

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

Por Wenceslao Segura González
e-mail: wenceslao@almedinatarifa.com
web: <http://www.almedinatarifa.com/kalendas>

Contenido

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos	1
1.- Concepto de calendario lunisolar.	2
2.- Distribución de los meses.....	2
3.- Años que son embolísmicos.	4
4.- Obtención de ciclos lunisolares.	6
5.- Ejemplos.....	7
Conceptos fundamentales	9
De la subjetivo a la convención	11
Ciclos Astronómicos.....	11
Combinación de ciclos: un reto histórico	12
Otros astros de referencia	12
Calendarios lunisolares	13
El calendario chino.....	14
Islámico – calendario lunar	15
La tradición judeocristiana	15
Ajustes más recientes: julianos, gregorianos y persas.....	15
Conclusión	17
Bibliografía	17

1.- Concepto de calendario lunisolar.

Un calendario es un sistema de cómputo del tiempo que utiliza los movimientos del sol y/o la luna. Se denomina calendario solar aquel que utiliza exclusivamente el sol para su funcionamiento. El calendario es llamado lunar cuando es este astro el que sirve para regir su marcha. Por último, existe otra clase de calendarios que utilizan simultáneamente los movimientos del sol y de la luna y que por ello reciben el nombre de lunisulares. Este tipo de calendarios pretende ir acompasado a la vez con el sol y la luna. Por una parte pretende que el comienzo de las estaciones se produzca en, aproximadamente, las mismas fechas del calendario; y por otra debe tener los meses lunares, es decir, que comienzan con la luna nueva (o mejor dicho con la observación del primer creciente lunar).

Vamos a exponer de forma simplificada la estructura de un calendario lunisolar computacional (es decir, basado en el cálculo y no en la observación). Como la duración del mes sinódico (tiempo entre una luna llena y la siguiente) es de aproximadamente 29,5 días, entonces los meses lunares deberán ser alternativamente de 29 y 30 días. Por lo tanto, un año solar contiene un año lunar más unos 11 días (=365-354), exceso que, año tras año, se va acumulando. Al tercer año ya se habrán acumulado $3 \times 11 = 33$ días, algo más de un mes lunar. Es decir, que a tres años lunares le faltan 33 días para igualar los tres años solares. Para conseguir la deseada paridad, se le añade al tercer año lunar un mes más, que hace disminuir la diferencia entre los años lunares y solares transcurridos. En los años sucesivos volverá a aumentar la diferencia entre ambos años, cuando llega a sobrepasar o igualar los 30 días se le añade un mes extra al año lunar. Así, cada tres años aproximadamente, el calendario lunisolar contará con un mes extra. Este decimotercer mes es denominado embolístico y hace que el año tenga una duración de unos 384 días, por ello llamado abundante.

En este artículo vamos a restringirnos al estudio general de los calendarios lunisulares computacionales, tal como los utilizados por los cristianos en diversas épocas y lugares para calcular la fecha de la Pascua de Resurrección. Este tipo de calendarios hizo su aparición en el siglo III, ensayándose diversos modelos, para finalmente en el siglo VI llegar a un aceptable calendario que persistió en la iglesia cristiana hasta la reforma gregoriana del calendario a final del siglo XVI.

2.- Distribución de los meses.

Los calendarios lunisulares eclesiásticos se ajustan a un ciclo. Esto significa que en A años julianos (años de 365 días y un año bisiesto cada cuatro), debe haber un número entero de lunaciones o meses lunares L . Como hemos señalado, los meses lunares pueden ser de 30 y 29 días. Si con m_{30} y m_{29} representamos los meses de 30 y 29 días que hay en el ciclo, entonces debe cumplirse la relación

$$m_{30} + m_{29} = L .$$

Antes de seguir adelante, debemos advertir de una técnica utilizada en el estudio de los calendarios eclesiásticos. Para evitar el engorro de los días bisiestos, lo que se hace es no tenerlos en cuenta. De tal forma que cuando hay que intercalar el bisiesto en el año solar, se hace otro tanto en el año lunar, es decir, se le agrega un día al mes lunar que contenga el día 24 de febrero, día que se duplica en los años bisiestos. Esto quiere decir que en los años bisiestos uno de los meses lunares tendrá un día más del habitual, adquiriendo con ello 30 ó 31 días.

La suma de los días de todos los meses debe coincidir con la duración de los A años julianos

$$30m_{30} + 29m_{29} = 365A$$

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

notemos que no hemos tenido en cuenta el día bisiesto, aún así la igualdad sigue valiendo, pues lo que en realidad hacemos es quitar el día bisiesto tanto en el primer como en el segundo miembro. Combinando las dos ecuaciones se encuentra el número de meses de treinta y veintinueve días que tiene el ciclo compuesto de A años solares y L lunaciones o meses lunares

$$\begin{aligned}m_{30} &= 365A - 29L \\m_{29} &= 30L - 365A\end{aligned}$$

Ahora debemos calcular el número de meses embolísmicos que hay que en el ciclo. Para ello tengamos presente que todos los años tienen doce meses normalmente y que en algunas ocasiones tendrá un mes de más, por lo tanto el número de embolismos E será

$$E = L - 12A$$

Los computistas o diseñadores de calendarios medievales pretendían que todos los meses embolísmicos tuvieran treinta días. Este comportamiento era exigido si se quería que la epacta (o edad de la luna al comienzo del año disminuida en una unidad) aumentara cada año en 11, algo que no ocurriría si el mes embolísmico fuera de 29 días, pues en este caso la epacta aumentaría en 12, lo que no haría más que aumentar la complejidad de los calendarios.

