**SOVAFA**
**Sociedad Venezolana de Aficionados a la Astronomía**

**Contacto con el Universo**

# BREVE CALENDARIO LUNAR

## TOBIAS ARIAS

V Encuentro Nacional de Aficionados a la Astronomía
Puerto Ordaz
10 al 12 de Octubre de 1.982

BREVE CALENDARIO LUNAR.
************************

Quinto Encuentro Nacional de
Aficionados a la Astronomía.
Puerto Ordáz,10 al 12 de Octubre de 1982.
**************

Tobías Arias M.

# Breve Calendario Lunar.

El objeto de este trabajo es exponer los pasos a seguir para la determinación de la denominada Edad de la Luna para una fecha cualquiera, es decir, los dias transcurridos desde el último novilunio, para lo cual hay que precisar las fechas de los plenilunios y de los novilunios.

1°) Aureo número o número de oro:

Número del año dentro de un ciclo de Metón (astrónomo griego que le descubrió y dió a conocer a los griegos el año 432 a.d.J.C., con motivo de la 86ª Olimpiada.), o ciclo lunar de casi 19 años años julianos o años de 365,25 dias.

El ciclo de Metón equivale a 235 lunaciones, meses lunares o meses sinódicos. Esto es:

$$235 \times 29,530588 \text{ (dias)} = 6.939,6881 \text{ (dias)}.$$
$$19 \times 365,25 \quad '' = 6.939,7500 \quad ''.$$
$$\text{Diferencia} = 0,0619 \text{ (dias)}.$$

Esta discrepancia representa un error de:

$$0,0619 \text{ (dias) en } 19 \text{ (años)}.$$
$$1,0000 \quad '' \quad '' \quad x \quad ''.$$
$$x = 306,94668 \text{ (años)} \cong 307 \text{ (años)}.$$

Lo cual lo hace bastante aceptable para los cómputos aproximados (error de ± 1 dia) de fechas dentro de los Calendarios Juliano y Gregoriano.

Ahora bien, se ha evidenciado qué había transcurrido un año de un periodo de 19 años cuando empezó la Era Cristiana, de donde resulta la regla siguiente para determinar el áureo número de un año determinado:

Al número $m$ del año se añade 1 y se divide por 19: el residuo es el número de oro del año $m$. O sea:

$$n = \left[m+1\right]_{19}.$$

Ejemplo. Año 1.947.

$$n = \left[1.947+1\right]_{19} = \begin{array}{r|l} 1948 & 19 \\ \cline{2-2} =48 & 102 \\ \boxed{10} & \end{array}$$

10 es el número de oro del año 1.947 y habían transcurrido 102 ciclos de Metón desde el inicio de nuestra Era.

Ejemplo. Año $-4.714$ = año 4714 a.d.C.

$$n = \left[-4714+1\right]_{19} = \begin{array}{r|l} -4713 & 19 \\ \cline{2-2} =91 & -248 \\ 153 & \\ -1 & \end{array}.$$

Áureo número del año $-4714$:

$$n = 19+(-1) = 18.$$

El año $-4714$ fué cuando, según se ha convenido en Cronología (ciencia hija de la Astronomía), inició un período de 7.980 años, establecido por Julio César Escalígero (1484-1558), médico y astrónomo, para la evaluación del tiempo en Astronomía.

El número 7.980 es el mínimo común múltiplo de :

19 = años de un ciclo lunar.
28 = años de un ciclo solar.
15 = años de una indicción romana.
O sea : 19 × 28 × 15 = 7.980.

No se dan definiciones de los dos últimos períodos porque alargarían mucho este trabajo.

Sólo agregaremos, por ahora, lo siguiente :

a) El primer período juliano terminará el año 3.266 d.d.C.

b) Transcurrido un ciclo de Metón las fases de la Luna caen sensiblemente en las mismas fechas del año juliano.

c) El llamado año juliano se refiere al año de 365,25 días medios, establecido por Cayo Julio César (101 a 44, a.d.C.) siguiendo los consejos del astrónomo Sosígenes, que enseñaba en Alejandría. La reforma juliana arranca del año 46 a.d.C, o sea, el año 708 de la fundación de Roma, según Varrón.

