Los Calendarios Gregoriano y Maya v2*

Edgar Cifuentes Anléu
Universidad de San Carlos de Guatemala
cifuentes@fisica.usac.edu.gt

Martes 30 de abril de 2002

1. El Tiempo

La unidades de día y año existen en todas las culturas y son las unidades fundamentales de tiempo usadas en todos los calendarios, que han sido usados y que se siguen usando. El mes lunar por el contrario no está explícitamente incorporado en todos los calendarios sino solo en algunos de ellos. Es suficiente con tener una unidad de tiempo y no varias y es por eso que la medición del tiempo en **Días Julianos** utiliza solamente los días. Dado a que la relación entre los días, el mes lunar y el año no corresponde a números enteros es que los calendarios pueden diferir mucho unos de otros, pues buscaron soluciones diferentes al mismo problema.

1.1. El Día ($q'ij$)

La tierra gira alrededor de su eje a razón de una vuelta cada 23 horas, 56 minutos y 4 segundos (23.93 *horas*) y nosotros, que estamos parados sobre ella también giramos al mismo ritmo. Este movimiento de rotación nosotros lo podemos percibir al ver al sol desplazarse desde el oriente al occidente en un período de cerca de 12 horas y completando una revolución alrededor nuestro en 24 horas. El día es la unidad mas pequeña de tiempo que se usa para la elaboración de los calendarios.

El día se encuentra divido de una manera muy complicada pero como esta división la hemos aprendido desde niños nos hemos acostumbrado a ella muy bien. El día está dividido en 24 horas, cada hora subdividida en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos y los segundos pueden a su vez dividirse pero acá utilizamos de nuevo las potencias de 10 para las subdivisiones subsecuentes.

La Tabla siguiente muestra las equivalencias entre el día y sus subdivisiones con respecto al segundo que es la unidad de medida de tiempo de muchos sistemas de unidades incluyendo al Internacional.

Unidad	**Usual**	**Internacional**
Día	24 horas	$86,400$ segundos
Hora	60 minutos	$3,600$ segundos
Minuto	60 segundos	60 segundos
Segundo	1	1
Décimas	$\frac{1}{10}$ segundos	0.1 segundos
Centésimas	$\frac{1}{100}$ segundos	0.01 segundos

El día es un periódo de 23.93 horas ≈ 24 horas, esta pequeña diferencia está explicada en el Apéndice. El nombre que aparece entre paréntesis en el título es el nombre kiché.

1.2. El Año (Ab')

Al mismo tiempo que la tierra está girando en torno a su eje también se está trasladando en su giro en torno al sol a razón de 365.2422 vueltas por año. Este movimiento es mas difícil de percibir que el anterior, sin embargo podemos notarlo a través de dos observaciones, que por supuesto debemos hacer a lo largo del año. La primera observación necesita que nosotros conozcamos las constelaciones que hay en el cielo y la segunda necesita solamente que observemos el punto sobre el horizonte en que se levanta (pone) el sol todas las mañanas (tardes).

1. Las constelaciones más conocidas son las doce del zodíaco, debido a que la astrología las ha difundido ampliamente; estas doce constelaciones son las que el sol encuentra en su recorrido en los cielos según nosotros lo percibimos parados acá en la tierra. Este fenomeno podemos notarlo observando la hora en que dichas constelaciones nacen sobre el horizonte de la misma forma como lo hace el sol, a lo largo de los días durante todo el año. Cada día aparecen un poco mas temprano y vuelve a aparecer otra vez a la misma hora solamente cuando ha transcurrido un año, es decir 365.2422 días. ¿Cúanto mas temprano salen cada día?

*La segunda versión, revisada y aumentada, fue hecha el 30 de octubre de 2013

$$
\begin{aligned}
t &= \frac{1}{365.2422} = 2.73790 \times 10^{-3} d \\
&= \left(2.73790 \times 10^{-3} d\right) \times (24\frac{h}{d}) \times (60\frac{mn}{h}) \\
&= 3.94258\ mn
\end{aligned}
$$

es decir 3 minutos 56.55 segundos. La línea que traza el sol a través de estas constelaciones se denomina Ecliptica.

2. Cuando observamos al sol al salir sobre el horizonte podemos notar que el punto de salida se dezplaza de junio a diciembre hacia el norte y de diciembre a junio hacia el sur. El punto medio de este desplazamiento es el Este y coincide con el punto vernal los días 21 de marzo (Equinoccio de primavera) y 23 de septiempre (Equinoccio de otoño) a la hora de la salida del sol. El desplazamiento máximo hacia el sur es de 23.45° (23°27′) a partir del centro (El Este) y ocurre el 21 de junio (Solsticio de verano) y el desplazamiento máximo hacia el norte, también de 23.45° a partir del centro (El Este), ocurre el 22 de diciembre (Solsticio de invierno). De tal forma que ha transcurrido un período de un año cuando el sol ha completado un ciclo. El calendario persa inicia el año en el equinoccio de primavera no así el gregoriano.

