Sobre el ciclo maya de 819 días

Espacio del divulgador

Huberto Quiñones Garza†* y David Pájaro Huertas**

Recepción: 21 de febrero de 2011
Aceptación: 11 de agosto de 2011

*** Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.**
**** Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, México.**
Correo electrónico: dpajaroh@colpos.mx

Resumen. Algunos autores consideran que los mayas manejaban un ciclo de 819 días, que habría tenido un carácter mágico o ritual, sin descartar alguna manifestación astrológica o astronómica. Un enfoque que no ha sido tomado en cuenta hasta hoy, es el puramente aritmético: el posible interés del sacerdocio maya en este número como tal. Se especula aquí que el número 819 está relacionado con el valor de π, además de la probable vinculación que esta cifra podría guardar con sus sistemas numérico y calendárico. Dos situaciones se vislumbran como importantes contribuciones: el planteamiento epistemológico implícito y los resultados obtenidos como información básica para futuras investigaciones dentro de la etnomatemática y la antropología.

Palabras clave: calendario, ciclo, Mayas, números π.

On the Mayan Cycle of 819 Days

Abstract. Some authors consider that the Mayans managed a cycle of 819 days, which would have had a ritual, or magical character without discarding any astrological manifestation or astronomical event. An approach that has not been taken into account so far is the purely arithmetic: and, as such, the possible interest of the Mayan priesthood in this issue. It is speculated that the number 819 is related to the value of π, in addition to the likely link that this figure could have with both their numerical and calendar systems. Two situations are seen as important contributions: the implicit epistemological approach and results obtained from basic information on future research in ethnomathematics and anthropology.

Key words: calendar, cycle, Mayas, number π.

1. Antecedentes

La matemática maya, aunque no rebasó el campo de la aritmética y la geometría, se presenta desde los comienzos del periodo clásico (150 a 900 años d. C.) (*Arqueología Mexicana*, 2002: 36-53) en posesión de dos descubrimientos extraordinarios, estrechamente relacionados entre sí: el concepto de cero, principalmente en cuanto símbolo de completamiento, y el de un sistema vigesimal de numeración en que las unidades adquieren un valor en función de su posición. Dueños de estos hallazgos, los mayas llegarían a desarrollar en toda su compleja precisión sus varios cómputos del tiempo Los sabios mayas concebían al tiempo como algo sin principio ni fin, lo que hacía posible proyectar cálculos acerca de los momentos más alejados en el pasado sin alcanzar jamás un punto de partida (León-Portilla, 1986: 17). Prueba de ello, entre otros ejemplos, la ofrecen dos cómputos especialmente impresionantes que presenta Thompson (1954: 23):

> [...] en una estela de la ciudad de Quiriguá computaciones precisas señalan una fecha de hace más de noventa millones de años y en otra estela del mismo lugar la fecha alcanzada se remonta a cerca de cuatrocientos millones de años. Y se trata de cálculos que establecen correctamente las posiciones precisas de los días y los meses (ver figura 1).

Pero conjuntamente con esta original concepción de un tiempo sin límites en el pasado o en el futuro, los mayas establecen un punto de referencia, especie de principio de una era cronológica. Así, casi todas las inscripciones calendáricas de sus estelas se computan en función de ese momento de partida, según la cronología maya "4-Ahau-8-Kumkú", que traducido en términos de nuestro calendario, se sitúa 3113 años anterior a la era cristiana. La cronología de los mayas de la época clásica se desarrolló con la creencia en un tiempo infinito y con la adopción de un punto de referencia.

