

La Astronomía entre nuestros Aborígenes

José Mejía Lacayo

Al astrónomo aficionado Manuel Fernández Vilchez

Resumen: La astronomía en los trópicos es diferente a la de las latitudes medias porque no se puede mirar bien la estrella polar, porque se observa muy bajo en el cielo sobre el horizonte, ni existen constelaciones circumpolares; a diferencia de latitudes mayores, que no se observa la Polar a suficiente altura rodeada de las circumpolares. En el Trópico, a lo largo de la noche, las circumpolares tiene orto y ocaso. En el trópico, la eclíptica es la característica dominante de los cielos nocturnos. El paso del sol por el cénit se determinaba con un poste, que no proyectaba sombra alrededor del 12-13 de agosto y del 30 de abril-1 de mayo. Estas fechas determinan un ciclo de 260 días, que es el ciclo del calendario sagrado de 260 días. Debido a que, por ejemplo, en Nicaragua la latitud de *Imabi* es de 12 grados, mientras que en Mesopotamia era de 32 grados y en China 40 grados. Entre nuestros aborígenes mesoamericanos, se utilizaba como los horizontes Este y Oeste, con sus posiciones solsticiales, equinocciales y otras posiciones ascendentes y definitorias, y, como unidad de tiempo, el paso del sol en el Eclíptica. El norte y sur no eran determinantes en Mesoamérica. Entre los mayas como en la región mexicana central se interpretaba el tiempo, especialmente el *tonalpohualli*, gramaticalmente en forma cuadrada o rectangular. Este es un concepto probablemente derivado desde el bien documentado concepto nativo de un universo cuatripartito, con direcciones consideradas como fronteras o lados del espacio. Hablar de un zodíaco mesoamericano es engañoso, cuando ese término significa divisiones iguales o regulares de la eclíptica o del horizonte celestial. No hay ninguna indicación de que el cielo fue medido y trazado espacialmente en absoluto. Para ello, en cuanto a la medición exacta del tiempo de este a oeste, habrían sido necesarios puntos polares y eclípticos. La trigonometría tiene sus raíces históricas en la astronomía, no en la geometría.

Palabras claves: Mesoamérica, latitud, tropical, espacio, tiempo, trigonometría

No hay registros históricos ni códigos precolombinos que nos permitan conocer cuál era astronomía en Nicaragua antes de 1522. Necesariamente tenemos que recurrir a Mesoamérica para darnos una idea de lo que pudo ser la astronomía entre chorotegas, maribios y nicaraguas.

Los nicaraos también tenían un calendario de 18 meses de 20 días más cinco días extras considerados de mala suerte (ciclo solar de 365 días). Si conocían el ciclo de 52 años, puede que también conocieran el ciclo de 260 días, porque es precisamente por la combinación del ciclo solar de 365 y el lunar de 260 que se origina el ciclo de 52 años¹. La gavilla de años en el madero calendárico de Xirón (contraportada de RTN) es una evidencia de que conocían el ciclo de 52 años.

“En un año tenemos veynte é un dias de fiestas (é no juntos estos dias) é privilegiados para no haçer cosa alguna, sino holgar y emborracharse é cantar é baylar alrededor de la plaça, é no han de entrar dentro della persona alguna.”

No hay ninguna evidencia de que tuvieran signos para los números o de que usaran un sistema de valor relativo para escribir los números. La única referencia en Oviedo sobre el sistema de numeración está inmediatamente después de los nombres de los días y dice

“Un año ¿quantos dias tiene entre vosotros?”

Tiene diez çempuales é cada çempual es veynte dias, y esta es nuestra cuenta y no por lunas.”

