



90.

DEMOSTRACIÓN ENTRE LA DURACIÓN DE LA
CUENTA LARGA HASTA EL 13 BAK'TUN
Y SU RELACIÓN CON LA PRECESIÓN
DE LOS EQUINOCCIOS DEL PLANETA TIERRA

Erick Reyes Andrade

XXVI SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
16 AL 20 DE JULIO DE 2012

EDITORES
BÁRBARA ARROYO
LUIS MÉNDEZ SALINAS

REFERENCIA:

Reyes Andrade, Erick

2013 Demostración entre la duración de la Cuenta Larga hasta el 13 Bak'tun y su relación con la precesión de los equinoccios del planeta Tierra. En *XXVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2012* (editado por B. Arroyo y L. Méndez Salinas), pp. 1079-1082. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

DEMOSTRACIÓN ENTRE LA DURACIÓN DE LA CUENTA LARGA HASTA EL 13 BAK'TUN Y SU RELACIÓN CON LA PRECESIÓN DE LOS EQUINOCCIOS DEL PLANETA TIERRA

Erick Reyes Andrade

PALABRAS CLAVE

Precesión, equinoccios, 13 bak'tun, Arqueoastronomía, Calendario juliano, Calendario gregoriano.

ABSTRACT

The study of the calendars has always aroused great excitement due to its application, but its main strength is the observation of stellar change, from the changes that the Earth is. This shows the relationship between the long count in a period of 13 bak'tun and movement of the planet on the solar ecliptic, especially the nutation and precession. Taking into account this astronomical observation we can infer that the establishment of such a measure in timing was not random, and confirms in great detail in astronomical knowledge possessed by the Maya.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla del desarrollo de una cultura antigua es inevitable analizar el estudio que tuvieron del fenómeno estelar, ya que este siempre ha estado en concordancia con la construcción del calendario, lo cual resulta de principal importancia en la sobrevivencia por medio de la agricultura en cualquier lugar. En el caso mesoamericano de la cultura maya, la observación del cielo siempre estuvo unida a la construcción de pirámides en diversos tamaños para la observación minuciosa del movimiento de estrellas, constelaciones y planetas. Este detalle de acuciosidad hizo que elaboraran calendarios para distintos propósitos pero sin tener factores de corrección como en el caso de nuestro calendario actual.

COMPARACIÓN ENTRE CALENDARIOS

La observación de las estrellas y planetas ha estado asociada con una relación cosmogónica. Para el caso de los mayas, ellos establecieron una representación simbólica entre los eventos estelares y la abstracción antropomórfica manifestada en el arte, tanto en cerá-

mica, códices, huesos y en representaciones escultóricas a gran escala, manteniendo un hilo conductor en cuanto a la saga de la creación del universo junto con la descripción de las divinidades que se plasmaban de acuerdo a la comprensión del movimiento cósmico. Es muy difícil determinar si tenían algún modelo de percepción astronómica, bajo la poca evidencia encontrada del mismo, pero no cabe duda que en algún momento manejaron la idea de que el lugar donde residían era el centro de la vida y que es desde allí donde se tenía que observar al universo como punto de referencia. Para ello generaron registros que, de manera organizada, se convirtieron en calendarios.

En el caso que nos interesa, analizamos el calendario de la cuenta larga con sus respectivas divisiones comparándolo con el calendario gregoriano y ajustándolo para obtener los datos reales bajo nuestra percepción actual.

Entre los calendarios juliano, gregoriano y maya, según la investigación realizada por Sylvanus Morley, el que tiene mayor aproximación con el año tropical es este último, debido a que no tiene correcciones y el

promedio de días que se establece tiene un factor en diez milésima con una diferencia de 2, y el gregoriano cuenta con el factor correctivo de los años bisiestos, cuyas condiciones fueron introducidas por Luigi Lilio en 1582 por encargo del Papa Gregorio XIII, teniendo dos condiciones fundamentales: la primera es que todos los años que no son finales de siglo pueden ser bisiestos si además son divisibles exactos entre cuatro, con una duración de 366 días, o regulares si no son divisibles entre cuatro, con una duración de 365 días; la segunda condición es que los finales de siglo que sean divisibles entre 400 son bisiestos, mientras los que no son divisibles entre 400 son regulares.

Estas dos reglas producen una duración media en días del año gregoriano durante un periodo de 400 años igual a:

$$(300 * 365 + 96 * 366 + 3 * 365 + 366) / 400 = 365.2425 \text{ días}$$

Esta corrección fue necesaria debido a que la fecha del equinoccio se iba corriendo sistemáticamente debido a la mala aproximación del calendario juliano, que como dato tenemos el atraso de un día cada 128.2 años (Cifuentes 2002). La fecha del equinoccio se había corrido 10 días para 1,582. La corrección gregoriana fue puesta en marcha inicialmente en Italia, España, Polonia y Portugal, saltando del día 4 de octubre de 1582 al 15 de octubre de 1582. 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 1582, Gran Bretaña en 1752, China en 1911, Rusia en 1918 y Turquía en 1927. 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 DC, luego de esta corrección se espera que haya un atraso de un día al cabo de 3,333.33 años respecto al año trópico cuyo valor es de 365.2422 días o sea que el error es ahora de solo 25.92 segundos por año promedio.