El que los embolismos tengan treinta días origina un nuevo problema. Cada año debe tener seis meses de treinta días, a los que habría que añadir los embolísmicos que tendrán la misma duración. Pero puede ocurrir que no haya tantos meses de treinta días en el ciclo. Para solventar el problema se toman los meses "normales" de treinta días que fuesen necesarios y se les quita un día a cada uno, que se les añade a los meses embolísmicos para que todos ellos alcancen los treinta días. A esta operación se le llamó en la Edad Media el salto lunar, porque significa que en algunos meses (que debían de ser de treinta días) se les quita uno, que es lo mismo que decir que se hace aumentar en un día la edad de la luna; es decir, que "salta" la edad de la luna un día. El número de saltos lunares que hay en el ciclo es el exceso de meses de treinta días que debe de haber (es decir, los embolísmicos y los seis de cada año) menos los meses de treinta días que en realidad hay, o sea m_{30}

$$S = E + 6A - m_{30} = 30L - 371A$$

por lo tanto el número de meses de treinta días "normales" es el total menos los embolísmicos

$$M_{30} = m_{30} - E = 377A - 30L$$

mientras que los restantes meses serán de veintinueve días

$$M_{29} = L - M_{30} = L - (377A - 30L) = 30L - 365A$$

Puede calcularse, por último, el valor de la lunación promedio que se obtiene del ciclo lunisolar considerado

$$L_m = \frac{365,25A}{L}$$

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

donde ahora sí hemos tenido en cuenta los años bisiestos en el cómputo de los años. Advertir de nuevo que no estamos considerando el exceso de duración de los meses lunares en los días bisiestos, de tal forma que si así se hiciese los meses lunares que contuvieran el 24 de febrero aumentarían en uno su duración. Pero al igual que en el caso del calendario solar, donde el bisiesto se entiende que no es más que duplicar el día 24 de febrero, de manera similar se procede con los meses lunares donde se supone que aparece el bisiesto lunar, un día que duplica un día del mes lunar que lo contenga.

3.- Años que son embolísmicos.

Ya hemos dicho que cada año debe tener seis meses de treinta días alternado con otros seis de veintinueve días (aunque este ritmo se rompe cuando existen saltos lunares, pues entonces algunos meses que deberían tener treinta días se reducen a meses de veintinueve días). Aproximadamente, cada tres años se intercala un nuevo mes que siempre deberá ser de treinta días. Lo que ahora nos interesa es saber en qué años deben colocarse los meses embolísmicos, es decir, cuáles años serán abundantes o de trece meses. Para evitar un excesivo desplazamiento de las fechas en que comienzan las estaciones, es necesario que la intercalación sea realizada lo más regularmente posible. Si el cociente A/E fuera un número entero, entonces serían abundantes los años que fuesen múltiplos de ese cociente. Si A/E no fuera entero, entonces deberán ser embolísmicos los años cuyo orden exceda o sea igual a un número entero de veces el cociente A/E .

Veamos lo anterior con un ejemplo. Supongamos un ciclo lunisolar de siete años de duración y que tres de sus años sean embolísmicos. El año embolismo debe venir cada $7/3$ años. Siguiendo el criterio que hemos establecido, el primer año embolísmico será el tercero, porque 3 es inmediatamente superior a $1 \times 7/3$. El siguiente año embolísmico será el colocado en el puesto 5, porque este número es inmediatamente superior a $2 \times 7/3$. Por último, también será embolísmico el año número 7 porque es igual al cociente $3 \times 7/3$.

Simbólicamente podemos poner lo anterior diciendo que los años que serán embolísmicos (y que representamos por Y) son aquellos que cumplan

$$Y_n = INT\left(\frac{nA}{E} + 1\right)$$

o bien cumplan

$$Y_n = \frac{nA}{E}$$

para el caso especial en que el cociente nA/E sea un número entero, siendo siempre n un número natural. Las dos expresiones se pueden unir de la siguiente forma

$$Y_n = INT\left(\frac{nA}{E} + 1\right) - INT\left[\frac{E}{nA} INT\left(\frac{nA}{E}\right)\right]$$

donde con Y_n queremos significar el orden del año que es embolísmico.

Por ejemplo, para el caso del ciclo de Meton que está compuesto de 19 años de los cuales 7 son embolísmicos, la fórmula anterior nos dice que los años abundantes estarán colocados en los

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

siguientes años: 3, 6, 9, 11, 14, 17 y 19. Pero esto no resuelve completamente el problema. Resulta que la fórmula anterior es válida cuando el año que arbitrariamente marcamos como el primero del ciclo coincide con el año que elegimos como primero del ciclo. El año en que debe de comenzar el ciclo viene caracterizado porque la luna nueva comienza en el primer día de enero, es decir que tenga por epacta el valor 0. Pero si elegimos otro inicio del ciclo, entonces la distribución de los años embolísmicos también variará.