Los 10 cempuales² debe ser un error porque daría un año de 200 días. Tanto el calendario sagrado de 260 días, como el calendario solar o agrícola de 365 **cuentan con “cempuales” de 20 días; la diferencia es que el sagrado cuenta con 13 cempuales el agrícola con 18 cempuales**. Lothrop explica que «Como esto no guarda armonía con ningún calendario mesoamericano conocido, es probable que el texto esté alterado o que el dato original sea erróneo. Seler (1902) sugiere que se sustituya diez por trece, para conformarse así con el año sagrado, o *tonalaniatl*, de los aztecas. En opinión del que esto escribe, dieciocho sería preferible, pues es más probable que el texto español se escribiera erróneamente diezen vez de diez y ocho, y no en vez de trece, y esta opinión cobra fuerza por el dato de Gómara (p. 284) de que ellos tenían dieciocho meses».³

Para entender lo que es la astronomía en los trópicos, debemos recordar que la altura de la estrella polar es prácticamente invisible por su baja altura sobre el horizonte por la ausencia de estrellas visibles circumpolares. La altura de la Estrella Polar sobre el horizonte es aproximadamente la latitud del lugar. En los lugares donde se desarrolló la astronomía tempranamente, la latitud es media. La latitud de Babilonia, Irak, es de 32 grados latitud norte (coordenadas 32°30' N 44°24' E), y las de Beijing, China a casi 40 grados de latitud norte (coordenadas

¹ El mínimo común múltiplo de 365 y de 260 es $5 \times 52 \times 73 = 18,890$ días equivalentes a 52 años de 365 días, o a 73 ciclos de 260 días.

² El [Diccionario Náhuatl-Español](#) en línea AULEX escribe “*sempoali* o *sempoual*” veinte.

³ Lothrop, Samuel K., [Cerámica de Costa Rica y Nicaragua](#). pp. 72-73, tomo I, Managua: Fondo de Promoción Cultural—Banco de América, sin fecha

39°54' N 16°24' E). Esta posición ventajosa de la estrella polar afectó los descubrimientos astronómicos tempranos de Mesopotamia y China por la fijación de la estrella polar para señalar el norte y líneas geométricas que irradiaban de él, observaciones que fueron básicas a la astronomía y por lo tanto a la ciencia del Viejo Mundo. No cabe duda de que las primeras declaraciones astronómicas del Viejo Mundo estaban supeditadas a la latitud de los lugares donde fueron construidas: unos 32° norte para Babilonia y 40° para las antiguas capitales chinas.

Si estamos en el Polo Norte tendremos a la Estrella Polar exactamente sobre nuestra cabeza (90 grados de latitud norte) y a medida que vamos bajando de latitud, la Estrella Polar baja también de altura a la misma vez que nosotros bajamos de latitud, así pues:

Si bajamos 10° del Polo Norte (latitud 80°) la altura sobre el horizonte de la Polar será de 80°. Si bajamos 75° desde el Polo Norte (latitud 15°) la altura de la Polar sobre el horizonte será de 15°.

La latitud de Imabite, depto. de León es de unos 12 grados aproximadamente (coordenadas 12°24' N 86°37' W) y las de San Jorge, Rivas de unos 11 grados (coordenadas 11°27' N 85°48' W). A estas latitudes la estrella polar (Polaris), es tan baja que la refracción atmosférica interfiere y la hace