Cuando estudiamos las divisiones del calendario de la cuenta larga, observamos que este manifiesta una relación en base vigesimal entre las diversas unidades de tiempo, exceptuando en la relación entre uinal y tun, ya que para el ajuste en el periodo que da una traslación completa la Tierra al Sol, este valor tiene que ser de 18 uinal equivalente a 1 tun, y correspondiendo a 360 días; salvando esta dificultad, las siguientes unidades de medida tienen un factor multiplicativo por veinte, es decir que 20 tun equivalen a un katun, y 20 katun equivalen

a un bak'tun y así sucesivamente, pero para hacer nuestro análisis debemos operar esta relación en función de nuestro calendario gregoriano, esto quiere decir que debemos manejar los 365.2422 días para hacer nuestra equivalencia, en el caso de un katun (que es un periodo de 20 tun), esto es 7200 días tiene una equivalencia en años gregorianos de acuerdo a la siguiente operación:

$$(20 * 360) / 365.2422 = 19.71 \text{ años}$$

Y el bak'tun, que es un periodo que tiene 20 katun, o sea 144000 días, equivalente al calendario gregoriano en:

$$(20 * 360 * 20) / 365.2422 = 394.2589 \text{ años}$$

Este dato de 394.2589 años es el equivalente más aproximado con el calendario gregoriano conteniendo las correcciones debido a los años bisiestos.

Este periodo de tiempo es muy importante para determinar ciclos establecidos sin usar números redondos. Por ejemplo para el caso de un pictun, que es equivalente a 20 bak'tun, sólo debemos multiplicar esta última cifra por 20, dándonos una cantidad de años igual a 7885.178 años, y de esta forma podemos determinar la equivalencia con cualquier cantidad de unidad de tiempo del calendario de la cuenta larga.

Los datos que se tienen provenientes del sitio arqueológico Tortuguero (Tabasco) en el Monumento 6, donde se representa el fin de un ciclo con el 13 bak'tun, que de forma curiosa no está manifestado por un sistema en base vigesimal, hace que analicemos el concepto real de este ciclo, y que se ha determinado además en otros sitios, y es por ello que está aunado al ciclo de precesión que el planeta Tierra efectúa.

DESCRIPCIÓN DE LA PRECESIÓN DEL PLANETA TIERRA

El planeta Tierra tiene varios movimientos y estos no están sobre algún eje fijo, algunos son comunes para comprenderse (como el de rotación y el de traslación), pero existen otros dos: el de precesión y el de nutación. Estos últimos son debidos al influjo gravitacional del sol y la luna, el primero tiene un periodo de 25,700 años aproximadamente, y el segundo movimiento es un bamboleo oscilatorio sobre la línea imaginaria de precesión. Este último tiene poca importancia, pero el de precesión puede marcar diferencias de manera directa sobre la observación en las constelaciones y por ende en las estrellas.

En la actualidad los catálogos estelares son puestos al día cada 50 años debido a este movimiento de precesión, ahora se utiliza el catálogo J2000, el cual rige desde el año 2000 al 2049, dándonos los datos más próximos para cualquier cálculo que se necesite.

La precesión de los equinoccios fue descubierta por el astrónomo griego Hiparco de Nicea aproximadamente en el año 130 AC. Dos veces en el año, suceden los equinoccios: el primero entre el 20 y el 22 de marzo, y el segundo entre el 20 y el 22 de septiembre. En estas ocasiones el Sol sale exactamente por el este y se pone exactamente por el oeste geográfico, encontrándose en una de las intersecciones entre la eclíptica (plano imaginario donde se suceden los eclipses dentro del sistema solar) y el ecuador celeste, cuyo referente es el ecuador de la Tierra. Debido a la sombra proyectada por la Tierra sobre la Luna durante un eclipse lunar, Hiparco pudo determinar con aceptable precisión la posición del Sol respecto a las estrellas del fondo en el universo y no visibles en el día (en un eclipse, el Sol, la Tierra y la Luna se encuentran alineados, por lo que la sombra de la Tierra se encuentra en posición opuesta al Sol respecto a las estrellas).

Contrastando las observaciones realizadas por diversos astrónomos, entre ellos Kidenas, jefe de la escuela babilónica de astronomía en Sippar aproximadamente por el año 320 AC, y las observaciones griegas realizadas durante más de un siglo, Hiparco planteó que el eje alrededor del cual parece que giran los cielos cambia gradual y lentamente. Actualmente, este efecto puede explicarse con increíble precisión gracias a la física newtoniana, en base a fuerzas de marea gravitacionales. Estableciendo el movimiento de 1° de esta circunferencia imaginaria cada 71.6 años.

La precesión de los equinoccios sirve como herramienta para datar construcciones o documentos de civilizaciones antiguas, relacionadas de algún modo con las posiciones estelares de la época. Este es uno de los métodos más usados en arqueoastronomía.