Antes de seguir con nuestro razonamiento, debemos encontrar una fórmula que nos de los meses embolísmicos que han transcurrido hasta el final de un año dado. Para ello debemos tener en cuenta el criterio que hemos adoptado, que consiste en que el año del ciclo tiene que ser igual o mayor que nA/E , siendo n el número de años embolísmicos transcurridos hasta el final del año Y

$$Y \geq \frac{nA}{E} \Rightarrow n = \frac{YE}{A}$$

Representaremos por a el número de años embolísmicos transcurridos desde el comienzo natural del ciclo lunisolar (aquel de epacta cero) hasta el comienzo elegido; mientras que b será el número de años que han transcurrido entre dichos años. La fórmula que estamos buscando para saber cuáles años serán embolísmicos, es la misma que la encontrada anteriormente con tal que hagamos el siguiente cambio de variables

$$Y' = Y - \beta; \quad n' = n - \alpha$$

por lo tanto la ecuación quedará

$$Y'_n = \text{INT} \left(\frac{(n + \alpha)A}{E} + 1 \right) - \text{INT} \left\{ \frac{E}{(n + \alpha)A} \text{INT} \left[\frac{(n + \alpha)A}{E} \right] \right\} - \beta$$

Nótese que a está relacionado con b mediante la fórmula

$$\alpha = \text{INT} \left(\frac{\beta E}{A} \right)$$

Citemos como ejemplo el caso del calendario lunisolar juliano, que fue el calendario eclesiástico utilizado por los cristianos hasta la reforma gregoriana del calendario y que se basaba en el calendario solar juliano. En este caso el origen elegido se situaba 17 años después del comienzo natural del ciclo, es decir del año en que la epacta es 0. Por lo tanto habrán transcurrido hasta ese año 6 embolismos. Al aplicar nuestra fórmula encontramos que los años que serán embolísmicos serán: 2, 5, 8, 11, 13, 16 y 19.

Veamos por último una fórmula que nos de los años embolísmicos transcurridos hasta un año Y para el caso general de que el origen del ciclo lunisolar no coincida con su inicio natural. Si el ciclo comenzara con el año de epacta 0 entonces el número de embolismos transcurridos hasta el año Y' será

$$n = \frac{Y'E}{A}$$

Teoría general de los calendarios lunisulares eclesiásticos

mientras que el número de embolismo transcurridos hasta el final del año b será a , por lo tanto los embolismos transcurridos desde el nuevo origen colocado en el año b serán

$$\begin{aligned}n &= n(Y') - n(\beta) = n(Y + \beta) - \alpha = \\ &= INT \left[\frac{(Y + \beta)E}{A} \right] - \alpha\end{aligned}$$

al simplificar la expresión nos queda

$$n = INT \left[\frac{(Y + \beta)E}{A} - \frac{(\beta E - A\alpha)}{A} \right]$$

Para el caso del calendario lunisolar juliano la fórmula nos quedará

$$n = INT \left(\frac{7Y + 5}{19} \right)$$

Expresión que podríamos haber reencontrado a partir de la relación de congruencia de Gauss.

4.- Obtención de ciclos lunisulares.

Por un ciclo lunisolar entendemos un número de años solares donde encajan un número entero de meses lunares. Naturalmente en rigor no es posible componer un ciclo lunisolar, ya que el movimiento de la Tierra alrededor del sol que nos da el año, es inconmesurable con el movimiento de la luna alrededor de la Tierra que es medido por la lunación. Lo que se hizo durante la Edad Media fue elegir un número de años de tal forma que la duración media de los meses lunares que encajan en esos años, se acerque lo más posible al promedio de la lunación astronómica.

Lo que queremos hacer es buscar los posibles calendarios lunisulares y estimar cuáles son los más convenientes. Debemos decir que es posible obtener un calendario lunisolar para cualquier conjunto de años, eso sí la mayoría de ellos se apartarán sensiblemente de la realidad astronómica.

La duración promedio del año trópico es aproximadamente 365,242189 días; y la lunación promedio 29,530589 días. El número de veces que la lunación está incluida en el año será el cociente entre las dos cantidades, que resulta ser 12,36826631 días. Es decir, caben 12 meses y un poco más. Vamos a expresar este exceso en fracciones. Para ello desarrollamos la parte decimal en fracciones continuas

$$0,36826631 = \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{17 + \dots}}}}}$$

De menor a mayor exactitud podemos sustituir la parte decimal por las siguientes fracciones

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{7}{19}, \frac{123}{334}, \dots$$

El primer caso significa que el ciclo lunisolar tiene dos años de duración, siendo uno de ellos embolismo. El segundo caso corresponde a un ciclo de tres años con uno de ellos embolismo. Mientras que el último significa que el ciclo lunisolar tiene 334 años de los cuales 123 serán años embolismos o de trece meses.