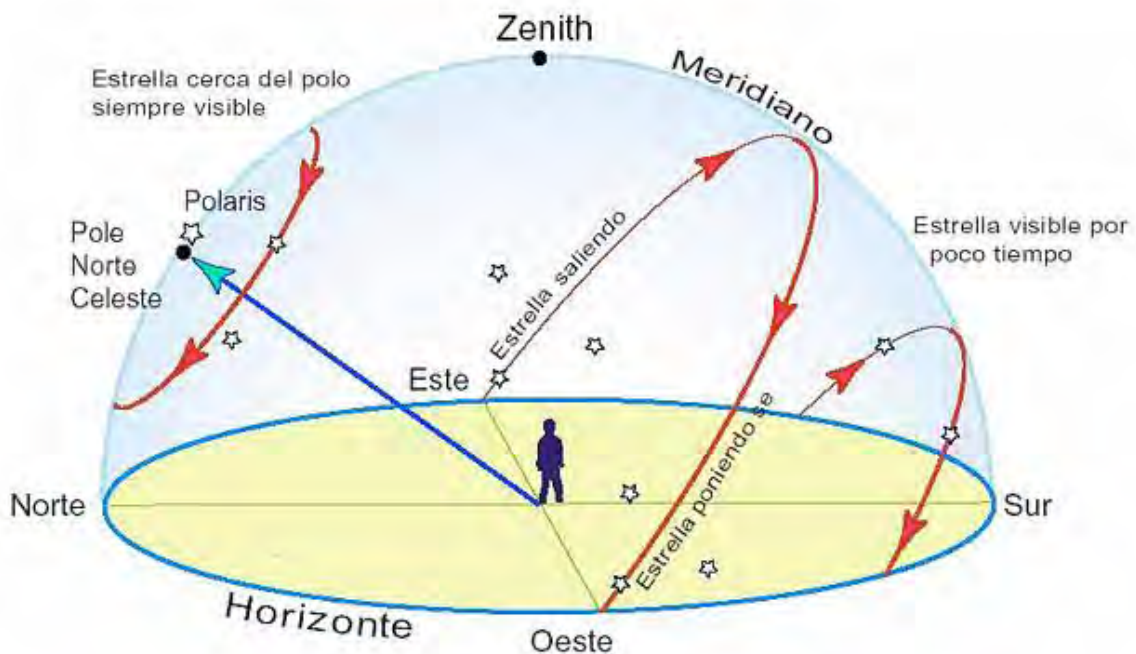
difícilmente visible. Para los mayas y sus vecinos, estar en el trópico significaba que la Eclíptica⁴ incluía su cenit, y que una línea este-oeste no podía dividir el cielo en áreas donde el sol estaba o no presente. También significaba que tenían una muy pobre vista de la estrella polar, y nunca veían constantemente las estrellas circumpolares que dieron al Viejo Mundo sus meridianos.

«La astronomía de Mesoamérica, tenía una base completamente diferente. Se concentración en la Eclíptica, centraba su atención en el movimiento en esa banda del cielo: del sol con sus eclipses, de la Luna con sus fases y eclipses, de

⁴ Eclíptica es la línea proyectada entre las constelaciones zodiacales, de paso aparente del Sol a lo largo del ciclo anual; y se llamó así, por que en su intersección por la Luna se producen los eclipses, debido a que en la posición relativa Luna-Sol, hay una variación de la LUNA de +/- 5°.

los planetas, notablemente Venus, con sus salidas heliacales y sus períodos como estrella de la mañana y de la tarde. También se fijaban e las estrellas y constelaciones cerca de la Eclíptica, y podemos referirnos a esas constelaciones como un "zodiaco" mesoamericano. También podemos sorprendernos por la amplitud y exactitud particularmente de la astronomía maya en asuntos como las lunas y los períodos sinódicos de Venus. Pero, así como la Eclíptica domina el cielo tropical al pasar por el cenit (lo cual no ocurre en Mesopotamia o China y lo hace menos en Grecia), así que la concentración en ella en Mesoamérica parece haber sido excluida de todo lo demás. Nada indica que la astronomía Mesoamericana utilizara términos distintos de los horizontes Este y Oeste, con sus posiciones solsticiales, equinocciales y otras posiciones ascendentes y definitorias, y, como unidad de tiempo, el paso y la ausencia del sol en el Eclíptica.

«La astronomía polar en este contexto, con la fijación de un punto del norte, descubierto por el uso de los relojes de sol y los dispositivos similares. Como la vista de la zona polar y circumpolar es extremadamente pobre en los trópicos, ya que el sol pasa al norte, el diseño de cualquier reloj de sol habría sido extraordinariamente complejo para los mesoamericanos.



La altura de Polaris sobre el horizonte es la latitud del lugar

«Según los aztecas del código Boturini, como nómadas que eran, consultaban a las estrellas en momentos de crisis. Una vez más, la constelación

'Fireborer'⁵ indicó el tiempo exacto para el inicio de una nueva Ronda de Calendario, por su posición y como en otras civilizaciones, los dioses principales fueron identificados en constelaciones.