1.3. El mes lunar (Winäk)

La luna gira alrededor de la tierra completando un giro en 27.32166 días (período sideral) y nosotros que estamos sobre la tierra lo notamos en las fases de la luna que se repiten a cada 29.530588 días (período sinódico). El mes lunar corresponde al período sinódico. La discrepancia entre los dos períodos se explica en el apéndice.

2. Los Calendarios

2.1. El Calendario Juliano

Durante el gobierno del emperador Julio César en el año 708 de la fundación de Roma, que corresponde al año 46 AC (Gregoriano), se hizo una reforma al calendario romano original, en el cual la duración del año era de 365 días, que consistió en la introducción del año bisiesto. Se estableció que el año bisiesto tendría una duración de 366 días y habría uno de ellos luego de 3 años comunes. Con esto la duración media del año juliano sería de:

$$\frac{(3 \times 365)_{com} + 366_{bis}}{4} = 365.25\ días$$

esta reforma comenzó a funcionar en el año 709 de la fundación de Roma y se mantuvo hasta la implementación del calendario gregoriano. En Guatemala con la llegada de los españoles llegó este calendario a sustituir oficialmente al Calendario Maya. Este calendario fue elaborado por Sosígenes de Alejandría con la idea sugerida por Ptolomeo II hacía 200 años.

La discrepancia del Calendario Juliano respecto del año trópico es:

$$365.25_{jul} - 365.2422_{tro} = \frac{1}{128.205128}$$

lo que significa que se atrasa un día cada 128.2 años

2.2. El Calendario Gregoriano.

El calendario que habitualmente tenemos colgado del muro de nuestra casa es el que se elabora según las reglas establecidas por Luigi Lilio *(Aloysius Lillius)* en 1,582 bajo el encargo del Papa Gregorio XIII. Las reglas que rigen el calendario son:

1. Todos los años que no son fines de siglo pueden ser bisiestos si son divisibles entre cuatro, con una duración de 366 días, o comunes si no son divisibles entre cuatro, con una duración de 365 días.

2. Los fines de siglo que son divisibles entre 400 son bisiestos mientras que los que no son divisibles entre 400 son comunes.

Estas dos reglas producen una duración media del año durante un período de 400 años igual a:

$$\frac{300 \times 365 + 96 \times 366 + 3 \times 365 + 366}{400} = 365.2425$$

Esta corrección fué necesaria debido a que la fecha del equinoccio se iba corriendo sistemáticamente debido a la mala aproximación del calendario juliano, que como ya indicamos era de un día cada 128.2 años. La fecha del equinoccio se habia corrido 10 días para 1,582.

$$\left[\left(\frac{1582 - 325}{128.2}\right) = 9.80 \sim 10\right]$$

La corrección gregoriana fue puesta en marcha inicialmente en Italia, España, Polonia y Portugal saltando del día 4 de octubre de 1,582 al 15 de octubre de 1,582. La corrección llegó a América en la medida que la información fue transmitida desde España. Los demás países europeos y de otras partes del mundo se fueron sumando paulatinamente como Francia en diciembre de 1,582, Gran Bretaña en 1,752, China en 1,911, Rusia en 1,918 y Turquía en 1,927.

El salto del 4 al 15 de octubre se propuso para que el equinoccio volviera al 21 de marzo como había sido fijado por el Concilio de Nicea en el año 325 cuando también se determinó que el Domingo de Pascua sería el domingo después del plenilunio posterior al 20 de marzo; es decir después del equinoccio (que entonces se habia fijado el 21 de marzo). Luego de esta corrección se espera que haya una corrección de un día al cabo de $3{,}333\frac{1}{3}$ años con el año trópico fijo.

$$365.\,2425_{gre} - 365.2422_{tro} = \frac{1}{3333\frac{1}{3}}$$

y deja el equinoccio el 21 de marzo que puede correrse a lo sumo al 20 o al 22 de marzo.

El Mes

El año se encuentra dividido en 12 meses de una duración variable entre 28 y 31 días de acuerdo a la siguiente tabla, en un año común.

Mes	Nombre	Duración
1	Enero	31
2	Febrero	28
3	Marzo	31
4	Abril	30
5	Mayo	31
6	Junio	30
7	Julio	31
8	Agosto	31
9	Septiembre	30
10	Octubre	31
11	Noviembre	30
12	Diciembre	31

El mes de febrero tiene 29 días en los años bisiestos. En cada mes hay aproximadamente una luna llena debido a la proximidad del período sinódico y la duración media del mes $29.53 \approx 30.\,44$ aunque la diferencia provoca que también haya dos plenilunios en algunos meses.

La Semana

La semana es un ciclo 7 días que corre en forma independiente de los meses. Los días de la semana son:

Día	Nombre	Dioses
1	Lunes	Luna (Diana)
2	Martes	Marte
3	Miercoles	Mercurio
4	Jueves	Júpiter
5	Viernes	Venus
6	Sábado	Saturno
7	Domingo	Apolo (Sol)

Los días de la semana en idioma español están relacionados con los *astros movibles* y los dioses relacionados con ellos de acuerdo con la tradición romana con una modificación importante introducida por Constantino; quién cambio el Dies Solis por Dominica dies, en latín, que se convirtio en Domingo, cuyo significado es “El día del Señor”.