A partir de la que se conoce como estela 29 de Tikal, en la que se consigna la inscripción calendárica maya más antigua hasta ahora descubierta, 292 d. C., la erección de estos monumentos alcanza difusión extraordinaria. En el lapso comprendido entre la fecha antes citada y la de 928 d. C., que aparece en una tosca estela hallada en San Lorenzo, cerca de La Muñeca (Campeche), el arte y la ciencia de las inscripciones se hacen presentes en multitud de centros de la vasta zona maya. El que se conoce como el sistema de la "serie inicial" o de la "cuenta larga" alcanza difusión extraordinaria durante el periodo clásico en casi toda la extensión de las tierras bajas del área maya. Aparecen las distintas unidades en el siguiente orden: primero los *baktunes*, ciclos de (360)(20)(20) días = 144, 000; luego los *katunes* (360 × 20 días = 7, 200); los *tunes* (360 días); los *uninales* (20 días) y finalmente los *kines* o días. Ilustración de lo expuesto la ofrece el clásico ejemplo de la estela E de Quiriguá en Guatemala (ver figura 2). Leyendo de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo en el cuadro 1, encontramos los siguientes valores calendáricos.

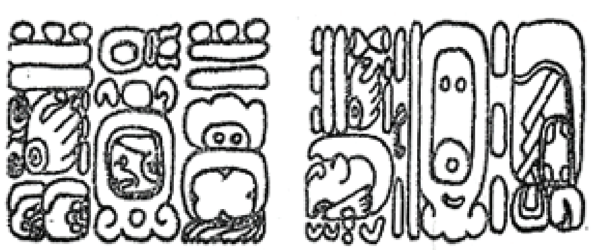
El jeroglífico introductor de la serie inicial: es el signo del año y el del dios que preside el mes correspondiente, que en este caso es el de Cumkú.

Cuadro 1. **Valores calendáricos.**

9 *baktunes* (periodos de 144, 000 días)	17 *katunes* (17 periodos de 7200 días)
0 *tunes* (0 periodos de 360 días)	0 *uinales* (0 periodos de 20 días)
0 *kines* (0 periodos de un día)	Fecha: 13-Ahau (computada desde el punto de partida de la cronología)

Figura 1. **Cómputos de fechas remotas en el pasado.**

a b



a) De la estela F de Quiriguá con la fecha 1 Ahau 13 Yaxkin: 91 683 930 años hacia el pasado; b) De la estela D de la misma Quiriguá, con fecha 7-Ahau 3-Pop: unos 400,000, 000 de años antes de este momento (Thompson, 1954: 23 y León-Portilla, 1986: 19).

Sumando los días consignados en la inscripción de esta estela, sabemos que desde el punto de arranque han transcurrido 1 418 400 días, que equivalen a la fecha que por primera vez ocurre, del 13-Ahau, 18 Cumkú (León-Portilla, 1986: 19-25).

2. El número 819 y su posible uso aritmético

Varios investigadores mayistas encontraron años atrás que seis inscripciones (una en Palenque, tres en Yaxchilán, una en Quiriguá y una en Copán) de carácter calendárico, llevan intercaladas, a manera de inserciones consideradas "parentéticas", seis glifos, también calendáricos, que señalan fechas anteriores a las expresadas en las respectivas series iniciales. Los intervalos en días entre las seis fechas son: 11 466, 15 561, 3 276, 16 380, y 1 433 250. Eric Thompson (1943) demostró que el factor común más elevado de estas cifras es 819, número que descompone, como él señaló, a los productos (9)(91), (7)(117), (3)(273) y (7)(9)(13).

Figura 2. **Estela E de Quiriguá, según Morley (costado poniente), con las series inicial y suplementaria. Fecha de la cuenta larga, 9 *baktunes*, 17 *katunes*, 0 *tunes*, 0 *uninales*, 0 *kines*: 13-Ahau 18-Cumku (771 d. C.) (Thompson, 1954; Morley, 1956, 313; Anders, 1963).**

Thompson destacó la importancia mística para los mayas de los números, 7, 9 y 13. Por ello, consideró que manejaban un ciclo de 819 días, que habrá tenido un carácter mágico o ritual, sin descartar alguna manifestación astrológica o astronómica. Pensando en una posible relación con observaciones del planeta Mercurio, o de la Luna, encaró una investigación astronómica que no logró relacionar las fechas con los ciclos o fases de dichos cuerpos (1960). Posteriormente, Berlin y Kelley (1961) establecieron relaciones entre las fechas "parentéticas" y glifos direccionales y de colores.