2°) Epacta : Concepto introducido en Cronología por Luis Lilio Giraldi, astrónomo calabrés que asesoró a Gregorio XIII en la reforma del Calendario Juliano.

Epacta, que significa adición, es un número que representa los días transcurridos desde el último novilunio de un año hasta el 1° de

Enero del año siguiente, o en otras palabras, la <u>Epacta de un año cualquiera es la edad de la Luna el día 1º de Enero de ese año.</u>

3º) <u>Cálculo de la Epacta :</u>

a) Se ha investigado que el 1º de Enero del año anterior a aquel en que empezó la Era Cristiana, sensiblemente a la $0^h$, la Luna estaba en novilunio, y su edad no será 0, precisamente, sino 11, que es el exceso en días que lleva el año solar al año lunar, pues ambos comenzaron, afortunadamente, al mismo tiempo.

La Epacta 11 proviene de :

12 meses solares = 365,25 días.

12 " lunares = 12 × 29,530588 = 354,37 "

10,88 días.

Y como la Epacta del año siguiente se obtiene sumando 11 a la anterior, tenemos la siguiente correspondencia entre Epactas y números de oro, para los años de cada ciclo lunar, en el Calendario Juliano :

<u>Cuadro de las Epactas correspondientes al áureo número antes de la corrección del Calendario.</u>

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aureo número: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Epacta: | XI | XXII | III | XIV | XXV | VI | XVII | XXVIII | IX | XX |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aureo número: | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Epacta: | I | XII | XXIII | IV | XV | XXVI | VII | XVIII | XXIX |

Conociendo el áureo número de un año cualquiera podemos saber la epacta, según la correspondencia anterior, pero siempre dentro del Calendario Juliano.

Ejemplo.- Año 33 d.d.C (muere Jesús de Nazaret).

Aúreo número $n = \frac{33+1}{19} = 34 \,|\, 19$ ; $15 \,|\, 1$.

Epacta del año 33 d.d.C : 15. (cuadro anterior). $E = 15$.

4º) Cálculo de los plenilunios y los novilunios:

$$P = 29{,}53\left[m - \left(\frac{1}{2} + \frac{E}{29{,}53}\right)\right] - \sum_{1}^{m-1}(dias).$$

$$N = 29{,}53\left[m - \frac{E}{29{,}53}\right] - \sum_{1}^{m-1}(dias).$$

Donde:

$P$ = dias dentro del mes $m$, que será plenilunio.

$N$ = " " " " " , " " novilunio.

$\Sigma$ = suma de los dias de los meses anteriores a $m$.

$m$ = número que corresponde al mes dado.

Suma de los dias de los meses, de 3 en 3:

| | | |
|---|---|---|
| Enero = 31. | Abril = 30 | Julio = 31. |
| Febrero = 28 | Mayo = 31 | Agosto = 31. |
| Marzo = 31. | Junio = 30 | Septiem. = 30. |
| 90. | 91. | 92. |

Octubre = 31. Total: 365 días.
Noviembre = 30.
Diciembre = 31.
92.

Aprovecharemos la fórmula de los plenilunios para averiguar la fecha del primer plenilunio después del equinoccio de Primavera (21 de Marzo).

Tenemos:

$$P = 29{,}53\left[4-\left(\frac{1}{2}+\frac{15}{29{,}53}\right)\right]-(31+28+31) = -1{,}645\ (\text{días}).$$

Quiere esto decir que el plenilunio de Marzo fué el:

$$\begin{array}{r} 31{,}000 \\ -1{,}645 \\ \hline 29{,}355. \end{array}$$

O sea: 29 de Marzo a las $8^h\ 31^m\ 12^s$.

Consultando un Calendario Perpétuo veremos que el 29 de Marzo de 33 d.d.C. fué día Domingo.
Este Domingo se llama Pascua de Resurrección, de manera que Jesucristo fué crucificado el Viernes 27 de Marzo del año 33.