No obstante, existe un método más general para obtener todos los posibles ciclos lunisolares. En un ciclo de A años habrá un número de meses que vendrá dado por

$$L = \text{INT} \left(\frac{365,25A}{29,530589} + 0,5 \right)$$

donde el 0,5 lo hemos puesto porque lo que pretendemos es obtener el valor redondeado del cociente. La lunación media del ciclo de A años será

$$L_m = \frac{365,25A}{L}$$

Se puede igualmente obtener el número de meses embolismos, el número de meses de treinta y veintinueve días, los saltos lunares que tiene o la situación de los años embolismos; todo ello por las fórmulas ya obtenidas.

5.- Ejemplos.

Vamos a construir algunos ciclos lunisolares. Por ejemplo vamos a tomar el ciclo que corresponde a 19 años, entonces

$$L = \text{INT} \left(\frac{365,25 \cdot 19}{29,530589} + 0,5 \right) = 235$$

tendrá 235 meses. El número de meses embolismos será

$$E = L - 12A = 235 - 12 \cdot 19 = 7$$

todos ellos de treinta días. Además existirán

$$M_{30} = 377A - 30L = 377 \cdot 19 - 30 \cdot 235 = 113$$

meses de 30 días y

$$M_{29} = 30L - 365A = 30 \cdot 235 - 365 \cdot 19 = 115$$

meses de veintinueve días. El número de saltos lunares en este ciclo de 19 años será

$$S = 30L - 371A = 30 \cdot 235 - 371 \cdot 19 = 1$$

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

En cuanto al orden de intercalación de los bisiestos es, tal como ya hemos visto: 3, 6, 9, 11, 14, 17 y 19.

En la siguiente tabla ponemos algunos ciclos lunisolares con sus características principales:

Número de años	Número de lunaciones	Meses embolísmicos	Meses de 30 días	Meses de 29 días	Saltos lunares	Lunación astronómica menos media del ciclo (en minutos)
8	99	3	49	50	2	22,229
11	136	4	71	65	0	-16,835
19	235	7	120	115	1	-0.3778
65	804	24	409	395	5	2,407
84	1.039	31	529	510	6	1,776

El ciclo de 8 años se le llama ogdoa y fue utilizado en diversas ocasiones para determinar la fecha de la Pascua, tanto en Roma como en Alejandría. El ciclo de 11 años se le llama hendecas, aunque no fue usado para diseñar calendarios eclesiástico, sí se unió con una ogdoa para dar lugar al ciclo de 19 años, llamado de Meton. Otros ciclos que se ajustan aceptablemente a la luna astronómica son los ciclos de 65 y 84 años. El primero de ellos está formado por tres ciclos de Meton y una ogdoa. El ciclo de 84 años está constituido por cuatro ciclos de Meton y una ogdoa.

El ciclo lunisolar de una duración menor de 100 años que se ajusta mejor a la lunación astronómica es el de Meton de 19 años, o bien un múltiplo de esos años. Para duraciones mayores, señalar el ciclo de 255 años formado por 13 ciclos de Meton y una ogdoa. En este caso la diferencia entre la lunación astronómica y la media que se deduce del ciclo es de 0.33356 minutos. Todavía es mejor el ciclo de 293 años (15 ciclos de 19 años y 1 de 8 años), pues la lunación promedio se separa sólo 14,4 segundos de la astronómica.

Teoría general de los calendarios lunisulares eclesiásticos

Conceptos fundamentales

Un calendario es la forma que tiene una sociedad de contar el tiempo. Para ello se usan diferentes métodos astronómicos: solares, lunares o lunisulares. Los calendarios solares se fundamentan en la duración aparente de la rotación del Sol alrededor de la Tierra, unos 365 días. Los calendarios lunares se basan en el curso de las fases lunares, constan de 12 meses de 29 ó 30 días: 354 días. Sólo el calendario musulmán es estrictamente lunar. Los calendarios lunisulares son aquellos cuyo año dura, globalmente, 365 días pero los meses siguen las fases de la luna, por lo que necesitan incluir un mes adicional cada cierto tiempo. Pasar de un año de un calendario lunisolar un año gregoriano es, en principio, muy sencillo, basta con sumar o restar desde la fecha de comienzo de la era; sin embargo también hay que estar atento a la fecha en la que se comienza el año.

Un año embolismal es aquel se compone de 13 lunaciones, añadiéndose una sobre las 12 de que consta el año puramente lunar, para ajustar los años lunares con los solares.

Para comprender la dificultad de establecer un calendario conviene aclarar antes diferentes conceptos:

Día solar verdadero: Período de tiempo que transcurre entre dos culminaciones consecutivas del Sol sobre un mismo meridiano. Se alcanza a mediodía, pero debido a la órbita elíptica de la Tierra, a lo largo del año se va adelantando o atrasando. Es más largo que el día sidéreo porque para que el sol llegue a la altura del mismo meridiano además de completar una revolución sobre el eje de la Tierra debe compensar el movimiento de traslación recorrido.

Día sidéreo: Tiempo siempre igual que tarda la Tierra en dar una vuelta entera alrededor de su eje polar y durante la cual se efectúa una revolución aparente completa con respecto a las estrellas fijas. Su duración es de 23 h 56 min. 4,09 seg.