Un enfoque que no ha sido tomado en cuenta hasta hoy, es el puramente aritmético: el posible interés del sacerdocio maya en este número como tal. ¿Qué propiedades intrínsecas, además de las señaladas por Thompson, tiene el número 819? ¿Qué relación podría guardar esta cifra con su sistema numérico y calendárico? Veamos.

Entre los números 200 y 999 sólo hay tres nones, no divisibles entre cinco, que poseen ocho o más divisores (sin considerar la unidad y el número mismo). Éstos son el 693, el 819 y el 891, cuyos divisores se dan en el cuadro 2.

El 819, número que nos interesa, tiene diez divisores nones y es el único de los tres divisibles entre 13. Sus divisores mayores descomponen a los menores, por ejemplo: 273 = (3)(91), 117 = (3)(39), 63 = (3)(21) = (7)(9), etc. De los divisores mayores (39 para arriba), sólo el 63 no divide a entero entre 13.

El interés maya en el 819 sólo se empieza a entender si se le considera dentro de un sistema de numeración de base trece, esto es, de un sistema de conteo por treces, y no por dieses, como en nuestro actual sistema decimal; ni por veintes, como en el sistema vigesimal que todos los tratados mayistas afirman fue la base fundamental de la aritmética maya. Puede indicarse aquí que una excelente explicación de los sistemas de numeración de bases desiguales al diez, se da en el texto de Filiponne y Williams (1976: 58-70). Acorde con las formulaciones matemáticas modernas, en un sistema *trecenal* (pero que no inicia en cero, sino en uno), el 13 es equivalente al 10 del decimal, y el 169 (13 × 13) al 100 (10 × 10). El desarrollo del sistema *trecenal*, hasta el quinto "trecenar" se da en el cuadro 3.

Obsérvese la necesaria aparición de la mayoría de los divisores del 819 (13, 39, 91, 117, 273), lo mismo que otros números importantes de la aritmética y calendárica maya, como el 52 y el 260. Nótese también la presencia del 26 que es, a la vez, 2 × 13, 527/2 y 260/10.

3. Algunas preguntas básicas

¿Qué posición ocupa el 819 en el sistema numérico *trecenal*? El número final del quinto "trecenar", ubicado en el lugar 65 de la numeración corrida, es el 845, en tanto que el 819 queda dos sitios atrás, en el lugar 63. ¿Por qué, entonces el ciclo elegido no fue de 845 días en lugar de 819? La primera razón aducible es que el 819 es el número de "cita" o de "encuentro" del mayor número de múltiplos del 13. Una segunda razón podría ser de carácter astronómico: son 91 los días entre solsticios y equinoccios o, dicho en otra forma, cada estación del año dura 91¼ días. A este respecto, es importante observar la presencia del 364 (91×4) en la posición 28 del sistema *trecenal*. El número de 819 días abarca nueve estaciones, o sea, dos años solares más una estación del subsiguiente. Pero pudo haber existido una tercera razón para elegir ciclos de 819 días y no de otro número. Divídase el 819 entre 260, el número de días del llamado *tzolkin* o "calendario ritual" de los mayas, cuyo resultado es una buena aproximación al valor de π:

$$819/260 = 3.15$$

El número 3.15 difiere del π moderno, aproximado a 3.1416…, en sólo 0.0084, lo que le da la suficiente exactitud para usos prácticos mensurábiles, ingenieriles, arquitectónicos e inclusive astronómicos.

Ahora bien, sacar 3.15 como cociente de la división de dos números "sacros" de los mayas parece demasiado feliz y acertado para ser simple coincidencia. Entonces, ¿verdaderamente conocían el número π con buena aproximación?