«No existe un mapa estelar mesoamericano, y es probable que nunca haya existido. Sahagún solicitó dibujos a los aztecas. En ellas las estrellas son más importantes que los patrones que forman.

«Por supuesto, los mesoamericanos "conocían" el cielo nocturno de sus latitudes y utilizaban este conocimiento para fines prácticos. Los mayas con sus observatorios, hay evidencia en los códigos *Mixtee*, usaron dispositivos rudimentarios para registrar la posición de una estrella en un momento dado de su ascenso o descenso. El ascenso y la culminación de las estrellas se observaron como marcadores del paso del tiempo por la noche, presumiblemente para determinar el cambio general en relación con el horizonte y cenit durante el año. El "*mamalhuatzli*" de los aztecas desempeñó un papel como el del sol: su paso de este a oeste fue anunciado y acompañado con la misma la frase usada para el sol ("Él hará su trabajo, él ha hecho su trabajo").

«Pero no hay ninguna indicación de que el cielo fue medido y trazado espacialmente en absoluto. Para ello, en cuanto a la medición exacta del tiempo de este a oeste, habrían sido necesarios puntos polares o eclípticos.

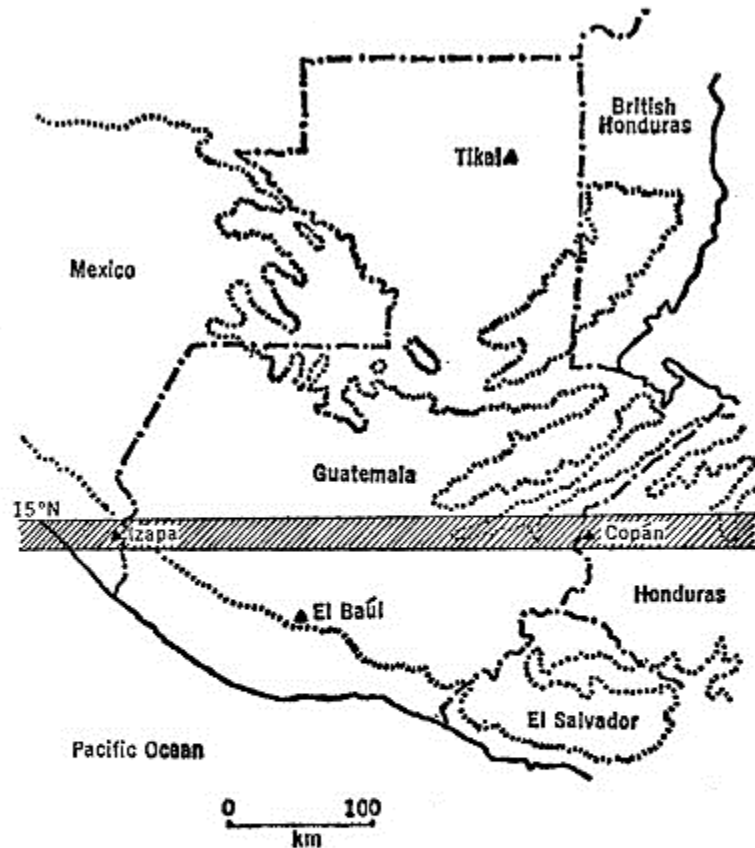
«Hablar de un zodíaco mesoamericano es engañoso, cuando ese término significa divisiones iguales o regulares de la Eclíptica o del horizonte celestial. Las posibles representaciones de un "zodíaco" del Nuevo Mundo, en este sentido, en el Codex Peresianus (páginas 23-24) y en otras partes, con su tortuga colgante y escorpión, etc. con varios segmentos colocados uno al lado del otro, que derivan su espacio meramente por posición, y no como puntos en una línea (figura 5). Como el monstruo del cielo y la "banda" celestial, el "zodíaco" no era más que una acumulación de momentos, lo que podía dar valor enumerativo, pero por sí mismo no podía determinar ni arreglar nada.