Día solar medio: Para superar las diferencia entre el día solar verdadero y el día sidéreo se hace una media, por lo que se considera que el día dura 24 horas. Las diferencias se calculan en la ecuación del tiempo y se expresan en una curva llamada analema. El día solar medio se toma como unidad de tiempo fundamental para hacer el calendario.

Día lunar: Intervalo de tiempo entre dos pasos sucesivos de la Luna por un meridiano concreto. Dura 24 h 50 min., ya que al movimiento de rotación de la Tierra hay que añadir el tiempo que tarda la Luna en realizar su movimiento de traslación alrededor de la Tierra. Esta es la explicación de porqué las mareas se retrasan 25 minutos cada 12 horas. Desde el siglo II a.C. Hasta 1925 los astrónomos contaban los días de luna a luna.

Año trópico o solar: Tiempo que transcurre entre dos pasos consecutivos y reales de la Tierra, o aparentes del Sol, por el mismo equinoccio o el mismo solsticio. Consta de 365 días, 5 horas, 48 minutos y 45,51 segundos. Disminuye 5 segundos cada mil años. Este es el tipo de año en el que se basa nuestro calendario, constatado por el paso del equinoccio vernal.

Año sidéreo: intervalo de tiempo durante el cual la Tierra realiza una revolución completa alrededor del Sol, con respecto a las estrellas. Consta de 365 días, 6 horas, 9 minutos y 9,5 segundos. La diferencia entre el año trópico y el sidéreo es producto de la precesión de los equinoccios.

Año civil: Para superar la diferencia entre el año trópico y el año sidéreo se considera que el año civil consta de 365 ó 366 días.

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

Año lunar: Período de 12 revoluciones sinódicas de la Luna. Consta de 354 días.

Lunación: Tiempo que tarda la Luna en pasar de una conjunción con el Sol a la siguiente.

En resumen: ni todos los días duran lo mismo, ni la Tierra tarda un número exacto de días en completar su órbita alrededor del Sol.

La división del día en 24 horas es muy antigua, y han coincidido en ella muchos pueblos. Otra cuestión es cuándo comienza el día. Hoy en día se considera que el día comienza a media noche (como los antiguos egipcios) y el día se divide en dos partes de doce horas (aunque modernamente, en asuntos internacionales, se cuenta un solo período de 24 horas). Los astrónomos, como Claudio Tolomeo, cuentan 24 horas a partir del mediodía. En la antigüedad, y actualmente los judíos y los árabes, consideran que el día comienza con la salida del sol. Los griegos contaban 12 horas de la salida a la puesta del sol y otras 12 durante la noche, por lo que la duración de las horas variaba a lo largo del año.

La semana es el conjunto de 7 días. Se trata de un período arbitrario, aunque hay quien considera que se debe a los siete planetas conocidos en la Antigüedad: Saturno, Júpiter, Marte, el Sol, Venus, Mercurio y la Luna. En Egipto cada una de sus 24 horas del día estaba consagrada a un planeta, sucesivamente, y el día recibía el nombre de su primera hora. Hay quien afirma que los días de la semana son siete porque Dios tardó seis días en crear el mundo y el séptimo descansó, pero esta división se da también en pueblos que ni conocían ni se guiaban por la Biblia.

La era es un punto fijo o fecha determinada de un suceso, desde el cual se empiezan a contar los años. En cada calendario veremos diferentes eras, y es que en la historia se pueden encontrar documentos fechados según esos acontecimientos, y siguiendo, normalmente, el cómputo de años que hace el calendario.

Un ciclo es un período de tiempo o cierto número de años que, acabados, se vuelven a contar de nuevo.

Calendarios: Consideraciones astronómicas y matemáticas en la medición del tiempo

Alejandra León Castellá, Fundación CIENTEC

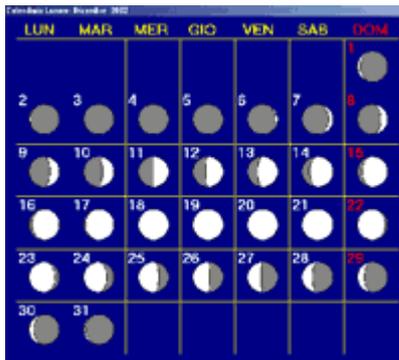
*El paso del tiempo...
entre la eternidad y un instante...*

*Los períodos aburridos o dolorosos
parecen extenderse para siempre...*

*En cambio, ante besos, risas, trabajo intenso,
juego divertido, compañía grata...
el tiempo vuela.*

De la subjetivo a la convención

Algunas personas observan los cambios en su cuerpo (uñas, pelo, arrugas, etc.) como evidencias del paso del tiempo. Otros usan como referencia rituales y otros eventos que marcan la memoria.



Muchos somos esclavos de la agenda y el reloj, mientras que otros siguen indicadores ambientales.

Pero en el área pública, casi todos funcionamos bajo un mismo calendario, el gregoriano, y a veces con horarios muy parecidos.