2.3. El Calendario Maya

El Calendario Maya tiene tres ciclos independientes:

- Cuenta larga (*Choltun*),
- El Haab (Ab’) y
- El Tzolkin o (Cholqu’ij)

Los nombres de los días, meses y ciclos del calendario estarán escritos de acuerdo a los nombres de mayor uso internacional que son los correspondientes a la lengua Yucateca y en paréntesis se encuentran los nombres en Kiché, la lengua maya mas difundida en Guatemala.

2.3.1. Cuenta Larga (Choltun)

La cuenta larga cuenta con 5 posiciones denominadas baktun, katun, tun, uinal y kin:

$$|\quad| = [\overset{baktun}{0} \;.\; \overset{katun}{0} \;.\; \overset{tun}{0} \;.\; \overset{uinal}{0} \;.\; \overset{kin}{0}]$$

cuya duración es la que aparece en la tabla siguiente:

Nombre	Duración	Días
baktun	20 katunes	144,000 días
katun	20 tunes	7,200 días
tun	18 uinales	360 días
uinal	20 kines	20 días
kin	1 día	1 día

El kin (Q ’ij) es equivalente a un día. El uinal (Winäq) es equivalente a un mes, pero de 20 días solamente. El tun (Tun) está compuesto de 18 uinales de

20 días cada uno dando un período de 360 días, es decir cinco días menos de un año común. El katun es un período de 20 tunes equivalente a $20 \times 18 \times 20 = 7200$ días ó $\frac{20\times360}{365.2422} = 19.71$ años. El baktun (B 'actun) es un período de 20 katunes $20\times18\times20\times20 = 1.44\times10^5$ días ó $\frac{20\times360\times20}{365.2422} = 394.25$ años. También existen los períodos pictun, calabtun, kinchiltun y alautun cuyas duraciones son $20^3, 20^4, 20^5\ y\ 20^6$ tunes respectivamente.

La cuenta larga inicia el día $|\ \ | = [0.0.0.0.0]$ que corresponde al 11 de agosto del año 3,113 AC según el calendario gregoriano y 584,283 días julianos usando la correlación de Goodman-Martínez, Thompson. Los resultados pueden tener algunas variaciones al utilizar otras correlaciones existentes.

Inicio	Calendario Maya
[0.0.0.0.0]	8 cumhu 4 ahau
lunes	11/agosto/-3113
juliano	6/set/-3114
584283	jd (días julianos)

2.3.2. Haab (Ab')

El Haab es un período de 365 días divididos en 19 meses de los cuales 18 tienen 20 días y 1 mes de 5 días. Los meses se identifican con los siguientes nombres:

N	Yuc	Kiche'	N	Yuc	Kiche'
0	Pop	pop	10	Zac	Zac
1	Uo	Wo	11	Ceh	Sej
2	Zip	Sip	11	Mac	Mak
3	Zotz	sotz'	13	Kankin	Kank'in
4	Tzec	Tze'k	14	Muan	Nwa'n
5	Xul	Xul	15	Pax	Pax
6	Yaxkin	Yaxk'in	16	Kayab	Kayab'
7	Mol	Mol	17	Cumku	kumk'u
8	Chen	Che'n	18	Uayeb	Wayeb'
9	Yax	Yax			

el último de estos meses, Uayeb, es el que solamente tiene cinco días. Cada uno de los meses de 20 días se combina con un número que va de 0 a 19 y el Uayeb de 0 a 4 para generar las $20 \times 18 + 5 = 365$ combinaciones diferentes. El Haab inicia en **8 cumku** el día [0.0.0.0.0].

2.3.3. Tzolkin (Cholqu'ij)

El Tzolkin es un período de 260 días y está compuesto de dos ciclos acoplados.

- Uno de 13 días numerados del 1 al 13
- y otro de 20 días con un nombre distinto cada uno,

Los 260 días que corresponden al Tzolkin corresponden a las 260 combinaciones distintas que pueden darse de un número con un nombre.
El Tzolkin es independiente del Haab y de la Cuenta Larga pero está acoplado a los mismos

Los nombres correspondientes del ciclo de 20 días son:

No.	Kiché	Yucateco
1	imox	imix
2	iq '	ik
3	aq 'ab 'al	akbal
4	k'at	kan
5	kan	Chicchan
6	kame	cimi
7	kej	manik
8	q 'anil	lamat
9	toj	muluc
10	tz 'i	oc
11	b 'atz '	chuen
12	e	eb
13	aj	ben
14	i 'x	ix
15	tz 'ikin	men
16	ajmaq	cib
17	no 'j	caban
18	tijax	eznab
19	kawoq	cauac
20	ajpu '	ahau

El el día **4 ahau** se acopla con la cuenta larga con [0.0.0.0.0].

