

# EQUIVALENCIA ENTRE EL CALENDARIO LUNAR Y EL CALENDARIO GREGORIANO

## EQUIVALENCE BETWEEN THE LUNAR CALENDAR AND THE GREGORIAN CALENDAR

SAMUEL DE JESÚS CASTILLO APOLONIO<sup>1</sup>

### RESUMEN

En este trabajo, se establece una correspondencia entre las fechas de un calendario lunar con las del Calendario Gregoriano, que es el calendario usual. Se usan principios básicos de aritmética, para calcular el número de días existente entre dos fechas del Calendario Gregoriano y para calcular el número de días existente entre dos fechas de un calendario lunar dado. Se escoge el Calendario Hebreo Caraíta por ser el calendario lunar que, según el autor, más se ajusta al Calendario Hebreo Bíblico. Se dan razones bíblicas y lingüísticas, para respaldar esta elección. No obstante, el lector puede elegir otro calendario lunar.

PALABRAS CLAVES: Calendario Lunar, Calendario Gregoriano, Calendario Hebreo Caraíta, Fiestas Hebreas.

### 1. INTRODUCCION

El objetivo del presente ensayo es establecer una correspondencia entre el calendario hebreo bíblico y nuestro calendario usual. Tal correspondencia podría resultar muy útil para datar acontecimientos bíblicos ocurridos cercanos a ciertos días de celebración judaica (Levítico 23), los cuales están expresados en términos del Calendario Hebreo, que es un calendario lunar. Con este fin, se organiza este ensayo de la siguiente forma: En la sección 2, se dan algunas nociones aritméticas preliminares que serán de mucha utilidad. En la sección 3, se hace referencia

a un caso particular de calendario lunar: el Calendario Hebreo Caraíta y se dan razones bíblicas y lingüísticas del porqué éste sería el calendario hebreo bíblico. En la sección 4, se propone un método para calcular el número de días existentes entre una fecha dada y otra del Calendario Gregoriano y se da un ejemplo de cómo determinar la fecha exacta de observancia de fiestas hebreas anuales en un determinado año. En la sección 5, se propone un método para relacionar fechas del Calendario Hebreo Caraíta con las del Calendario Gregoriano. Finalmente, en la sección 6, se aborda una forma de llegar a la fecha de la ejecución de Jesucristo (ocurrida durante la celebración de la Pascua). Este problema estudiado por Humphreys & Waddington (1983).

<sup>1</sup>Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias. Universidad del Bío-Bío. Casilla 5-C, Concepción, Chile. E-mail: scastill@ubiobio.cl

## 2. PRELIMINARES ARITMETICOS

*Definición:* Sea  $x$  un número real. Se define  $[x]$  como el menor número entero menor o igual a  $x$ .

*Ejemplo:*  $[3,1416] = 3$ ,  $[2,71] = 2$ ,  $[-1,21] = -2$ .

*Lema:* Sea  $p$  un número entero y  $q$  un número entero positivo. Entonces  $p$  puede escribirse como un número entero de ciclos de  $q$  unidades más un resto no negativo menor que  $q$ , es decir, existe un par de números enteros  $k$  y  $r$  tales que  $p = qk + r$ , donde  $0 \leq r < q$ . Este resto  $r$  puede ser calculado mediante la siguiente relación  $r = p - q \left[ \frac{p}{q} \right]$ .

*Demostración:* Sean  $p$  y  $q$  dos números enteros. Entonces,  $\left[ \frac{p}{q} \right] \frac{p}{q} = 1 + \left[ \frac{p}{q} \right]$ . De aquí,  $q \left[ \frac{p}{q} \right] = p - q \left[ \frac{p}{q} \right]$ . Por lo tanto,  $0 \leq p - q \left[ \frac{p}{q} \right] < q$ , de donde se obtiene el resultado de este lema.