Ejemplo 2°. Determinar la Pascua del año 1.982. Este año pertenece al Calendario Gregoriano.

a) Aureo número del año: $\frac{1982+1}{19} = \begin{array}{r|l} 1983 & 19 \\ -83 & 104 \\ 7 & \end{array}$

b) Fórmula general de la Epacta para los años gregorianos:

$$\boxed{E = \left[n + 10\left[n\right]_3 - 3 - c + \left(\frac{c}{4}\right) + \left(\frac{8c+13}{25}\right)\right] - 30.}$$

Esta fórmula se debe a C. F. Gauss (1.777-1855).

El corchete quiere decir que al dividir por 3 sólo tomaremos el residuo.

El paréntesis, que al dividir por 4 o por 25 sólo tomaremos en cuenta el cuociente.

<u>m = áureo número. = 7.</u>

<u>Luego:</u>

$$E = \left[7 + 10\left[\begin{array}{r|l} 10 & 3 \\ \cline{2-2} 1 & 3 \end{array}\right] - 3 - 19 + \left(\begin{array}{r|l} 19 & 4 \\ \cline{2-2} 3 & 4 \end{array}\right) + \left(\frac{8\times 19 + 13}{25}\right)\right] - 30.$$

$$\begin{array}{r|l} 165 & 25 \\ \cline{2-2} 15 & 6 \end{array}$$

O sea: $E = \left[7 + 10\times 1 - 3 - 19 + 4 + 6\right] - 30 = -25.$

Pero como E no puede ser negativa, se hace:

$E = 30 + (-25) =$ <u>5. – Epacta de 1982.</u>

c) Plenilunio siguiente al equinoccio de Primavera (21 de Marzo):

$$P = 29{,}53\left[m - \left(\frac{1}{2} + \frac{E}{29{,}53}\right)\right] - \sum_{1}^{m-1} (\text{días}). \quad (\text{Pág. } 5).$$

<u>Substituyendo:</u>

$$P = 29{,}53\left[4 - \left(\frac{1}{2} + \frac{5}{29{,}53}\right)\right] - (31 + 28 + 31) = 8{,}3555 \ (\text{días}).$$

Fué plenilunio el 8 de Abril a las $8^h\, 31^m\, 55^s$.

d) <u>El domingo siguiente</u> fué la Pascua de Resurrección: Domingo 11 de Abril de 1.982.

5º) <u>Edad de la Luna</u>:

a) Por el plenilunio anterior a una fecha cualquiera:

$$\boxed{e = 14{,}765 + (\text{Fecha} - P).}$$

e = edad de la Luna.
P = fecha del plenilunio.

b) Por el novilunio siguiente a una fecha cualquiera:

$$\boxed{e = 29{,}53 - (N - \text{Fecha}).}$$

<u>Ejemplo</u>.- Averiguar la edad de la Luna para el 1º de Enero de un año cuya epacta es 15. (Por definición, son sinónimos).

Veamos:

a) $e = 14{,}765 + \left[ 0 - (-15 + 14{,}765) \right] = 15{,}00$ (dias).

b) Por el novilunio siguiente al 1º de Enero:

$$e = 29{,}53 - \left[ (29{,}53 - 15) - 0 \right] = 15{,}00 \text{ (dias)}.$$

<u>Luego</u>: al fijar 15 como epacta a un año cualquiera, lo estamos haciendo a $0^h$ del 1º de Enero, cuando empieza el dia 1, exactamente.

6º) <u>Plenilunios de 1.982</u>:

Enero: $P = 29,53\left[1-\left(\frac{1}{2}+\frac{\mathcal{E}}{29,53}\right)\right] - 0(\text{dias})$. $\mathcal{E} = 5$.

O sea: $P = 29,53\left(1-0,6693193\right) = 9,765$ (dias).

$P = 9^d\ 18^h\ 21^m\ 36^s$.

Febrero: $P = 29,53\left(2-0,6693193\right) = 39,295001$.

O sea: $P = 39,295001 - 31(\text{dias}) = 8,295001$ (dias).

$P = 8^d\ 7^h\ 04^m\ 48^s$.

Marzo: $P = 29,53\left(3-0,6693193\right) - (31+28) = 9,825001$.

$P = 9^d\ 19^h\ 48^m\ 00^s$.