2.3.4. La fecha completa

La fecha completa se escribe colocando primero el número correspondiente a la cuenta larga, a continuación el número de 1 a 13 correspondiente al día del tzolkin, después el nombre del grupo del tzolkin, luego el número de 0 a 19 del día del haab y por último el nombre del mes del haab.

La fecha de publicación de este folleto es martes 30 de abril de 2,002 en el calendario gregoriano y

$$[12.19.9.3.12]\ \ 5\ uo\ \ 3\ eb$$

la cuenta larga es equivalente al 2,002 en el sentido que $2,002 = 2 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 2 \times 10^0$ es el número de años a partir del inicio hipotético del calendario en la numeración en base 10. Mientras que la cuenta larga

𝋬
𝋳
𝋩
𝋣
𝋬

$= [12.19.9.3.12] =$

$$= 12 \times 20^3 \times 18 + 19 \times 20^2 \times 18 + 9 \times 20 \times 18 + 3 \times 18^1$$
$$+12 \times 20^0 = 1,868,112$$

corresponde al número de días transcurridos desde el inicio hipotético del calendario maya en la numeración en base veinte, con la modificación en la segunda posición donde se sustituye 18 por 20 usada en la notación temporal por los mayas.

2.3.5. La ronda del Calendario Maya

El haab y el tzolkin tienen un cociente de $\frac{365}{260} = \frac{73}{52}$ lo que significa que hay 73 ciclos del tzolkin en 52 haabs que equivalen a $52\left(\frac{365}{365.2422}\right) = 51.9655$ años a este periódo de tiempo se le conoce como la Ronda del calendario. También es igual a

𝋢
𝋬
𝋭
𝋠

$= [2.12.13.0] = 18980$

días. Esta relación provoca que la misma combinación de nombres y números del haab y del tzolkin se repita idéntica al cabo una ronda.

2.3.6. Duración del año maya

Varios autores, empezando con Morley, han mencionado que la duración del año maya está mas cerca del valor del año tropical medio que la duración del año gregoriano y la tabla que reportan es la siguiente:

Año	Duración (d)	Diferencia (d)
Tropical	365.2422	-
Juliano	365.2500	0.0078
Gregoriano	365.2425	0.0003
Maya	365.2420	0.0002

Como ya se vió en las secciones anteriores la duración media de los años juliano y gregoriano se basa en el mecanismo de los años bisiestos. Por el contrario el calendario maya no tiene un mecanismo de corrección del tipo año bisiesto entonces debe recurrir a relacionar mediante un hecho astronómico dos ciclos originalmente independientes. Estos ciclos serían el haab y la cuenta larga. Se obtiene ese valor asumiendo que existe una precesión del haab a lo largo de las estaciones de tal forma que completa dos vueltas desde la fecha [0.0.0.0.0] hasta [7.13.0.0.0] (equivalente a $1_1$101,600 días).

2.4. Día Juliano

Los astrónomos prefieren usar el día como unidad fundamental de tiempo para que la distancia temporal entre dos sucesos tenga un proceso simple de cálculo por lo que en lugar de usar un calendario usual usan el llamado día juliano. El día juliano es el número de rotaciones que ha dado el sol alrededor de la tierra a partir del *día cero juliano (* a mediodía), correspondiente al 1 de enero de 4713 AC según el calendario Juliano y al 24 de noviembre de 4713 AC según el calendario Gregoriano. Este sistema fue introducido en 1,583 por Joseph Justus Scalinger y el sistema encontró un uso extendido a partir del siglo XIX gracias a Herschel.

2.5. Transformación de fechas

A continuación se dan 3 ejemplos de calculos manuales de transformaciones de fechas del Calendario Gregoriano al Maya y a días julianos además de la determinación del día de la semana. Para poder relacionar los calendarios necesitamos conocer por lo menos un día en los tres sistemas, usaremos el

lunes 1 de enero de 2,001

como fecha base.

El día juliano que le corresponde es

2451911

y en el calendario maya es

𝋬
𝋳
𝋧
𝋯
𝋨

[12.19.7.15.8] 11 kankin 13 lamat

Ejemplo 1: ¿Al día 30 de abril de 2,002 qué día le corresponde en la semana, qué fecha en el calendario maya y qué día en días julianos?