*Ejemplos:*

a) Dada una fecha con un día de la semana conocido se puede calcular el día de la semana a la que corresponderá otra en el futuro. Si deseamos encontrar el día de la semana en que tendrá lugar la Navidad del año 2001, podemos ver un calendario o, bien, usar el hecho que el 20 de abril de 2001 es un viernes. En efecto, desde el 20 al 30 de abril hay 10 días. Hasta el 30 de noviembre hay 7 meses, es decir,  $30 \times 7 + 4 = 214$  días. En total, tenemos 224 días. Si sumamos 25 días, tendremos que desde el 20 de abril de 2001 al 25 de diciembre de 2001 hay 249 días. Ahora,  $249 - 7 \left[ \frac{249}{7} \right] = 4$ , de donde se obtiene que la Navidad será un día martes, por ser 4 días después de un viernes.

b) Para calcular el día correspondiente al Combate Naval de Iquique, es decir, el 21 de mayo de 1879, consideremos el día correspondiente a esta fecha en un año presente. El 21 de mayo de 2001 corresponde al día lunes. El número de días entre el 21 de mayo de 2001 y de 1879 viene dado por  $N = (2001 - 1879) \times 365 + b$ , donde  $b$  es el número de años bisiestos existentes entre aquellas fechas. Dado que, en este caso, los años bisiestos serán todos aquellos divisibles por 4, excepto 1900, tenemos que

$$b = \{(2000 - 1880) / 4 + 1\} - 1 = 30.$$

Luego,  $N = 44.560$ . Así,  $N - 7 \left[ \frac{N}{7} \right] = 5$ . Si desde el día lunes retrocedemos 5 días, llegamos a que el Combate Naval de Iquique ocurrió un día miércoles.

Para estos cálculos se agruparon los años en ciclos de 19 años. Cada uno de estos ciclos se llama Ciclo Metónico. Más de esto será tratado en la sección 3. Por el momento, enunciaremos el siguiente lema, que es una consecuencia directa del lema anterior:

*Lema:* La cantidad de ciclos de 19 años (Ciclos Metónicos) existentes entre 1999 y un año  $n$  anterior viene dada por  $\left[ \frac{1999 - n}{19} \right]$ . El resto de años sobrante vendrá dado por  $1999 - n - 19 \left[ \frac{1999 - n}{19} \right]$ .

## 3. CALENDARIO LUNAR

Calendario lunar se entiende por aquel cuyos meses están dados por el cumplimiento de las fases de la luna. El calendario hebreo actual considera los meses de luna nueva en luna nueva. El ejemplo a considerar será el que posiblemente es el calendario hebreo original, el cual difiere del calendario hebreo usual (en aproximadamente dos días).

Según la Biblia, la definición del primer mes del año dada en Exodo 12:2 ocurre des-

pués de la aparición de la cebada que es destruida por una plaga de granizo (Exodo 9:23, 31) y antes de la muerte de los primogénitos, en la noche de Pascua (Exodo 12:12). Otro apoyo a esto es el relato donde Jesús multiplica los panes y los peces. Faltaban pocos días para la Pascua, la cual es el día 15 del primer mes hebreo y había un joven que tenía una canasta con panes de cebada (Juan 6:4,9). Para que aparezca la cebada, la primavera es necesaria ya que el periodo que la precede es de abundantes lluvias lo cual hacía que el Jordán se desbordara (Josué 3:15; 5:10,11). Las lluvias hubiesen dañado la cebada. Así, el comienzo del año ocurre después de la puesta de sol del 20 de marzo, día que marca el comienzo de la primavera en el hemisferio norte.