«A menos que una nueva evidencia dramática aparezca, debemos decir que el estudio mesoamericano del cielo nocturno se basó en términos espaciales, este y oeste. Lo que se hizo sobre esta base, los movimientos de Venus y sobre todo la Luna, es impresionante, pero no tiene nada que ver con los puntos cardinales o cualquier otro de puntos "fijos", que en nuestro mundo eran estelares».⁶

⁵ Mixcoatl tiene asociaciones sobrenaturales con guerreros primitivos y cazadores, su encarnación como el primitivo fire-borer) "el perforador del fuego" y el planeta Venus, así como su directa identificación con la Vía Láctea y aquellos guerreros estelares. Fuente: Chacon, Richard J., and David H. Dye. *The Taking and Displaying of Human Body Parts As Trophies by Amerindians*. Pp. 408, New York: Springer, 2008.

⁶ Gordon Brotherston and Dawn Ades. Mesoamerican Description of Space I: Myths; Stars and Maps; Andarchitecture. *Ibero-amerikanisches Archiv*, Neue Folge, Vol. 1, No. 4 (1975), pp. 279-305

Dado que no hay indicación de año en el calendario maya de Haab o en el calendario de Tzolkin, no se puede utilizar para distinguir entre eventos que ocurren en la misma fecha pero en años diferentes. Pero al combinar las fechas en los dos calendarios, se puede hacer tal distinción. Es decir, cada día se puede



Mapa que muestra una porción de Mesoamérica cerca de 15 ° N. Las líneas punteadas destacan elevaciones superiores a 300 m; La banda horizontal sombreada representa el área en la que se produce el intervalo cenital de 260 días.

especificar por la combinación de su fecha Haab y la fecha Tzokin. Esta combinación comienza a repetirse después de 52 años de Haab (de 365 días) porque es el mismo número de días que 73 años de Tzolkin (de 260 días). Ambos tienen 18,980 días. Tomar en cuenta que las combinaciones totales de las fechas del calendario son 260 (días Tzolkin) veces 365 (días Haab), son 94,900. Pero los dos calendarios se repiten después de cada 18,980 días, que es exactamente 1/5 de las combinaciones totales.

«En todas las partes del mundo se desarrolló un calendario basado en el año trópico⁷ de 365 días. En Mesoamérica se desarrolló un segundo calendario de 260 días llamado calendario sagrado que probablemente se originó cerca de una latitud de 15° N, donde hay un intervalo de 260 días entre los tránsitos del Sol cenital. La evidencia arqueológica y faunística favorece un origen en las tierras bajas del Pacífico, en lugar de en las tierras altas cerca de Copán, Honduras, aunque Copán, que se encuentra en el paralelo 15 de latitud, más tarde se convirtió en el principal centro astronómico maya.

«El ciclo de 260 días fue la medida más importante del tiempo entre todas las civilizaciones mesoamericanas, pues no sólo guio los rituales diarios del pueblo, sino que también sirvió de base para otras medidas de tiempo de gran importancia astronómica y religiosa. Por ejemplo, un doble *tzolkin* (520 días) equivale casi exactamente a tres semestres de eclipse (519,93 días) y por lo tanto proporcionó un medio para predecir los eclipses solares. Además, dado que cada día tenía su propio nombre y número, pasaría un período de 52 años antes de que el almanaque de 260 días volviera a estar en fase con el calendario de 365 días. Este período de 52 años se ha llamado la ronda del calendario o "siglo azteca" (*tonalpohualli*) y fue responsable de la creencia fatalista entre los pueblos mesoamericanos de que la historia se repetía cíclicamente.