Abril: $P = 29,53\left(4-0,6693193\right) - \Sigma(E+F+M) = 8,355$ (dias).

$P = 8^d\ 8^h\ 31^m\ 12^s$.

Mayo: $P = 29,53\left(5-0,6693193\right) - \sum_1^4 = 7,885$ (dias).

$P = 7^d\ 21^h\ 14^m\ 24^s$.

Junio: $P = 29,53\left(6-0,6693193\right) - \sum_1^5 = 6,415001$ (dias).

$P = 6^d\ 10^h\ 55^m\ 12^s$.

Julio: $P = 29,53\left(7-0,6693193\right) - \sum_1^6 = 5,945001$ (dias).

$P = 5^d\ 22^h\ 40^m\ 48^s$.

Agosto: $P = 29,53\left(8-0,6693193\right) - \sum_1^7 = 4,475001$ (dias).

$P = 4^d\ 11^h\ 24^m\ 00^s$.

Septiembre: $P = 29,53\left(9-0,6693193\right) - \sum_1^8 = 3,005001$ (dias).

$P = 3^d\ 0^h\ 7^m\ 12^s$.

Octubre: $P = 29,53\left(10-0,6693193\right) - \sum_1^9 = 2,535001$ (dias).

$P = 2^d\ 12^h\ 50^m\ 24^s$.

Noviembre: $P = 29,53\left(11-0,6693193\right) - \sum_1^{10} = 1,065001$ (dias).

$P = 1^d\ 1^h\ 33^m\ 36^s$.

Diciembre: $P = 29,53\left(12-0,6693193\right) - \sum_1^{11} = 0,595001$ (dias).

$P = 0^d\ 14^h\ 16^m\ 48^s$.

En Diciembre habrá otro plenilunio:

$P' = 0,595001 + 29,53 = 30,125001$ (dias).

$P' = 30^d\ 3^h\ 00^m\ 00^s$.

Observaremos que los plenilunios calculados no coinciden con los plenilunios astronómicos del Anuario del Observatorio de Madrid, año 1.982, sino dentro de diferencias que fluctúan de $1^h$ a $12^h$, lo cual es debido a la inexactitud de fijar la Epacta igual a un número entero, hecho muy difícil que se dé en Astronomía.

7º) <u>Plenilunio de Octubre de 1.492:</u>

a) 1.492 es año Juliano. Su áureo número:

$$\frac{1492+1}{19} = \begin{array}{r|l} 1493 & 19 \\ 163 & 78 \\ 11 & \end{array}. \quad \text{Áureo número} = 11.$$

b) J en la Pág. 4 hallamos: Epacta = 1.

d) $\text{Plenilunio de Octubre} = 29{,}53\left[10-\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{29{,}53}\right)\right]-\sum_{1}^{9}.$

$P = 29{,}53(9{,}4661361) - 273(\text{dias}) = 6{,}5350002\ (\text{dias}).$

<u>Fué plenilunio el dia 6 a las $13^h\ 50^m\ 24^s$.</u>

8º) <u>Ciclo de Hiparco</u> (siglo II a.d.C).

Es un periodo de 304 años julianos, o sea, de 16 Ciclos de Metón, que es mucho más exacto que éste. Se compone, pues, de $16 \times 235 = 3.760$ meses lunares o sinódicos, al término de los cuales <u>las fases de la Luna coinciden en las mismas fechas y horas que al principio.</u>

## ¿ Armonía o pura casualidad ?

a) Si al año 33 d.d.C. agregamos 7 Ciclos de Hiparco, tendremos :

$$33 + 7 (304) = 2.161 \text{ (años)}.$$

b) Si luego este resultado lo multiplicamos por 12, tendremos :

$2.161 \times 12 = 25.932$ (años), duración de una revolución completa de la linea de los equinoccios alrededor del centro de la Tierra, que se conoce con la denominación de <u>Precesión de los equinoccios.</u>

c) I el ángulo de precesión vale :

$$\psi'' = \frac{360 \times 60 \times 60}{25.932} = 49'',97 \text{ (anuales)}.$$

T. Arias M.

21-09-82.