La palabra hebrea usada para mes bíblico *yé-raj* es muy similar a la palabra usada para lunación *ya-re-aj*. Cada mes comenzaba con el inicio de una lunación que en hebreo es *jó-desch* (Exodo 12:1) y esta palabra hebrea viene del hebreo *já-dasch* que significa nuevo, renovar, reparar (1<sup>ra</sup> de Samuel 11:14; 2<sup>da</sup> de Crónicas 15:8; 24:4; 24:12; Job 10:17; Salmos 51:10; 103:5; 104:30; Isaías 61:4 y Lamentaciones 5:21). Luego, el principio de la lunación que define el mes no es la luna nueva, que no se ve, sino la luna reparada, es decir, la primera vez que aparece una parte iluminada de la luna después de desaparecer al haber completado su ciclo sinódico. Esta definición del principio de mes es usada por los judíos caraitas. Por lo tanto, el comienzo del año hebreo es la primera "luna renovada" después de la aparición de la cebada.

El periodo repetitivo de las cuatro estaciones deja ver que el número de estos meses tiene que ajustarse con el tiempo que toma la tierra en dar una vuelta alrededor del sol, es decir, un año solar.

El año solar y el mes lunar tienen en promedio  $S = 365,2421105$  días y  $L = 29,5305555$  días, respectivamente. Luego el número de

meses lunares en un año solar es aproximadamente  $M = S/L = 12,36827768$ . Podemos notar que los años lunares tendrán entre doce y trece meses. Esto ocurre 7 veces dentro de un periodo de 19 años o Ciclo Metónico. En este ciclo habrá un total de 6.939,6 días. Los detalles de estos cálculos están tratados en Castillo (1999).

Nótese que considerar los años en grupos de 19 años o de 6.939,6 días, reduce el error producido por la fraccionaria.

Luego tenemos el siguiente resultado:

*Proposición 1:* La cantidad de días comprendidos entre dos fechas del Calendario Hebreo, una de 1999 y la otra de un año  $n$  anterior es:

$$H(n) = 6939,6C(n) + L[M(a(n) - 19b(n))],$$

salvo un error de  $L$  días, donde  $a(n) = 1999 - n$  es el número de años comprendidos entre los años  $n$  y 1999,  $b(n) = [a(n)/19]$  es el número de ciclos de 19 años comprendido entre esos años y  $C(n) = 6939,6b(n)$  es el número de total de días en  $b(n)$  ciclos de 19 años.

El error de  $L$  días es debido al hecho que cada año lunar tiene 12 o 13 meses.

#### 4. CONTANDO LOS DIAS EN EL CALENDARIO GREGORIANO

*Proposición 2:* La cantidad de días entre una fecha posterior a febrero 28 de 1999 y una misma fecha de un año anterior  $n$  y posterior a 1582 es:

$$G(n) = 730.119 - 365n - [n/4] + [n/100] - [n/400].$$

Para información básica sobre el Calendario Gregoriano, consideremos lo que dice el *Diccionario bíblico* (WTB y TSP, 1991), bajo el artículo CALENDARIO: "En el año 1582 EC el papa Gregorio XIII introdujo una ligera revisión al calendario: Seguirían siendo bisiestos todos los años múltiplos de cuatro, con la excepción de los seculares, los acaba-

dos en dos ceros, que sólo se contarán como tales si el número de centenas es múltiplo de cuatro". Si considerásemos que cada año tiene solo 365 días, la cantidad de días existentes entre una fecha determinada, posterior al febrero 28, de 1999 y la misma fecha de un año anterior  $n$  es  $365 \times (1999 - n)$  días. Si consideramos que cada año múltiplo de 4 tiene 366 días, tenemos que agregar  $499 - [n/4]$  días más a la cantidad anterior. Si supusiéramos que cada año múltiplo de 100, aunque es múltiplo de 4, tiene 365 días, entonces tendremos que restar  $19 - [n/100]$  días a nuestra cantidad. Por último, al considerar que los años múltiplos de 400 tienen 366 días, sumamos  $4 - [n/400]$  días. Esto es válido para valores de  $n$  mayores a 1582 puesto que en tal año el Papa Gregorio XIII hizo una modificación al calendario usual y al jueves 4 de octubre de 1582 siguió el viernes 15 de octubre. Nótese que de todas maneras el ciclo semanal no fue alterado.