Han pasado

$$\overset{2001}{365} + \overset{enero}{31} + \overset{febrero}{28} + \overset{marzo}{31} + \overset{abril}{29} = 484 \text{ días.}$$

El ciclo semanal deja un residuo de

$$484 \bmod 7 = 1$$

entonces

$$lunes + 1 = \textbf{martes.}$$

En días julianos es

$$2451911 + 484 = \mathbf{2452395}.$$

La cuenta larga,

$$\tfrac{484}{360} = 1.3444 \qquad \to \mathbf{1},$$

$$484 \bmod 360 = 124,$$

$$\tfrac{124}{20} = 6.2 \qquad \to \mathbf{6},$$

$$124 \bmod 20 = 4 \qquad \to \mathbf{4}$$

entonces

$$[12.19.(7+1).(15+6).(8+4)] =$$

$$[12.19.8.21.12] = [\mathbf{12.19.9.3.12}] = \left|\begin{array}{c} \text{𝋬} \\ \text{𝋳} \\ \text{𝋩} \\ \text{𝋣} \\ \text{𝋬} \end{array}\right|.$$

El tzolkin (| 𝋬 | lamat)

$$484 \bmod 260 = 224,$$

$$224 \bmod 13 = 3 \qquad \to \mathbf{3},$$

$$224 \bmod 20 = 4 \qquad \to \mathbf{4}.$$

entonces será

$$\left| \begin{array}{l} 13 + 3 = 3 \\ lamat + 4 = eb. \end{array} \right\} \to |\ \text{𝋣}\ |\ \mathbf{eb}.$$

El haab (| 𝋫 | kankin)

$$484 \bmod 365 = 119,$$

$$\text{kankin} \to 119 - \overset{kankin}{9} - \overset{muan}{20} - \overset{pax}{20} - \overset{kayab}{20} - \overset{kumku}{20} - \overset{uayeb}{5} - \overset{pop}{20} = \overset{uo}{5} \to$$

entonces será | 𝋥 | **uo**.

Ejemplo 2: Repita el cálculo para el 31 de marzo de 2,000.

Faltan para 2001

$$\overset{marzo}{1} + \overset{abril}{30} + \overset{mayo}{31} + \overset{junio}{30} + \overset{julio}{31} + \overset{agosto}{31} + \overset{septiembre}{30} + \overset{octubre}{31} + \overset{noviembre}{30} + \overset{diciembre}{31} = 276 \text{ días.}$$

El ciclo semanal deja un residuo de

$$276 \bmod 7 = 3$$

entonces

$$lunes - 3 = \mathbf{viernes}.$$

En días julianos es

$$2451911 - 276 = 2451635.$$

La cuenta larga

$$\frac{276}{360} = 0.7666 \qquad \to \mathbf{0},$$

$$276 \bmod 360 = 276,$$

$$\frac{276}{20} = 13.8 \qquad \to \mathbf{13},$$

$$276 \bmod 20 = 16 \qquad \to \mathbf{16}$$

entonces

$$[12.19.(7-0).(15-13).(8-16)] =$$

$$[12.19.7.2.-8] =$$

$$[12.19.7.1.(20-8)] =$$

$$[\mathbf{12.19.7.1.12}] = \left|\begin{array}{c} \text{𝋬} \\ \text{𝋳} \\ \text{𝋧} \\ \text{𝋡} \\ \text{𝋬} \end{array}\right|.$$

El tzolkin

$$276 \bmod 260 = 16,$$
$$16 \bmod 20 = 16,$$
$$16 \bmod 13 = 3$$

entonces será

$$\left. \begin{array}{l} 13 - 3 = 10, \\ lamat - 16 = eb. \end{array} \right\} \to |\ \text{𝋪}\ |\ \mathbf{eb}.$$

El haab

$$276 \bmod 365 = 276,$$

entonces

$$-276 + \overset{kankin}{11} + \overset{mac}{20} + \overset{ceh}{20} + \overset{zac}{20} + \overset{yax}{20} + \overset{chen}{20} + \overset{mol}{20} + \overset{yaxkin}{20} + \overset{xul}{20} + \overset{tzec}{20} + \overset{tzotz}{20} + \overset{zip}{20} + \overset{uo}{20} + \overset{pop}{20} = -\overset{uayeb}{5} \to -5 + 5 = 0$$

entonces será |𝋠| **uayeb**.

Ejemplo 3: Repita el cálculo para la fecha de fundación de la Universidad de San Carlos, 31 de enero de 1676.

Faltan para el 2001

$$2000 - 1676 = 324$$

años y son

$$324 \times 365 = 118260$$

días, debemos sumar los días adicionales de los años bisiestos

$$\frac{324}{4} = 81$$

pero hay tres fines de siglo (1700,1800 y 1900) que no son bisiestos

$$118260 + 81 - 3 = 118338$$

mas los días restantes de 1676 y uno de 2001

$$118338 + \overset{2001}{1} + \overset{1676}{335} = 118674$$

El ciclo semanal deja un residuo de

$$118674 \bmod 7 = 3$$

entonces

$$lunes - 3 = \textbf{viernes}$$

Días julianos $2451911 - 118674 = \mathbf{2333237}$

La cuenta larga

$$\frac{118674}{7200} = 16.4825 \rightarrow \mathbf{16}$$
$$118674 \bmod 7200 = 3474$$
$$\frac{3474}{360} = 9.65 \rightarrow \mathbf{9}$$
$$3474 \bmod 360 = 234$$
$$\frac{234}{20} = 11.7 \rightarrow \mathbf{11}$$
$$234 \bmod 20 = 14 \rightarrow \mathbf{14}$$

entonces

$$[12.(19-16).(7-9).(15-11).(8-14)]$$

$$[12.3.-2.4.-6] = [12.2.(20-2).3.(20-6)]$$

12.2.18.3.14=

𝋬
𝋢
𝋲
𝋣
𝋮

El tzolkin

$$118674 \bmod 260 = 114,$$

$$114 \bmod 20 = 14,$$

$$114 \bmod 13 = 10$$

entonces será

$$\left.\begin{array}{l} 13 - 10 = 3 \\ lamat - 14 = ix. \end{array}\right\} \rightarrow$$ | 𝋣 | **ix**