«En la medida en que Mesoamérica está enteramente dentro de los trópicos, es poco probable que los puntos fijos más críticos del año solar hayan sido los solsticios y los equinoccios (como en las latitudes más altas) que los dos días de la Año cuando el sol está verticalmente arriba en un lugar dado. El intervalo entre tales posiciones cenitales podría calibrarse simplemente tomando nota del número de días que transcurrieron entre los tiempos en que un pilar o poste dado no proyecta una sombra. Si aceptamos la tesis de que los puntos críticos fijos del *tzolkin* deben ser las posiciones del sol cenitales, la única cuestión que queda es determinar dónde podría medirse ese intervalo. Esta se encuentra ligeramente al sur del paralelo 15° de latitud, línea que intersecta solamente la esquina sureste de México, pero que recorre todo el ancho de Guatemala y Honduras. Debido a que la declinación del sol cambia alrededor de 18' de arco por día en esta etapa de su circuito anual, es más exacto hablar de una banda en la que, en lugar de una línea a lo largo de la cual, tal calibración es posible. Por lo tanto, cualquier sitio entre 14° 42' N y 15 ° N experimentará un intervalo de 260 días entre las posiciones cenitales del sol. Dentro de esta banda, el sol alcanza el cenit cada año en o alrededor del 12-13 de agosto en su viaje aparente en el hemisferio sur y de nuevo s alrededor del 30 de abril al 1 de mayo como "se mueve hacia el norte". El dato anterior está en perfecto acuerdo con el mes y el día del punto de partida cero del calendario de cuentas largas mayas, calculado

⁷ Se denomina año trópico o año tropical al tiempo preciso para el Sol completar una vuelta. Su duración es de 365,242189 días de tiempo solar medio (365 días 5 h 48 m 45,10 s).

por las correlaciones Goodman-Martínez-Thompson y Spinden, aunque el año en que empezó el conteo - una cuestión abierta».⁸

En el ciclo de 260 días, los nombres de 20 días coinciden con los números de 13 días, totalizando un ciclo de 260 días. Este ciclo fue utilizado para propósitos de adivinación para predecir días afortunados y desafortunados. La fecha de nacimiento también se utilizó para dar nombres a los seres humanos y dioses en muchas culturas mesoamericanas; Algunas culturas usaban solamente el nombre calendárico mientras que otras lo combinaban con un nombre dado. Cada signo del día estaba presidido por un dios y muchos tenían asociaciones con fenómenos naturales específicos.

El calendario de 365 días correspondiente se dividió en 18 'meses' de 20 días cada uno, más 5 días 'sin nombre' al final del año. El año de 365 días no tenía año bisiesto, por lo que difería del año solar por un cuarto de un día cada año. Los años tenían su nombre de la misma manera que los días del calendario de 260 días, 20 nombres emparejados con 13 números que dan 52 diversas posibilidades para los nombres del año.

La conclusión de Malmstrom es que la cuenta sagrada o calendario religioso se originó en Izapa, México. El autor llegó a la conclusión sobre los orígenes astronómicos del calendario y la latitud en la que podría haberse ideado, y se vio obligado a rechazar a Copán como su lugar de nacimiento por dos razones: una histórica y otra geográfica. Su fuente, pues la objeción anterior es de Morley, que implica que Copan fue fundado bien después de que la cuenta sagrada había sido ideada. Su segunda objeción se debe a una observación hecha en 1908 por un naturalista alemán llamado Gadow, «la validez de los cuales casi seguramente descartaría cualquier sitio de altiplanicie como Copan, que se encuentra a unos 600 metros de elevación. Gadow argumentó que, debido a los nombres de los días del calendario sagrado conmemoran a animales tropicales, como el cocodrilo, el mono y la iguana, el calendario debe haber sido ideado en una región donde tales criaturas estaban presentes. Por lo tanto, el presente autor razonó que sólo un antiguo centro ceremonial que estaba situado en las tierras bajas justo al sur del paralelo 15 de latitud se reuniría todas las condiciones necesarias, Y el único sitio que existe en Mesoamérica es Izapa, en el Pacífico, en la llanura costera de México inmediatamente adyacente a la frontera de Guatemala.