Más sobre el cálculo de un día de la semana, dada una fecha del calendario gregoriano ha sido tratado extensamente por Cohen (2000).

## 5. RELACION ENTRE EL CALENDARIO LUNAR Y EL CALENDARIO GREGORIANO

Para valores enteros de  $n$ , entre 1583 y 1999 seguiremos los siguientes métodos con el fin de hacer corresponder una fecha del calendario lunar con una de nuestro calendario usual, es decir, el Calendario Gregoriano.

Si  $G(n) > H(n)$ , entonces sumaremos  $G(n) - H(n)$  días a la fecha de partida considerada en nuestro calendario lunar. Si  $H(n) > G(n)$ , restaremos  $G(n) - H(n)$  a la fecha de partida. Si la fecha resultante resulta ser previa al 20 de marzo del año  $n$ , agregaremos  $L$  días más. Si la fecha resultante resulta ser posterior al 20 de abril del año  $n$ , restaremos  $L$  días a la fecha obtenida.

Nuestra fecha de comienzo del año lunar, correspondiente a 1999, será la del Calendario Caráita: la primera luna nueva (o renovada): sábado 17 de abril a las 19:26.

*Ejemplo:* Si queremos calcular la fecha del comienzo del año hebreo caráita correspondiente a 1844, calculamos  $G(1844) - H(1844) = 2,56994$ . Entonces el día de partida para el ciclo anual de ese año estará fechado en abril 19 de 1844 a las 13:40 horas. Si queremos calcular la fecha del *Yom-Kippur* o día de la expiación caráita correspondiente a ese año, que cada año se celebra el día 10 del séptimo mes, sumamos  $6L$  días al día de inicio, para llegar al primer día del séptimo mes caráita correspondiente a ese año: octubre 13 de 1844 a las 18:03 horas. Por lo tanto, el *Yom-Kippur* caráita de ese año tuvo lugar el 22 de octubre de 1844.

## 6. UN PROBLEMA INTERESANTE

Humphreys & Waddington (1983) hicieron un cálculo de la posible fecha de la muerte de Jesucristo. Ellos datan ésta en el año 33 de nuestra era. A partir de nuestros cálculos, se puede establecer este suceso en el año 31. El método para hacerlo es darse un rango en el cual esto pudiese haber ocurrido. Por ejemplo, los años 23 al 42 de nuestra era. Partiendo de la base que dicho evento ocurrió el día 14 del primer mes lunar bíblico, que este mes lunar fue definido a la manera caráita y que tal día fue un día viernes, se busca los años del rango desde el año 23 al año 42 en que tal fecha haya sido un día viernes. Los detalles son dejados al lector. Schaefer (1990) hace mención de los problemas de inexactitud que podrían haber por tratar de establecer el punto de partida de un ciclo lunar, sin tener los instrumentos de los que ahora se dispone.

## 7. REFERENCIAS

- CASTILLO, S. (1999). "Shabbaths: Una mirada a los números de la Biblia". *Theoria* Vol. 8. Universidad del Bío-Bío, pp. 17-28.
- COHEN, E. (2000). "What day of the week is it?". *Cubo matemática educacional* Vol. 2. Universidad de la Frontera, pp. 1-11.
- HUMPHREYS, C. & WADDINGTON, W. (1983). "Dating the Crucifixion". *Nature* Vol. 306, pp. 743-746.
- SCHAEFER B. (1990). "Lunar visibility and the crucifixion". *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* Vol. 31. pp. 53-67.
- WTB y TSP (1991). "Perspicacia para comprender las Escrituras". *Watchtower Bible and Tract Society of N.Y., Inc.* International Bible Students Association. Brooklyn, N.Y., U.S.A. Vol. 1 y 2.

