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.

§ 7.

Variaciones del diámetro 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 $\frac{1}{60}$ de la distancia media, tomando por unidad su distancia media á la tierra, la distancia mínima será =0,98321 y 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 365^d, 6^h, 9^m, 9^s. En el segundo caso, el tiempo que emplea el sol partiendo del equinoccio de Aries para volver al mismo se llama *año 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 hemos 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 20^m,19^s,9 [1] lo que hace que la duracion del año trópico sea = 365^d,5^h,28^m,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 4^m,39^s,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 365^d,6^h,13^m,49^s,3. [2].

§ 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 duracion del año era de 365¼. Empero Hiparco se apercibió de que dicha duracion era demasiado grande, y Tolomeo

(1) No debe causar embarazo el que el sol recorra los 50″,25 en 20^m,19^s,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 365¼ dias solares equivalen á 366¼ dias siderales pues que un dia solar $= \frac{366\frac{1}{4}}{365\frac{1}{4}} = 1,00273 =$ $= 1^d$, 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 dia de ménos al concluir su viaje.

fijó la correccion en $\frac{1}{300}$; de modo que en los siglos pasados quedó el valor de la duracion del año en $365^d + \frac{1}{4} - \frac{1}{300}$. Pero por los cálculos de ulteriores observaciones, Bessel lo fijó en $365^d,5^h,4^m,47^s,809$ para el principio de este siglo XIX. Sin embargo, esta duracion no es rigurosamente constante y cada año despues de mil ochocientos debería disminuir en 0.00595. Ultimamente Leverrier dió por valor del año 1860 una duracion de $365^d,5^h48^m,45^s,1$. De esto se infiere que el año está formado de un número exacto de dias enteros, y que debiéndose tomar este periodo por base del año civil, el cual no admite en su cómputo fracciones de dias, se hacen necesarias las intercalaciones, para no tener que contar el principio del año en las varias horas del dia. La regla más sencilla de dicha intercalacion es la que adoptó Julio César, propuesta por el astrónomo Sosígenes, á saber, que cada año comun fuese de 365 dias y despues de tres años, el cuarto fuera de 366. Se determinó tambien que el principio del año trópico se arreglase de modo que el paso del sol por el equinoccio de aries cayese en 21 de Marzo. Para esto fué necesario duplicar el dia 25 de Febrero diciéndose dos veces VI Kal. Mart. *(sexto Kalendas Martias)* de donde se deriva la denominacion de *bisiesto:* por lo tanto, este mes consta de 29 dias cada cuatro años. A no haber intercalacion, se atrasaría el equinoccio un dia cada cuatro años, un mes al cabo de 120 años, y daría la vuelta entera de un año en 1470 años.

136. La correccion Juliana, sin embargo, sin ser del todo exacta, era demasiado importante. En efecto, el año Juliano era de un número de dias $= 365^d,6^h$

el año verdadero es	=	365, 5, 48^m, 37, 81.
la diferencia es	=	+11, 12, 19.
que en 4 años dá un retardo de		44, 48, 76

sobre el sol verdadero; de modo que, en 25 periodos de cuatro años, ó lo que es lo mismo, en 100 años, se tiene un adelanto del lugar verdadero del sol de $18^h,40^m,19^s$. Así pues, como el exceso en el Calendario Juliano es de casi tres dias en 400 años, para corregir este exceso, hubo que suprimir el año bisiesto en cada centenario, admitiéndolo al fin del cuarto siglo. En tiempo del Concilio de Nicea, el año 325, el equinoccio de Aries cayó el 21 de Marzo, pero continuando en contarse los años segun el Calendario Juliano, por el atraso de tres dias cada cuatro siglos, en 1582 el equinoccio vino á caer el 11 de Marzo. Para corregir este error y *establecer* la invariabilidad del equinoccio en 21 de Marzo, á fin de que la celebracion de la Pascua pudiera siempre celebrarse despues del primer plenilunio que cayera despues de dicho equinoccio, Gregorio XIII ordenó que por ese año se quitaran diez dias al mes de Octubre llamando 15 el 5 de ese mes y determinó que en cada siglo no fuera bisiesto el año secular, pero que sí lo fuera cada cuatro siglos. [1] De este modo, compensándose el defecto, el equinoccio de primavera caerá siempre el 21 de Marzo. La regla que se dá para la intercalacion es la siguiente. "Cada año cuyo número es divisible por 4 será bisiesto; será comun de 365 dias, si no es divisible por 4." Así mismo, "cada siglo cuyo año secular no es divisible por 4 será comun de 365 dias, y bisiesto si es divisible por 4." Así siendo bisiesto el año de 1600, no lo son los años de 1700, 1800, 1900, por no ser divisibles por 4 los números seculares de los siglos 17, 18, 19; pero el año 2000, siendo 20 divisible por 4, será bisiesto.