El haab

$$118674 \bmod 365 = 49,$$

entonces

$$-49 + \overset{kankin}{11} + \overset{mac}{20} = -\overset{ceh}{18}$$

entonces será

$$(20 - 18 = 2)$$

2 ceh = | 𝋢 | **ceh**.

2.6. El Calendario en Guatemala

2.6.1. El Cholq'ij

El día cero de la cuenta larga |𝋠| corresponde a | 𝋤 | ahau, por lo que el 21 de diciembre de 2012, el | 𝋭 | baktún también fue | 𝋤 | ahau. Sin embargo el inicio del tzolkin, según los arqueologos es el | 𝋡 | imox, día que correspondió al 15 de julio de 2012 y de nuevo el 1 de abril de 2013.

En Guatemala, sin embargo, el Cholqu'ij (Tzolkin) que encuentra en uso hasta la fecha, tiene su inicio el

| 𝋨 | bat'z' (chuen en yucateco)

251 días despues del | 𝋤 | ahau y 150 días después del | 𝋡 | imox. Este día es motivo de celebraciones religiosas en la comunidad maya. El último inicio de Cholqu'ij previo al | 𝋭 | baktun fue el 12 de diciembre de 2012 y el primero posterior fue el 29 de agosto de 2013

2.6.2. El Ab'

El Haab inicia el día |𝋠| pop. El último inicio de Haab previo al | 𝋭 | baktun fue el 2 de abril de 2012 y los primeros tres, después, son el 2 de abril de 2013, 2014 y 2015, según la cuenta arqueológica. Pero en Guatemala el Ab' está corrido con respecto del Haab arqueológico 40 días (2 uinales) hacia adelante, de tal forma que el último |𝋠| pop antes del | 𝋭 | baktun fue el 22 de febrero de 2012, que corresponde al | 𝋥 | kayab del Haab arqueológico.

$$\overset{febrero}{7} + \overset{marzo}{31} + \overset{abril}{2} = 40$$

2.6.3. El cargador del haab

Los nombres de los días del tzolkin son 20 y los factores de 20 son 5 y 4, 5 es un factor tanto del haab como del tzolkin pero 4 solo del tzolkin por lo que el inicio del haab siempre cae sobre 4 de los nombres de los días del tzolkin, a estos cuatro nombres se les llama los cargadores del año.

Cargadores	
Yucateco	Kiche'
eb	E
caban	No'j
ik	Iq'
manik	Kej

En la tabla siguiente aparecen las fechas correspondientes a |𝋠| pop del conteo tradicional de Guatemala, incluyendo el día del tzolkin, para observar el ciclo de cargadores. Note que el número que acompaña al nombre también cambia

Ab' (Haab) y Cargadores del Ab'

Año	Fecha	Ab'	Cargador
2002	24 febrero	5118	3 Kej
2003	24 febrero	5119	4 E
2004	24 febrero	5120	5 No'j
2005	23 febrero	5121	6 Iq'
2006	23 febrero	5122	7 Kej
2007	23 febrero	5123	8 E
2008	23 febrero	5124	9 No'j
2009	22 febrero	5125	10 Iq'
2010	22 febrero	5126	11 Kej
2011	22 febrero	5127	12 E
2012	22 febrero	5128	13 Noj
2013	21 febrero	5129	1 Iq'
2014	21 febrero	5130	2 Kej

en la tercera columna de la tabla anterior aparece un número que corresponde al conteo de Ab's empezando aproximadamente con el |𝋠| de la cuenta larga.

|𝋭 𝋠 𝋠 𝋠 𝋠| $= 13 \times 144000 = 1872000\ d$

entonces

$$\frac{1872000}{365} = 5128.8\ a$$

el Ab' 5128 inició el 22 de febrero de 2012, previo al | 𝋭 | baktun.

2.6.4. Acuerdo 09-04

El 19 de febrero de 2004 el Congreso de la República emitió el Acuerdo 09-04 (AG0904) recomendando el uso del calendario maya e instando a celebrar la fecha del inicio del Ab'. El año del acuerdo, 2004 (Ab' 5120), correspondió al 24 de febrero y para el 2012 (Ab' 5128) se corrió al 22 de febrero debido a las correcciones del año bisiesto del Calendario Gregoriano. La comunidad maya celebra el inicio del Ab' y se le suele llamar "El Año Nuevo Maya".