Este calendario divide el tiempo y lo agrupa en distintos intervalos (días, meses, años). Su evolución fue el resultado del seguimiento a los astros, paralelo al desarrollo matemático. A ello se sumaron tradiciones pasadas de una cultura a otra y ajustes realizados en su perfeccionamiento. En este desarrollo, se separó de otros calendarios religiosos y rituales, algunos de los cuales funcionan aún de manera paralela.

Y para iniciar esta búsqueda de raíces, se podría cuestionar una convención como el día. ¿Por qué está dividido en dos ciclos de 12 horas? ¿Empieza a media noche y no al amanecer? Si fuéramos animales nocturnos, ¿tal vez nos convendría unificar la noche y no que esté dividida entre dos días?

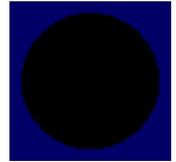
Ciclos Astronómicos

La medición del paso del tiempo ha evolucionado ligada a tres ciclos astronómicos: el día, el mes y el año.

El primero corresponde a una rotación de la Tierra sobre su eje.

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

El mes fue el segundo referente y surgió en relación al ciclo lunar. Los primeros calendarios emergieron alrededor de 3.000 A.C. y tomaron este como guía. Conocido científicamente como "[mes sinódico](#)" o "[lunación](#)", es el tiempo que dura la Luna en girar alrededor de la Tierra. Visto desde la Tierra, es el tiempo entre una Luna Nueva y la siguiente y tarda unos 29,5 días.



El tercer referente es el año, una revolución de la Tierra alrededor del Sol, en el cual regresa a su punto de partida original y tiene una duración de 365 días, 5 horas, 48 minutos y 46 segundos (ó 365,2422 días).

Desde la Tierra, lo que se percibe, además de cambios climáticos de las estaciones, son los cambios en la inclinación de los rayos solares y el desplazamiento -norte sur- del sol durante el año, medible a la salida y en el ocaso. Los puntos de máximo desplazamiento, los solsticios, y los puntos intermedios, [equinoccios](#), son las marcas o "mojones" de este ciclo.

Combinación de ciclos: un reto histórico

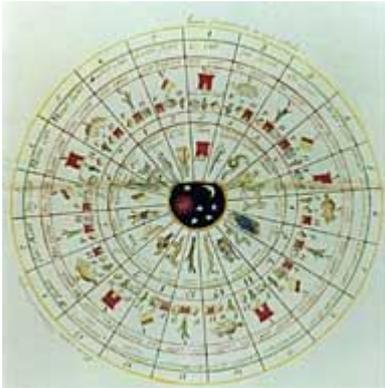
Como es evidente, la principal complejidad para desarrollar un calendario preciso, que tomara en cuenta los ciclos anteriores, surgió porque estos no resultan en números enteros y se sobreponen entre sí. Por ello y ante el hecho de que el mes dura aprox. 29,5 días y las fracciones son incómodas, muchos resolvieron alternar meses de 29 y 30 días. De esta y otras maneras, las culturas fueron desarrollando sus propias versiones del calendario, en anticipación a ciclos biológicos y climáticos ligados con su sobrevivencia.

Otros astros de referencia

Además de la rotación de la Tierra (día y noche), del ciclo Lunar (de Luna Nueva a Luna Nueva) y de la revolución de la Tierra alrededor del sol (de Equinoccio de primavera al siguiente Equinoccio de primavera), algunas culturas tomaron en cuenta otros astros para establecer sus calendarios: entre los egipcios fue la estrella Sirio, para los Mesoamericanos el planeta Venus.

En el primer caso, los antiguos sacerdotes egipcios identificaron una relación temporal entre la aparición de la estrella Sirio, previa a la salida del sol en el verano y las inundaciones del Nilo. Esto les permitió determinar un ciclo, anticipar el fenómeno, desplazar animales y programar cultivos. En base a los cambios ambientales, definieron tres estaciones en el año: la "inundación" de junio a setiembre; la segunda cuando el suelo estaba húmedo de octubre hasta febrero fue "el retiro de las aguas"; y la estación de "sequía", fue la última, de febrero a junio.

Teoría general de los calendarios lunisulares eclesiásticos



Para los Mesoamericanos, Venus mereció un calendario aparte, comenta Julieta Fierro: "... se desarrolló un calendario ritual de 260 días que corresponde al año de Venus, el tiempo que le toma a ese mundo en darle una vuelta al Sol..."

Los dos calendarios, el solar y el ritual, no coincidían sino cada **52** años según el solar, o aproxi. cada **73** años de 260 días según el ritual; estos números, el 52 y el 73, resultaron sagrados para ellos.

El tonalpohualli, o calendario sagrado, gobernaba la vida de los Mexicas. Contenía 260 días o 20 meses de 13 días.

Los egipcios y los Mesoamericanos construyeron pirámides y otras estructuras con orientaciones y orificios específicos para identificar la posición de sus astros especiales, en un momento dado, y poder hacer ajustes a sus calendarios.

El seguimiento a los [equinoccios](#) y los solsticios fue fundamental en el ajuste al ciclo solar.