137. La correccion Gregoriana fué adoptada inmediatamente por todas las naciones católicas, y más tarde por los protestantes. Los griegos y los rusos siguen todavía el Calendario Juliano, y el atraso actualmente, con respecto al Gregoriano, es de 12 dias.

138. El periodo de siete dias llamado *semana* y que se encuentra en uso en todos los pueblos, se remonta á la más alta antigüedad, y parece arreglado segun el más antiguo sistema de astronomía. Los dias de la semana llevan en efecto los nombres del sol, de la luna y de los cinco planetas conocidos por los antiguos, á saber: Domingo' el dia del Señor ó del Sol, el Lúnes de la Luna, Mártes de Marte, Miércoles de Mercurio, Juéves de Júpiter, Viérnes de Venus, y Sábado de Saturno.

139. El número de los meses corresponde á los doce signos del zodiaco que recorre el sol en un año, llevando cada mes su propio signo en el órden siguiente:

Marzo, *Aries.*	Julio, *Leo.*	Noviembre, *Arcitenens.*
Abril, *Taurus.*	Agosto, *Virgo.*	Diciembre, *Caper.*
Mayo, *Gémini.*	Setbre., *Libra.*	Enero, *Amphora.*
Junio, *Cáncer.*	Octbre., *Scorpius.*	Febrero, *Pisces.*

(1) El Sumo Pontífice Gregorio XIII encargó el trabajo de la correcion del Calendario á los astrónomos mas notables de aquella época. Entre los comisionados se distinguieron especialmente el Cardenal Sirlet y el P. Cristóbal Clavio, jesuita aleman, el cual escribió sobre el particular un copioso volúmen. Pero la misma comision opinó que se adoptara el método indicado por un médico calabrés de nombre Luis Lilio, por ser el más sencillo y el más fácil el cual, sin embargo, no tuvo la satisfaccion de ver adoptado su método, por haber sido arrebatado por una muerte prematura.

Apéndice para hallar el dia de Pascua.

140. La principal causa de la reforma del calendario Juliano, verificada bajo el Pontificado de Gregorio XIII en 1582, fué la celebracion de la Pascua de Resurreccion en un tiempo fijo. Se sabe que la fiesta de la Pascua debia celebrarse entre los judíos en el dia 14 de la luna de Marzo que era el primer mes del año llamado *Nisan*. Aunque hay duda con respecto al dia correspondiente á nuestro Marzo, lo cierto es, que nuestro Señor Jesucristo celebró la última cena en la 14ª luna segun el rito judáico, y despues de haber padecido y muerto en la cruz, resucitó al amanecer del tercer dia, es decir, el domingo despues de la décima cuarta luna, ó sea despues del plenilunio. En vista, pues, de esto, la santa Iglesia, en memoria de este gran misterio, ordenó se celebrara la Pascua en los tiempos posteriores el Domingo siguiente al primer plenilunio despues del equinoccio de Marzo. Pero hemos visto que este equinoccio, sin la correccion Gregoriana, iba atrasándose más y más y que en 1582 cayó el 11 de Marzo; por lo tanto, era necesario adelantar la Pascua; este adelanto se hubiera poco á poco alejado demasiado del tiempo en que se verificó la resurreccion del Señor, que fué entre Marzo y Abril; por esto fué necesario hacer dicha correccion, para que la celebracion de la Pascua volviese á su lugar. Sin embargo, como no es posible que caiga todos los años en el mismo dia del mes y dependiendo, por otra parte, de la Pascua la celebracion de las otras festividades de la Iglesia, es necesario fijar ante todo el dia de la Pascua para determinar las otras.