2.7. El | 𝋭 | baktun

El 21 de diciembre de 2012 se completó un ciclo de 13 baktunes que inició el día |𝋠| = [0.0.0.0.0] que corresponde al 11 de agosto del año 3,113 AC según el calendario gregoriano y 584,283 días julianos usando la correlación de Goodman-Martínez, Thompson. Dado que 1872000 días, que corresponden al ciclo completo, es divisible entre 260

$$1872000 \bmod 260 = 0$$

entonces la fecha del tzolkin se repite pero la del haab no.

|𝋠| | 𝋤 | *ahau* | 𝋨 | *cumku* + 1872000 *d* =

= |𝋭 𝋠 𝋠 𝋠 𝋠| | 𝋤 | *ahau* | 𝋣 | *kankin*

el | 𝋨 | *cumku* del haab será | 𝋣 | *kankin*, debido a que

$$1872000 \bmod 365 = 280$$

| 𝋨 | *cumku* + 280 = | 𝋣 | *kankin*

La fecha de inicio del | 𝋭 | baktun es fácil de recordar, por lo que puede usarse como referencia para calcular fechas.

Ejemplo ¿Que día de la cuenta larga corresponde a la publicación de la versión 2 de este documento, el 30 de octubre de 2013?

Desde el 21 de diciembre habían transcurrido 313 días, entonces

$$\overset{2012}{10} + \overset{2013}{303} = 313$$

$$\frac{313}{20} = \mathbf{15}.65$$

$$313 \bmod 20 = \mathbf{13}$$

|𝋭 𝋠 𝋠 𝋠 𝋠| + |𝋯 𝋭| = |𝋭 𝋠 𝋠 𝋯 𝋭|

3. Apéndice

3.1. Día:

El período de 23 horas, 56 minutos y 4.09 segundos ($23.\,93446\,97$ *horas*) se denomina **Día Sideral** y el período de 24 horas **Día Solar.** La diferencia se debe a que el primero es medido por un observador en reposo sobre el sol y el segundo por un observador parado sobre la tierra que gira junto con ésta alrededor de su eje y alrededor del sol simultaneamente. La relación entre ambos períodos está dada por

$$\frac{1}{23.\,93446\,97} - \frac{1}{365.2564 \times 23.\,93446\,97} = \frac{1}{24}$$

donde 365.2564 es un año sideral.

3.2. Año:

El período de 365.2564 días se denomina **Año Sideral** y el período de 365.2422 días se denomina **Año Tropical.** La diferencia se debe a que el primero es medido por un observador en reposo en el sol, que por lo tanto nota la rotación del semieje mayor de la órbita de la tierra y el segundo por un observador fijo en la tierrra que está sufriendo la precesión. La relación entre ambos períodos está dada por

$$\frac{1}{365.2564} + \frac{1}{25770 \times 365.2564} = \frac{1}{365.\,2422}$$

donde $25,770$ años es el período de rotación del semieje mayor de la órbita de la tierra. Este movimiento de precesión, notado por primera vez por el astrónomo griego Hiparco, provoca un desplazamiento del eje de la tierra a través de algunas constelaciones de tal forma que ahora el eje se encuentra muy cerca de la estrella polar pero hace varios miles de años estaba mas lejos de ésta. El movimiento de precesión es el que provoca el "cabeceo" de un trompo mientras está girando alrededor de su eje y se está desplazando sobre el suelo. La tierra tiene este "cabeceo" pero es casi imperceptible pues no lo podemos notar directamente a lo largo de nuestra vida.

3.3. Mes Lunar:

El **periódo sideral** de la luna $T_{sideral} = 27.32166$ días es el que determina un observador situado en el sol, mientras que el **período sinódico** de la luna $T_{sinodico} = 29.\,530588$ días es el que determinamos desde la tierra, donde estámos afectados por la traslación de la misma. La relación entre los dos períodos es

$$\frac{1}{27.32166} - \frac{1}{365.2564} = \frac{1}{29.\,530588}$$

donde 365.2564 es el año sideral.

Dado que

$$\frac{365.2422}{29.530588} = 12.\,36826$$

cada año tendrá 12 o 13 plenilunios. El astrónomo ateniense Metón encontró, en 432 AC, la siguiente relación $\frac{235}{19} = 12.\,36842$ que difiere del cociente anterior solo en la cuarta cifra decimal lo que hace que en un ciclo de 19 años (ciclo metónico) tengamos una sucesión de plenilunios prácticamente en los mismos días. El ciclo metónico era ya conocido de los babilonios quienes fueron los primeros en darse cuenta que en 19 años había 235 ($19 \times 12.\,36826 = 234.\,997$) ciclos "casi" completos de la luna.

3.4. La duración del año maya

Como ya se indicó se asume que durante el año se va corriendo a lo largo de las estaciones (precesión) completando dos vueltas en el tiempo transcurrido entre [0.0.0.0.0] y [7.13.0.0.0]

De donde se sigue que:

$$7 \times 144000 + 13 \times 7200 + 0 \times 360 + 0 \times 20 + 0 = 1101600$$

entonces

$$\frac{1}{365} - \frac{1}{\frac{1101600}{2}} = \frac{1}{x}$$

dando como resultado

$$x = \frac{40208400}{110087} = 365.\,24203\,6$$

días para el año.