Amanecer del 20 de marzo, desde Chapultepec, como lo observaba Moctezuma, el joven, dentro de sus deberes.

Calendarios lunisulares

Los primeros registros de culturas antiguas, encontrados en el valle de los ríos Tigris y Éufrates, en Mesopotamia, evidencian el afinamiento de sus calendarios como una progresión a partir de ciclos lunares y posteriores ajustes solares. Los babilonios y sumarios finalmente desarrollaron un calendario lunisolar de doce meses, con meses alternos de 29 y 30 días y años bisiestos de trece meses. Debido a que usaban de base el número 12 y contaban en docenas, dividieron el día en 2 veces 12 partes, tradición que persiste hasta hoy.



El calendario chino

Este es el registro cronológico continuo más antiguo y es utilizado, aún hoy en día, como calendario ritual por una quinta parte de la población mundial.

Sus inicios se asocian con el emperador Huang Ti, alrededor del año 2600 AC, cuando introdujo el primer ciclo del zodiaco y los doce años regidos por animales distintivos: Rata, Buey, Tigre, Liebre, Dragón, Culebra, Caballo, Oveja, Mono, Gallo, Perro y Cerdo.

La danza de los leones es una de las tradiciones del Año Nuevo Chino.

El calendario chino también es luni-solar con meses alternos de 29 y 30 días. Cada mes inicia en Luna Nueva. El inicio del año fue fijado por dos parámetros: (1) la segunda Luna Nueva posterior al (2) solsticio del 21 de diciembre (conocido tradicionalmente como solsticio de invierno- hemisferio norte). Debido a ellos, el Año Nuevo resulta en diferentes fechas, entre finales de enero y mediados de febrero, en nuestro calendario gregoriano.

Ellos resolvieron el reto de la sincronización entre el ciclo lunar de 354 días en 12 meses ($29,5 \times 12 = 354$) y el ciclo solar de 365 días, añadiendo un mes cada 2,7 o 3 años, o 7 meses adicionales en 19 años. Si no las estaciones se habrían atrasado 30 días cada 3 años. Los astrónomos chinos acordaron un valor de 235 lunaciones (meses) en 19 años.

La aproximación astronómica del calendario chino demuestra el gran conocimiento astronómico y matemático de los que lo originaron. Por medio de sistemas de observación de los astros y la medición de sombras proyectadas¹, en el año 480 D.C Ju Chongzhi calculó la duración del año en 365,2428 días, tan sólo 52 segundos más que el valor moderno de: 365,2422 días.

¹ Los gnomon o cuadrantes solares son relojes de Sol, que permiten medir el paso del tiempo como una relación a la longitud de la sombra que proyecta una barra clavada en una superficie y el movimiento del astro luminoso que produce esa sombra. Esta va acompañada de una escala para indicar la hora.

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

Islámico – calendario lunar

Como el calendario chino, muchos otros usan la luna para marcar el inicio de año y cada mes. Este es el caso del islámico, aunque este inicia el mes con el primer cachito de luna visible, después de Luna Nueva.

En contraste con los anteriores, el calendario [Islámico](#) es puramente lunar y consta de 12 meses de 29 ó 30 días, o sea, 354 días en total, por lo que se desplaza 11 días en cada año solar. Con ello, sus celebraciones religiosas suceden en diferentes estaciones.



Cada mes inicia con el avistamiento del primer cachito de Luna.

La tradición judeocristiana



El calendario religioso hebreo inicia todos los meses con la Luna Nueva y también es lunisolar. Ellos fueron los que aportaron el concepto de semana de siete días, más o menos una cuarta parte del mes.

En el caso del cristiano, la fijación de algunas celebraciones religiosas mantuvo la tradición y observa fases lunares y parámetros solares. La [Pascua Cristiana](#), por ejemplo, se celebra el domingo siguiente a la Luna Nueva que sucede al equinoccio de primavera.

Por eso la celebración cambia de fecha todos los años, más no así la celebración de la Natividad, que es puramente solar y permanece en una fecha específica: 25 de diciembre.