Como ya se ha dicho, la precesión terrestre se traduce en un lento cambio de la dirección en el eje de rotación de nuestro planeta. Visto desde la Tierra, la dirección a la que apunta el eje de rotación en el hemisferio norte coincide con el polo norte celeste, un punto en el cielo respecto al cual giran todas las estrellas del firmamento. Este está actualmente muy cerca de la Estrella Polar. Es de resaltar que las coordenadas de azimut y elevación del polo norte celeste dependen de la posición geográfica del observador, aunque para una posición geográfica determinada las coordenadas horizontales del polo nor-

te celeste son totalmente constantes, es decir, no están para nada afectadas por la precesión, pero las estrellas del firmamento sí cambian sus coordenadas celestes respecto a este (Williams 1994). La distancia angular entre una estrella y el polo norte celeste debería mantenerse constante, ya que las estrellas giran en círculos respecto a este. No obstante, dicha distancia cambia cuando hay precesión (Martí-Vidal 2009).

RELACIÓN ENTRE LA PRECESIÓN DE LOS EQUINOCIOS Y EL 13 BAK'TUN

El valor correspondiente a este ciclo de 13 bak'tun en años del calendario gregoriano está calculado a continuación:

$$(13 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 360) / 365.2422 = 5125.36612 \text{ años}$$

Este valor obtenido en años, tiene la característica de ser la quinta parte con una aproximación muy cercana al valor aceptado por la IERS (*International Earth Rotation Service*) del valor en años de la precesión de los equinoccios, cuya duración es de 25700 años., y al multiplicar los 5125.36612 años por 5, el resultado es de 25626.8306 años, esto quiere decir que 65 bak'tun o bien 5 periodos de 13 bak'tun nos darían como resultado un giro completo de la precesión de la Tierra. Una de las consecuencias que se tienen es que las constelaciones, así como las estrellas, se van corriendo de nuestra visual teniendo como una constelación central a cada 2000 años aproximadamente, pero esto incide en la construcción de alineamientos funerarios así como de otros elementos con carácter ritual, lo que no es una coincidencia para determinar que este valor tan característico tiene un fundamento astronómico válido.

Este movimiento del trompo cuando ya perdió el balance, que tiene la Tierra, ha hecho que las constelaciones ganen importancia en la vida de los habitantes en Mesoamérica, y es que actualmente son 13 las constelaciones más importantes aceptadas por la Unión Astronómica Internacional, introducida desde 1930 a Ofiuco, entre Escorpio y Sagitario, lo que hace válido el zodiaco maya que aparece en el Códice de París (Friedel 1993), donde se establecen 13 regiones en lugar de las 12 babilónicas.

CONCLUSIONES

La correlación de fechas Goodman-Martínez-Thompson tiene la característica de marcar un principio en los

calendarios y de esa manera obtener la correspondencia entre fechas de la cuenta larga y el calendario juliano, para luego hacer la corrección y pasarlo al gregoriano, lo que en esta demostración no era necesario debido a que sólo se necesitaban los periodos y hacer la aritmética necesaria para encontrar los factores que relacionaran al calendario gregoriano y la cuenta larga.

La evidencia muestra que estos ciclos del bak'tun pueden variar, pero existen varios registros que orientan hacia el valor 13 no sólo en Tortuguero, sino también en sitios de Petén.

La importancia capital de esta fecha puede ser antojadiza, mientras la información recabada no muestre una contundencia, debido a que existen periodos de 17 baktun y otros; pero aún así, lo que interesa es observar que si bien su sistema numérico está basado en el vigesimal, para algunos ciclos que ellos proyectaban hacia el futuro no era una regla que se cumpliera esta proporcionalidad geométrica, y tenían variaciones considerables, por lo que el valor del bak'tun de 144000 días ya de por sí representa cambios en las épocas dentro de la cultura maya, ahora este valor del 13 bak'tun tiene su correspondencia astronómica real debido a la precesión de los equinoccios.

Hay que corregir las orientaciones astronómicas observadas en las diversas construcciones cuyo objeto era la alineación con alguna constelación debido a este movimiento de precesión que el planeta Tierra tiene, además las alineaciones solares no tienen una diferencia notoria para ser corregida, ya que es tan

solo el fenómeno de nutación el que cambia en pocos grados tal orientación.

REFERENCIAS

MORLEY, Sylvanus

1975 *An introduction to the study of the mayan hieroglyphs*. Dover, Nueva York.

CIFUENTES, Aníbal

2002 *Los calendarios gregoriano y maya*. Artículo presentado al Departamento de Física, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

WILLIAMS, J.G.

1994 Contributions to the Earth's obliquity rate, precession and nutation. *Astronomical Journal* 108:82-115.

MARTÍ-VIDAL y S. Jiménez-Monferrer

2009 Medida de la precesión terrestre por triangulación del Polo Norte Celeste. *Revista Española de Física* 23 (2):50-54. España.

FRIEDEL, David; Linda Schele y Joy Parker

1993 *Maya Cosmos. Three Thousand Years on the Shaman's Path*. William Morrow and Company Inc., Nueva York.