Al respecto se puede mencionar que el pensamiento geométrico mesoamericano fue tan avanzado que es comparable con cualquiera de la antigüedad; la geometría subyacente en sus creaciones artísticas así lo demuestra. Sus obras nunca fueron

Cuadro 2. Tres nones no divisibles entre cinco y sus divisores.

693	819	891
(3) (231)	(3) (273)	(3) (297)
(7) (99)	(7) (117)	(9) (99)
(9) (77)	(9) (91)	(27) (33)
(11) (63)	(13) (63)	(11) (81)
(21) (33)	(21) (29)	

Cuadro 3. El desarrollo del sistema trecenal.

Trecenares									
1º		2º		3º		4º		5º	
1	13	14	182	27	351	40	520	53	689
2	26	15	195	28	364	41	533	54	702
3	39	16	208	29	377	42	546	55	715
4	52	17	221	30	390	43	559	56	728
5	65	18	234	31	403	44	572	57	741
6	78	19	247	32	416	45	585	58	754
7	91	20	260	33	429	46	598	59	767
8	104	21	273	34	442	47	611	60	780
9	117	22	286	35	455	48	624	61	793
10	130	23	299	36	468	49	637	62	806
11	143	24	312	37	481	50	650	63	819
12	156	25	325	38	494	51	663	64	832
13	169	26	338	39	507	52	676	65	845

En cada columna, el número corrido esta a la izquierda y el conteo por treces a la derecha.

hechas al azar; siguieron una metodología que dio unidad a todo el arte mesoamericano. El sistema no sufrió modificación alguna durante más de 1 000 años y quizá solamente fue perfeccionado, ya que las bases geométricas estaban establecidas desde lo más antiguo de la cultura Olmeca, creando un arte basado en la más pura geometría. La armonía, belleza y grandiosidad que se manifiesta en sus creaciones, desde centros ceremoniales hasta vasijas, se debe al rigor con que aplicaron los principios geométricos por ellos encontrados (Martínez, 2000: 247).

Los geómetras mesoamericanos desarrollaron las progresiones tanto aritméticas como geométricas y conocieron la "Divina Proporción" o proporción áurea; el Número de Oro o Φ; el número π, que expresa la relación del diámetro de un círculo con su circunferencia; los rectángulos estáticos y dinámicos; el rectángulo perfecto, llamado también rectángulo áureo o rectángulo Φ, y su armónico, el rectángulo *k* o $\sqrt{\Phi}$; el rectángulo Σ, característico del arte mesoamericano; los rectángulos $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{4}, \sqrt{5}$; los rectángulos Φ^1, Φ^2, Φ^3 y sus recíprocos, además de los entrelazados y combinaciones de los anteriores (Martínez, 2000: 248).

También hay antecedentes entre otros pueblos de la antigüedad. Tal parece, como veremos más adelante, que los antiguos hebreos estimaron el valor de π igual a tres; por el papiro Rhind (1700 a. C.) se sabe que los egipcios lo calculaban en 3 3/81 (3.16) y Arquímedes lo ubicó entre 3 10/71 y 3 1/7, o sea entre 3.1408 y 3.1428 (Dantzig, 1939).

Sin embargo, la respuesta a la pregunta de si los mayas conocían verdaderamente el valor de π puede ser de la siguiente manera: como en su aritmética sólo manipulaban números enteros, no pudieron haber conocido el número π como tal, pero definitivamente pudieron haberlo manejado mediante la siguiente formulación: "todo círculo de circunferencia dividida en 819 partes iguales, tendrá un diámetro de 260 de esas mismas partes iguales". Basta con esto para poder hacer cálculos prácticos que involucran en forma intrínseca la excelente aproximación al π que es de 3.15. Para tal enfoque aritmético y geométrico, también se tienen antecedentes de la antigüedad. En el segundo libro de *Crónicas 4, 2*, del Antiguo Testamento bíblico hebreo, quedó escrito: "También hizo un mar de fundición, el cual tenía 10 codos de un borde al otro, enteramente redondo; su altura era de 5 codos, y un cordón de 30 codos de largo lo ceñía alrededor".