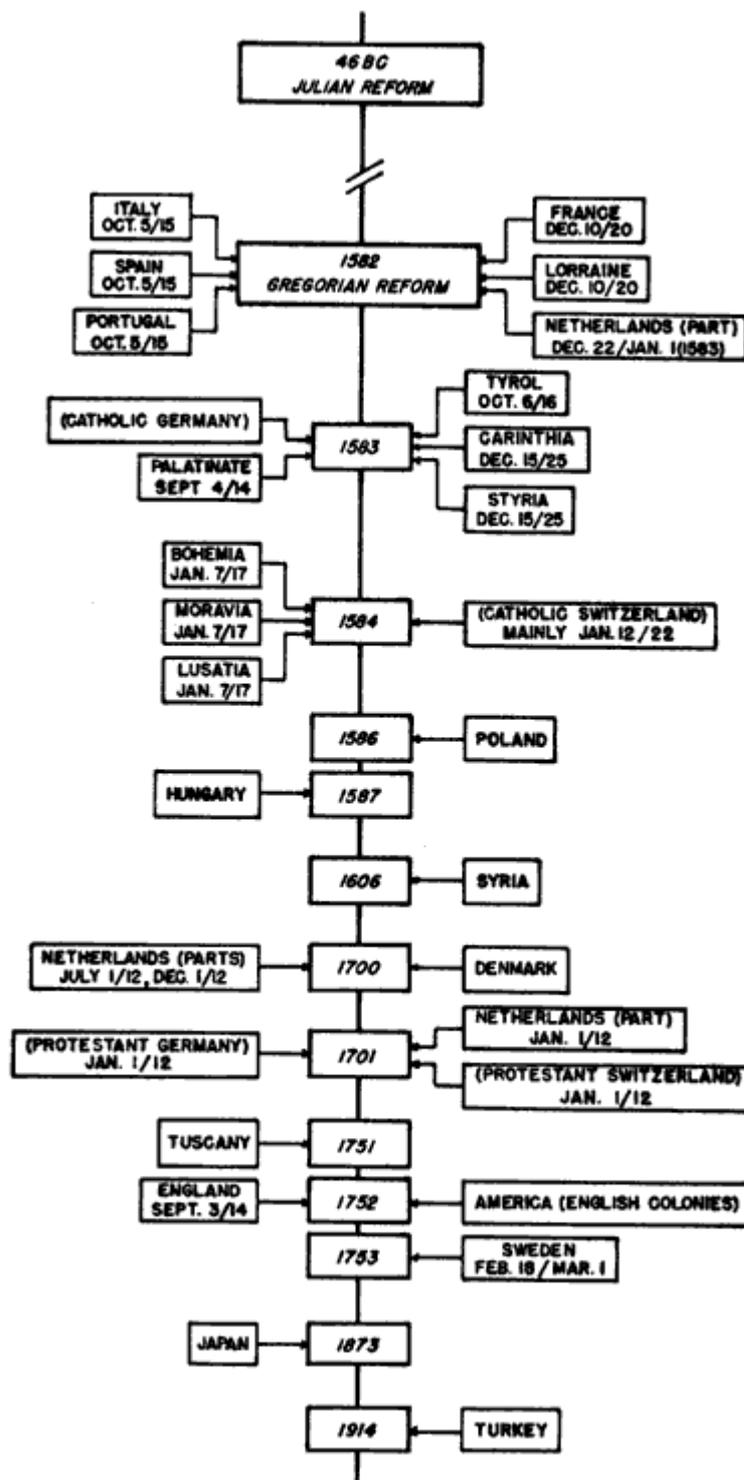
Ajustes más recientes: julianos, gregorianos y persas

En el año 64 A.C., Julio Cesar impuso el calendario juliano entre los romanos, bajo la convicción de que el año duraba exactamente 365 $\frac{1}{4}$ días. Definió el año de 365 días e incluyó un año bisiesto de 366 días cada cuatro años. O sea, todos los años divisibles entre 4 eran bisiestos.

Con el tiempo, este calendario se fue desajustando con respecto a las estaciones. En el año 730 de la Era Moderna, los científicos ya sabían que el año duraba 11 minutos menos de lo establecido por Cesar. Esos minutos se acumulaban para desajustar el calendario en un día cada 128 años.

En 1582, ante un calendario juliano desfasado 10 días, el Papa Gregorio XIII, con la asistencia de Christoph Clavius, lo cambió, dándole nombre al siguiente (el calendario gregoriano). Este fue poco a poco por la mayoría de los pueblos occidentales.

Cronología de aceptación del Calendario Gregoriano por el [Dr. Robert A. Hatch](#)



No solo se ajustó a la fecha correcta de un día para otro, sino que se definió el año bisiesto cada 4 años, con excepciones, tales como cuando termina un siglo.

Teoría general de los calendarios lunisolares eclesiásticos

Algunos no aceptaron el cambio y mantuvieron el juliano, como la Iglesia Ortodoxa, que sigue realizando sus celebraciones de acuerdo a este y con un desfase acumulado hoy de 13 días. Entre los persas, el poeta y matemático Omar Khayyam, fue uno de los contribuyentes a la modernización de su calendario, al sugerir un ciclo de 33 años que incluye 8 años de 366 días.

Conclusión

Hoy en día, se ha perdido la costumbre de seguir a los astros principales: el sol, la luna y los planetas visibles a simple vista. Esta separación de los fenómenos naturales y sus ciclos, enajena a las personas de los principios astronómicos y matemáticos que dieron origen a la medición del paso del tiempo.

Con una breve evolución histórica y la descripción de varios sistemas cronológicos, este artículo pretende contribuir con un aprendizaje contextualizado y significativo e impulsar a las personas a retomar la observación de los cielos.

Bibliografía

1. Moeschl, Richard, "*Exploring the Sky*", Chicago Review Press, Inc. USA, 1993
2. Villalobos, José Alberto, *Datos Generales de la Luna*, [Lunario](#) de CIENTEC.
3. Smith, Sanderson, "*Agnesi to Zeno*", Key Curriculum Press, U.S.A., 1996.
4. Fierro, Julieta, "*La Astronomía en México*", Editorial Lectorum, S.A., México, 2001.