141. Para hallar el dia en que cae la Pascua en un año cualquiera, ha sido propuesto por M. Gauss el método siguiente, cuya demostracion se deduce de algunos principios ya expuestos sobre los movimientos del sol, y otros que pertenecen á la luna. Las operaciones puramente aritméticas son las siguientes. Propuesto el año del que debe hallarse el dia de Pascua, bastará:

1º Dividir por 19 el año propuesto llamando a á la resta.
2º Dividir el mismo año por 4 llamando b á la resta.
3º Dividir el mismo año por 7 llamando c á la resta.
4º Dividir [19 a+M] por 30 llamando d á la resta.
5º Dividir [2 b+4 c+6 d+N] por 7, llamando e á la resta.
6º Hágase constantemente M=15 y N=6 en el calendario Juliano, y en el calendario Gregoriano hágase:

Desde	1582	hasta	1699	M = 22	y N = 3
„	1700	„	1799	„ 23	„ 3
„	1800	„	1899	„ 23	„ 4
„	1900	„	1999	„ 24	„ 5
„	2000	„	2099	„ 24	„ 5
„	2100	„	2199	„ 24	„ 6

7º La fórmula general para el dia de Pascua será

$$[22 + d + c] \text{ Marzo}$$

ó lo que es lo mismo $[d + e - 9]$ Abril

Esta regla es general para el Calendario Juliano, pero tiene una excepcion en el Calendario Gregoriano, á saber: si el cálculo dá un número mayor que el 25 de Abril, habrá que restar 7 dias ó una semana, si dá por ejemplo 26, será el 19. Sirvan de ejemplo los siguientes.

Hallar el dia de Pascua para el año de 1886 será:

$$\frac{1886}{19} = \frac{19.99+5}{19} \qquad a = 5 \qquad 19\,a = 95$$

$$\frac{1886}{4} = \frac{4.471+2}{4} \qquad b = 2 \qquad + M = 23 \qquad 118$$

$$\frac{1886}{7} = 7.269 + 3 \qquad c = 3$$

$$\frac{19\,a + M}{30} = \frac{118}{30} = \frac{30 \times 3 + 28}{30} \qquad d = 28$$

$$\frac{2\,b + 4\,c + 6\,d + N}{7} = \frac{188}{7} = \frac{7.26 + 6}{7} \qquad e = 6$$

finalmente (22 + 23 + 6) = 56 Marzo ó sea 25 de Abril
(28 + 6 — 9) Abril = 25 de Abril las dos fórmulas son igualmente seguras.

Para el año 34 de la era cristiana resulta:

$$\frac{34}{19} = \frac{1.19+15}{19} \qquad a = 15$$

$$\frac{34}{4} = \frac{4.8+2}{4} \qquad b = 2$$

$$\frac{34}{7} = \frac{7.4+6}{7} \qquad c = 6$$

$$\frac{19a + M}{30} = \frac{300}{30} = \frac{30.10}{30} \qquad d = 0 \qquad 19a = 285$$

$$\frac{2b + 4c + 6d + N}{7} = \frac{4.7+6}{7} = \frac{34}{7} \qquad e = 6 \qquad + M = 15$$

$$19\,a + M = 300$$

finalmente (22 + 0 + 6) Marzo = 28 de Marzo
(0 + 6 — 9) Abril = 28 de Marzo.

Segun este cálculo, siendo opinion comun que nuestro Señor Jesucristo vivió 33 años completos, celebró la Pascua en el dia aniversario de la Encarnacion y resucitó el 28 de Marzo.

142. Hallado el dia de la Pascua, facil es averiguar en qué dia caerán las otras festividades movibles de la Iglesia, de las cuales algunas caen en juéves, como la Ascencion, 40 dias despues de Pascua, y la de Corpus á los 62 dias, otras caen en domingo como la de Pentecostés á los 50 dias, y la de la Santísima Trinidad á los 57. Las que preceden á la Pascua, son Domingo de Ramos, ocho dias antes de la Pascua, Domingo de Pasion 15 dias antes, y remontándose á los seis, siete, ocho y nueve domingos antes de Pascua, tendremos los domingos 1º de Cuaresma, de Quincuagésima, Sexagésima y Septuagésima. El dia de Ceniza cae el miércoles despues del Domingo de Quincuagésima.

§ 10.

Nocion histórica sobre la division del tiempo.