Como puede verse mejor que la aproximación gregoriana aunque hay que observar que muchos piensan que puede tratarse solamente de una coincidencia.

También debe notarse que esta precesión significa que el día del equinoccio va corriendose cada año en

$$\frac{1101600}{2 \times 365.2422} = 1508.0404\ a$$

1508.0404 años:

Eso significa que si este año el equinoccio es el 21 de marzo entonces en

$$\frac{1508.0404}{12} = 125.67\ a$$

125 años se correrá a cerca del 21 de abril en 250 años a cerca del 21 de mayo y así sucesivamente hasta que al cabo de 1508.04 años vuelve al 21 de marzo

3.5. La Fecha de la pascua

Gauss determinó el siguiente algoritmo para calcular el inicio de la pascua.

Sean n el año,

$$x \text{ y } y \text{ las constantes } \left\{ \begin{array}{lll} x & y & \text{época} \\ 15 & 6 & \text{Juliano} \\ 22 & 2 & 1583\text{-}1699 \\ 23 & 3 & 1700\text{-}1799 \\ 23 & 4 & 1800\text{-}1899 \\ 24 & 5 & 1900\text{-}2099 \end{array} \right. ,$$

$a = n \bmod 19$,
$b = n \bmod 4$,
$c = n \bmod 7$
$d = (19a + x) \bmod 30$ y
$e = (2b + 4c + 6d + y) \bmod 7$.

entonces si la pascua es en marzo será el día $(22 + d + e)$ y si la pascua es en abril será el día $(d + e - 9)$. Si $d = 28$ y $a > 10$ entonces de resultar de la ecuación 26 o 25 de abril debe sustituirse por 18 y 19 respectivamente.

Ejemplo

Sean 2002 el año,

$$x \text{ y } y \text{ las constantes } \begin{array}{lll} x & y & \text{época} \\ 24 & 5 & 1900\text{-}2099 \end{array} ,$$

$a = 2002 \bmod 19 = 7$
$b = 2002 \bmod 4 = 2$
$c = 2002 \bmod 7 = 0$
$d = (19 \times 7 + 24) \bmod 30 = 7$ y
$e = (2 \times 2 + 4 \times 0 + 6 \times 7 + 5) \bmod 7 = 2$

entonces si la pascua es en marzo será el día

$$(22 + 7 + 2)_{marzo} = 31$$

y si la pascua es en abril será el

$$(7 + 2 - 9)_{abril} = 0,$$

como no existe el 0 de abril evidentemente debe ser el 31 de marzo.

3.6. Las Constelaciones y el Sol

El sol en su camino anual en torno a las estrellas atraviesa las 12 constelaciones del Zodíaco, comenzando su recorrido en enero desde Sagitario hacia Capricornio, Acuario, Piscis Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra y Escorpión, para finalizar en diciembre de nuevo en Sagitario. Debido a la precesión de los equinoccios y a que no todas las constelaciones tienen las mismas dimensiones, las fechas que aparecen en el Horóscopo no coinciden con el movimiento real; además con la división actual del cielo en constelaciones el sol también pasa por Ofiuco, que está entre Escorpión y Sagitario. Otro hecho importante es que el hóroscopo comienza el 21 de marzo en Aries que debería corresponder al punto vernal (el equinoccio) sin embargo el punto vernal ahora se encuentra en Tauro.

Además de las constelaciones del Zódiaco existen otras 76 constelaciones de las cuales quizá las mas notorias son: Orión, la Osa Menor, La Osa Mayor, Ofiuco, Carina, Cassiopea, el Cisne, Vela, Lira y la Cruz del Sur.

Bibliografía

1. Dershowitz y Reingold, Calendrical Calculations, Cambridge University Press, USA (1997) http://emr.cs.iit.edu/home/reingold/calendar-book/index.shtml

2. Los nombres en kiché fueron proporcionados por la Academia de Lenguas Mayas de Guatemala.

3. Vorontsov y Veliamínov, Problemas y ejercicios prácticos de astronomía, Editorial MIR, Moscú (1979).

4. Carrol y Ostlie, Modern Astrophysics, Addison Wesley (EUA) 1,996.

5. Enciclopedie Italiane di Scienze, Instituto delle enciclopedie italiane da Giovanne Trecacani- Roma, Edizone 1949, Tomo VIII

6. Morley, Sylvanus, An introduction to the study of the mayan hieroglyphs, Dover, New York (1975).

7. http://www.michielb.nl/maya/

8. http://www.mayan-calendar.com/links.html

9. http://www.pauahtun.org/tools.html

10. http://hermetic.magnet.ch/cal_stud/maya/conts.htm

11. http://fisica.usac.edu.gt/∼cifuentes/mayas/