Entonces: circunferencia/diámetro = 30/10 = 3

Por otro lado, la división de las circunferencias en pequeñas unidades iguales, tiene antiquísimos antecedentes entre los babilonios, que fueron los primeros en dividirlas en 360 partes iguales, cada una de ellas divisibles en 60 más pequeñas; sistema en uso hasta la actualidad (Cajori, 1961). Es evidente que esta operación babilónica no iba encaminada a conocer el número π, ya que el diámetro de un círculo con circunferencia de 360 mide 114.59 [...], incomodísima cifra para cálculos prácticos.

4. Las hipótesis que se vislumbran

De todo lo anterior se derivan las siguientes *hipótesis* (sin pretender que sean conclusiones definitivas), para futura comprobación o reprobación:

a) La aritmética maya no era sólo de base vigesimal, sino combinación de diferentes sistemas numéricos, la *trecenal* y la vigesimal, como ya lo expresa el producto $13 \times 20 = 260$. En el lenguaje de las matemáticas de la enseñanza elemental actual, el mínimo común múltiplo (el menor número por el cual se dividen de igual manera dos o más números) de 13 y 20 es 260. Por ello el *tzolkin* tenía una longitud de 260 días.

b) La cifra de los 260 días del *tzolkin* nada tenía que ver en forma directa con los ciclos lunares, planetarios o estelares individuales, sino que era la base fundamental de un sistema puramente aritmético, en el que felizmente se generan diversas cifras compatibles con observaciones astronómicas cardinales para los mayas.

c) Este sistema permitía el manejo intrínseco del 3.15, excelente aproximación del π, mediante la formulación: "a cada circunferencia igual a 819, corresponde siempre un diámetro de 260".

d) La relación del ciclo de 819 días con jeroglíficos de colores y direcciones hallada por Berlin y Kelley, está en función de la identificación de estos símbolos con las estaciones del año solar, de duración aproximada de 91¼ días, por ejemplo (por decir algo), "blanco" y "norte" con la estación "invierno", etcétera.

5. Consideraciones finales

La evidencia arqueológica lleva a pensar que el concepto de π fue conocido desde los tiempos iniciales de la civilización mesoamericana, cuyo valor intrínseco sirvió tanto para fines arquitectónicos (Martínez, 2000) como ceremoniales y astronómicos. Por ejemplo, la ubicación de centros ceremoniales (como en Teotihuacan y Texcoco) seleccionados conscientemente para la ubicación geográfica, fueron de gran ayuda, ya que desde ellos se podía contemplar a los cerros en la dirección de los radios de un círculo: líneas visuales que conectan a los centros ceremoniales en ángulos derivados del círculo en 80 unidades, de acuerdo con una desviación acimutal de 4.5°, es decir del valor de una unidad angular (Tichy, 1991).

Los griegos siempre supusieron que las figuras curvas, como el círculo, se pueden reducir a polígonos, es decir, medir curvas con líneas rectas. Para su consternación, descubrieron otro tipo de irracionalidad o "falta de respeto al Logos". No podían reducir el círculo a un polígono (la cuadratura del círculo), ni podían medir la circunferencia del círculo *c* con el diámetro *d*. La razón *c/d* produjo otro número infinito llamado π:

$\pi = 3.1415926536\ldots$

Los griegos utilizaron solamente regla y compás para todas las construcciones geométricas. Con estos instrumentos pudieron construir las raíces cuadradas, pero no pudieron cuadrar el círculo; es decir, no pudieron construir π, ni nadie ha podido hasta la fecha. Por esta razón diferenciamos entre los infinitos irracionales, como la raíz cuadrada de dos, a los que se les llama números algebraicos, y los números como π a los que se los llama trascendentes; es decir, más allá del algebra (De Paoli, 1992).