«Cualquier intento de reconstruir los sistemas calendáricos precolombinos de Mesoamérica está obligado a conciliar una serie de hipótesis dispares. Entre ellos están los siguientes:

⁸ Vincent H. Malmstrom. Origin of the Mesoamerican 260 Day Calendar. Science, New Series, Vol. 181, No. 4103 (Sep. 7, 1973), pp. 939-941

- «1. La mayoría de las autoridades están de acuerdo en que las primeras mediciones de tiempo en Mesoamérica fue la cuenta larga de 260 días que era de naturaleza religiosa. Si el ciclo sagrado de 260 días no fuera anterior al descubrimiento del año de 365 días, parece muy improbable que alguna vez hubiera surgido el año de 365 días.
- «2. Algún tiempo después de la iniciación del almanaque sagrado, probablemente cuando el ciclo de 260 días era de poca utilidad para una sociedad agrícola, se reconoció que el año tenía 365 días. En ese momento es razonable supongamos que se empezó a realizar un segundo conteo secular para medir el año solar.
- «3. Con el transcurso del tiempo, acontecimientos astronómicos regularmente recurrentes como los solsticios o tránsitos del Sol vertical se observó que salían de fase con el calendario secular, es decir, para se adelantaba, debido al hecho de que el recuento de 365 días era aproximadamente un cuarto de día más corto que el año solar verdadero (365.2422 días).
- «4. Para superar las incertidumbres y ambigüedades de tener dos calendarios simultáneamente, ninguno de los cuales correspondía exactamente a la realidad, se tomó la decisión de mezclar los dos recuentos de manera que registrar cada día que pasa desde 'el principio de los tiempos'. Esto parece haber sido el propósito del sistema de Cuenta Larga elaboradamente estructurado, cuya fecha de comienzo según la correlación de Goodman-



Esta página de la Historia Tolteca-Chichimeca (cerca de 1550), representa el origen mítico de los Mexicas mientras que viajan de la cueva de Chichomoztoc en Aztlán.

Martínez-Thompson) fue fijada el 13 de agosto de 3114 a.C., una fecha conocida por los Mayas como 4 Ahau 8 Cumku.

«5. Las inscripciones más tempranas usando el conteo largo que se han descubierto hasta la fecha son descriptivos de los acontecimientos en los primeros siglos antes y después de Cristo Período conocido como Baktun 7 por los mayas. Sin embargo, debido a que estas inscripciones considerablemente antes de la subida de los mayas y se encontraron bien fuera de su área central, se acepta generalmente que la Cuenta Larga debe haber sido una invención de los olmecas».⁹

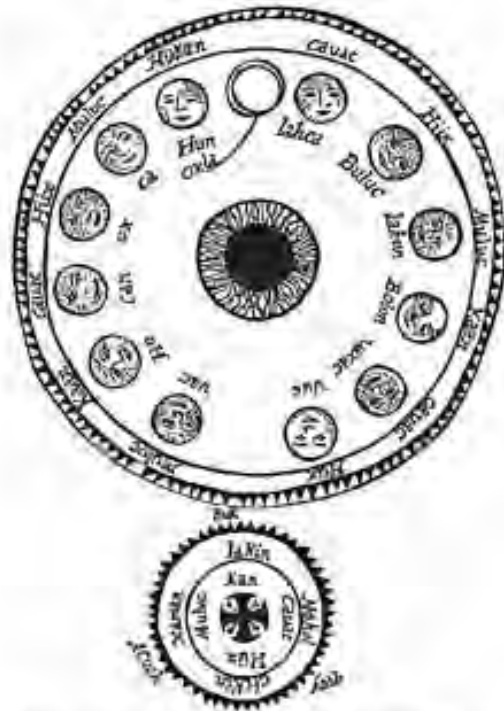
«Como ningún mapa indígena precolombino parece haber sobrevivido, no hay, por lo tanto, evidencia directa de los sistemas nativos los hayan utilizado para la relación geográfica entre los lugares, o de la existencia de un concepto como un "mapa del mundo". Moctezuma dio a Cortés una tela de sisal con ríos y bahías en la costa norte de Panuco, fielmente pintado", aunque el mapa mostraba los ríos y las bahías de tamaño relativo o si eran navegables.