143. Aunque, como hemos dicho, se halla dividido el tiempo, en años, meses, semanas y dias, sin embargo, no todas las naciones han tenido siempre un mismo modo de contarlos. En general todas han dividido el año en cierto número de dias, pero su forma ha sido muy variable. Los romanos empezaban en Marzo, los judíos que distinguian el año civil y el año religioso, principiaban el año civil desde el plenilunio de Setiembre, cualquiera que fuese el dia en que se verificara; y el religioso desde el novilunio de Marzo. Su duracion, por consiguiente, era de 354 dias ó sea 12 lunaciones justas. Este modo de enumeracion llevaba consigo un error de treinta dias, que los judíos estaban obligados á intercalar cada tres años. Dicho error resultaba de que, siendo verdaderamente el año de 365 dias, los 11 dias sobrantes de cada año, al fin de tres, sumados venian á formar una lunacion entera. Este mismo método usaban los griegos, con la diferencia de que empezaban el año con el novilunio, que se verificaba despues del 21 de Junio que era el dia más largo. Los persas, los medos y otras naciones orientales, empezaban el año con el solsticio de verano, que para ellos era en Junio; de manera que hasta los últimos siglos, cuando el comercio se ha visto florecer entre las naciones, no ha habido ley fija sobre el modo de enumerar los años. Al presente todos los pueblos empiezan el año por Enero, aunque los rusos conservan una diferencia de 12 dias como hemos dicho. A pesar de esta variedad, el año ha sido siempre dividido en doce meses; de manera que un mes era la duodécima parte de un

año, cualquiera que fuese la duracion de este. Así para los romanos que suponian el año de 360 dias, la duracion de un mes era al principio de 30 dias justos; pero siendo realmente la duodécima parte de un año trópico $30^{d},19^{h},9^{m}$, la suma de las fracciones sobrantes en todos los meses fué causa de que se añadiese seis dias más al año, distribuidos de modo que Marzo, Mayo, Julio, Octubre, Diciembre y Enero tuvieran 31 dias; así es que el año venia á tener 366 dias; pero siendo este demasiado, quitaron un dia al mes de Febrero, que era el último del año, y así vino á tener este mes 29 dias.

144. Los nombres de los meses traen su orígen, ya de los dioses, ya de los emperadores, ya del órden de numeracion. Se llamó *Abril* de *aperio* al mes en que abrian las flores su capullo; *Mayo* del dios *Maius*, *Junio* de *Juno:* los meses siguientes se llamaron por el número de órden *Quintilis*, *Sextilis*, *September*, *October*, *November*, *December*. Posteriormente, para honrar á Julio César que reformó el Calendario, el quinto mes *(quintilis)* se llamó Julio, y el sesto *(Sextilis)* llevó el nombre de Agosto en memoria del emperador Augusto, añadiéndose tambien á este mes un dia que se quitó de Febrero. He aquí la razon por qué el mes de Febrero, en los años que no son bisiestos, tiene solo 28 dias. Los otros tres meses, á saber, Enero, Febrero y Marzo, tomaron sus nombres de *Juno*, *Februa y Marte*, dioses de la antigüedad.

145. Por lo que hace al principio del dia, los atenienses y judíos lo contaban desde el ocaso del sol; esta costumbre fué seguida posteriormente por los austriacos, bohemios, italianos y chinos, dividiéndolo en 24 horas. Los babilonios, persas, sirios, y en general los orientales, empezaban á contar las horas del dia desde la salida del sol, los egipcios y romanos á media noche del mismo modo que lo hacen actualmente los ingleses, franceses, alemanes, españoles, portugueses y americanos, dividiéndolo en dos partes de 12 horas cada una. Los árabes del mismo modo que los astrónomos, lo empiezan al medio dia.

146. Los antigüos marcaban la division del dia en horas, por medio de ampolletas, que constaban de dos conos opuestos al vértice, uno de los cuales estaba lleno de arena; el tiempo necesario para que la arena de un cono cayese toda en el otro, indicaba una fraccion cualquiera del dia, por ejemplo la 24ª ó la 48ª es decir, una hora ó media hora. Había tambien otros aparatos, como el clépsidras etc. pero omitimos hablar de ellos detenidamente, ya porque no se usan, ya porque esto nos alejaría demasiado del objeto principal.