En cierta forma, el pensamiento mesoamericano fue trascendente, ya que estuvo a la altura del pensamiento matemático occidental. Las palabras de Mann (2006: 173) referidas a la cultura mexica dan cabida a estas reflexiones:

> [...] desbaratada por la aparición de Cortés, la filosofía de los mexicas (*herederos del pensamiento mesoamericano*) ya no tuvo ocasión de alcanzar la altura de la filosofía griega o china, aunque los testimonios que han sobrevivido dan a entender que no estaba lejos de cualquiera de ellas. Los manuscritos en náhuatl que se conservan en los archivos mexicanos representan a los *tlamatinime*, reunidos para intercambiar ideas y conversar, como lo hacía el círculo de Viena y los filósofos franceses y la escuela de Kyoto en el periodo Taisho. Las meditaciones de los *tlamatinime* se daban en barrios de intelectuales que frecuentaban los filósofos desde Bruselas hasta Pekín, si bien la mezcla era íntegramente mexica[...]

En términos de metodología de la investigación, el presente documento exhibe de manera implícita el camino básico por el que debe transitar la investigación: *observación- planteamiento del problema- formulación de hipótesis-contraste de las hipótesis-nueva información*, y del cual carecemos de ejemplos concretos tanto en Chapingo como en el Colegio de Postgraduados. Aspecto relevante, si consideramos que en ambas instituciones se realiza investigación.

Pero además es importante por considerar una temática de interés tanto para la etno-matemática, en particular, como para la antropología, en general, con la idea de seguir desarrollando investigación que permita descartar cualquier especulación no fundamentada en el conocimiento riguroso, dejando de lado el romanticismo que casi siempre subyace a este tipo de investigaciones.

Bibliografía

Anders, F. (1963). *Das Pantheon der Maya*. Akademische Druck und Verlangastalt, Graz.

Arqueología Mexicana (2002). "Tiempo mesoamericano (2500 a.C.-1521 d.C.)", *Revista Arqueología Mexicana*, Edición Especial. Editoral Raíces, Mexico.

Berlin, H. y D. H. Kelley (1961). "The 819 Day Count and Color Direction Symbolism Among the Classic Maya", en *Middle American Research Institute*. Publication 26. New Orleans.

Cajori, F. (1961). "Geometry", in *History of Geometry*. Enciclopedia Brittanica.

Dantzig, T. (1939). *Number, the Language of Science*. MacMillan Co. New York.

De Paoli, D. (1992). "*La contribución de Georg Cantor al estudio de la mente humana", Revista Fusión Nuclear*. Primer Trimestre, UNAM, México.

Filiponne, S. R. y M. Z. W. (1976). Elementary Mathematics. Houghton Mifflin Co. Boston.

León-Portilla, M. (1986). *Tiempo y realidad en el pensamiento maya*. 2ª ed., UNAM, México.

Martínez del Moral, M. (2000). *Geometría Mesoamericana*. FCE, México.

Mann, Ch. (2006). *Una nueva historia de las Américas antes de Colón*. Santillana Ediciones Generales, S.A. de C.V. México.

Morley, Silvanus G. (1956). *La civilización maya*. FCE. México.

Thompson, J. E. S. (1943). "Maya Epigraphy: a Cycle of 819 Days. Carnegie Inst. Wash., Div.Hist. Res". *Notes on Middle Amer. Archeol. And Ethnol.*, No. 19. Cambridge.

Thompshon, J. E. S. (1954). *The Rise and Fall of Maya Civilization*. University of Oklahoma Press. Norman.

Thompshon, J. E. S. (1960). *Maya Hieroglyphic Writing. University of Oklahoma Press*. Norman.

Tichy, F. (1991). "Los cerros sagrados de la cuenca de México en el sistema de ordenamiento del espacio y de la planeación de los poblados: ¿el sistema ceque de los Andes en Mesoamerica?", in Broda, J., S. Iwaniszewski y L. Maupomé (eds.). *Arqueoastronomía y Etnoastronomía en Mesoamérica*. Instituto de Investigaciones Históricas. Serie de Historia de la Ciencia y la Tecnología: 4. UNAM, México.