho anteriormente era de 14' 47"; toda vez que la diferencia entre ambas longitudes observadas, que es de 1° 27' 46", repartida entre 85 años que es el intervalo, da para el apogeo un cambio anual de 61", 9. Semejante error, que apenas seria sensible, si la comparacion hubiera sido hecha con las observaciones de La Caille, subsiste hasta hoy en toda su magnitud, como mas delante tendremos lugar de comprobarlo. El perigeo solar no tiene pues mas movimiento que el de la precesion de los equinoccios, y habiendo sido su longitud primitiva de 6° 15' 21" 57", 2, la creacion del mundo se ha verificado en otoño, estando el perigeo solar en el signo de Libra, y esto es conforme con lo que afirman los Hebreos, los Ismaelitas, los Caldeos y los Arabes [5].

41. Queda dicho (19) que la oblicuidad primitiva de la eclíptica fué de 24° 27' 7", 6. Podemos ahora aplicar la fórmula (M) que hemos dado en dicho párrafo para determinar en cualquier tiempo dicha oblicuidad, sustituyendo en lugar

(1) Delambre, *Astron. Moder. Tom. II, Liv. XVI, pag. 769.*

(2) Delambre, *Astron. au dix-huitieme siècle, livre VI, pag. 472.*

(3) Manual de Astron. Pop. Cap. VI, pag. 139.

(4) Delambre *Astron. Moder. tom. II, pag. 666.*

(5) Vease el mismo *Astron. du Moyen age, pag. 435.*

de T el número de años transcurridos de la creación del mundo. Sea pues la fórmula $\text{Cos. Oblic.} = \frac{3055050701 + 3781 T}{3356063200}$ y apliquémosla á los siguientes

Ejemplos.

Primero. Pídesse la oblicuidad de la eclíptica para el año 1100 antes de N. S. Jesucristo. Este año fué el 4321. $1100 = 3221$ y los años del mundo transcurridos eran 3220. Por lo que será: $\text{Cos. Oblic. para el año 1100 antes de N. S. J.} = \frac{3055050701 + 3781 \times 3220}{3356063200} = \text{cos. } 23^\circ - 56' - 42''$.

II $\frac{3055050701 + 3781 \times 3220}{3356063200} = \text{cos. } 23^\circ - 56' - 42''$
Tchen Kung en China hacía el año 1100 antes de N. S. Jesucristo observó la oblicuidad de la eclíptica de $23^\circ - 54'$. [1]. Mr. Delambre hablando [2] sobre la incertidumbre de estas observaciones antiguas, dice: *nosotros seríamos muy felices si estuviésemos seguros de 3'*. El error, que la fórmula que aplicamos, acusa en la observación de Tchen Kung, no llega como se ve á 3'; él es de $2' - 42''$ solamente, por defecto.

Segundo. Pídesse la oblicuidad de la eclíptica para el año 250 antes de nuestra era. Ese año fué el 4321. $250 = 4071$ del mundo, para el fin del cual se tiene: $\text{cos. oblic.} = \frac{3070443152}{3356063200}$

$\text{cos. } 23^\circ - 48' - 36''$, 4. Pitheas en Marsella el año 250 antes de nuestra era halló la oblicuidad de $23^\circ - 49'$ [3]. El error de Pitheas era de $23''$, 6 por exceso.

Tercero. Pídesse la oblicuidad para el año 629 de nuestra era. Al empezar este año iban transcurridos $4321 + 628 = 4949$ años de la creación. Por lo que será $\text{cos. oblic.} = \frac{307376287}{3356063200}$

$\text{cos. } 23^\circ - 40' - 6''$, 6. En 629 Litchanfong halló en Singanfú (China) la oblicuidad de $23^\circ - 40' - 9''$, 5 [4]. El error no era mas de $2''$, 9 por exceso.

Cuarto. Pídesse la oblicuidad para el año 1659 de nuestra era. Se tendrá para el principio de este año: $\text{cos. oblic.} = \frac{30776573}{3356063200} = \text{cos. } 23^\circ - 30' - 8''$, 4. Gabriel Mouton,

- [1] Man. de Astron. Pop. de D. A. M. de La Madrid. p. 137.
 [2] Delambre, *Astron. Ancienne*, tom. I, pag. 393.
 [3] Man. de Astron. Pop. lug. citado.
 [4] Delambre, *Astron. Ancienne*, tom. I, pag. 394.

nacido en Leon de Francia en 1618, niño de coro primeramente, despues vicario de St. Paul, prebendado de la capilla de las Tres Marias, maestro de coro de la misma iglesia y doctor en Teología, de quien dice Mr. Delambre, que era un observador cuidadoso, un buen espíritu y que trabajó en hacerse útil, en 1659 concluyó de sus propias observaciones la oblicuidad de $23^\circ - 30' - 9''$ (1). El error no es sino de $0''$, 6 por exceso.

Quinto. Pídesse en fin la oblicuidad para el año de 1878. Para fin de este año se tiene: $\text{cos. oblic.} = \frac{307848912}{3356063200}$

$\text{cos. } 23^\circ - 28' - 0''$ Briot [2] dice que la observación da pará la oblicuidad de la eclíptica $23^\circ - 28'$. No hay ya error.

42. En todos los ejemplos que hemos puesto hemos considerado como entero el número de años transcurridos de la creación; pero si los valores así del lugar del perigeo solar como de la oblicuidad se pidieren para un día y hora dados de un año cualquiera, el número dado de días, horas &c. se reducirá á fracción decimal de año, y unida esta fracción á los enteros que se tengan, se procederá del modo que dejamos asentado para la aplicación de las fórmulas sobredichas.

CAPÍTULO IX.

VELOCIDAD DE LA LUZ.—MOVIMIENTO ANGULAR MÁXIMO VERDADERO DE LA TIERRA EN EL PERIHELIO.—DURACION DEL AÑO ANOMALÍSTICO VERDADERO.—MOVIMIENTOS VERDADEROS.

43. Para determinar la velocidad de la luz ó la distancia que un rayo luminoso recorre en un tiempo dado, tomemos la mitad de $2^{-25} \times 10^7$ del párrafo [9], y será: $\frac{2^{-25} \times 10^7}{2} = 0,1490116119384765625$

Quitemos las once primeras decimales 0,14901161193
 Quedará... 0,000000000084765625
 Mitad (a) = 0,0000000000423828125

- [1] Delambre, *Astron. Moder.* tom. II, pag. 359.
 [2] *Leçons de Cosmographie* pag. 53. Edition de 1878.