⁹ Vincent H. Malmstrom. A Reconstruction of the Chronology of Mesoamerican Calendrical Systems. JHA ix (1978), 105-116

«En su expedición a Honduras, Cortés obtuvo dos mapas adicionales, Tabasco y Xicalango, y de Acalan, y aunque importantes para los españoles, eran de poco uso aparte de indicar regiones habitadas, y por lo tanto abastecimientos, número de ríos para cruzar. Cortés rápidamente descubrió que los indios consideraban sus mapas, y particularmente a las que frecuentemente se refería, como instrumentos que confirmaban la creencia nativa que nada le ocultaban.

«Los edificios cuyo uso principal era al parecer astronómico son diferentes. Morley (1956) ha demostrado convincentemente cómo edificios y estelas en Uaxactun y otros lugares se utilizaron para observar el verano y el invierno, y ha descrito el significado de los ejes restantes y probables del Caracol en Chichen Itza en términos de posiciones extremas en la luna y otros datos». ¹⁰ Se viene a la conclusión provisoria que la descripción formal del espacio mesoamericano difería fundamentalmente de la que heredamos de los europeos. Más bien, el espacio no se divorciaba científicamente del tiempo, y existía conceptualmente sólo los horizontes este y oeste del trópico, de donde acaba la

estrella 'fija' del norte. De acuerdo con las conclusiones provisorias, se descubre una enorme falta de regularidad entre los 'signos de dirección' que no sean del este o del oeste. De la tabulación de la revolución sinódica del planeta Venus en el códice Dresden, se deduce que los horizontes oriental y occidental son efectivamente de un orden superior al de los momentos intermedios como norte y sur (que así pueden cambiar de posición) y como arriba y abajo. En conclusión. se sugiere que la misma lógica del sistema maya, en sus propios y muy diferentes



Un par de ruedas dentadas de calendario representadas en el Libro Maya colonial de Chilam Balam de Ixil, un poblado maya

¹⁰ Gordon Brotherston and Dawn Ades. Mesoamerican Description of Space I: Myths; Stars and Maps; Andarchitecture. *Ibero-amerikanisches Archiv*, Neue Folge, Vol. 1, No. 4 (1975), pp. 279-305

términos, ofrece una nueva perspectiva del calendario y de la escritura de Mesoamérica». ¹¹



Códice Madrid. Representación cuadrangular del tiempo

Las imágenes de engranajes que mueven el tiempo y la forma perfectamente redonda del universo platónico y aristotélico fue el modelo usado por los españoles para facilitar la conversión. Por lo tanto, parece lógico que los intelectuales nativos, informantes y ayudantes de los primeros cronistas, lo hubieran encontrado necesaria para adaptarse y utilizar la forma circular que dominaba las formas hispanas contemporáneas de conocer y expresar el universo del espacio-tiempo. En cambio, un examen de documentos calendáricos

¹¹ Gordon Brotherston. Mesoamerican Description of Space II: Signs for Direction. *Ibero-amerikanisches Archiv*, Vol. 2, No. 1 (1976), pp. 39-62

del postclásico precolombino indica que tanto entre los mayas como en la región mexicana central se interpretaba el tiempo, especialmente el *tonalpohualli*, y se expresaron gramaticalmente, en forma cuadrada o rectangular. Este es un concepto probablemente derivado desde el bien documentado concepto nativo de un universo cuatripartito, con direcciones consideradas como fronteras o lados del espacio. Esta forma elegida fue sin duda la que los cronistas habrían sido expuestos en el momento del contacto y parecen haberlo ignorado.¹²

Los astrónomos del siglo III observaron que las longitudes de los lados de un triángulo rectángulo y los ángulos entre esos lados tienen relaciones fijas: es decir, si se conoce la longitud de un lado y el valor de un ángulo, entonces todos los demás ángulos y longitudes se pueden determinar algorítmicamente. Estos cálculos pronto llegaron a definirse como las funciones trigonométricas y hoy son omnipresentes tanto en la matemática pura como en la matemática aplicada: los métodos fundamentales de análisis, como la transformada de Fourier, por ejemplo, o la ecuación de onda, utilizan funciones trigonométricas para entender fenómenos cíclicos en muchas aplicaciones. En campos tan diversos como la física, la ingeniería mecánica y eléctrica, la música y la acústica, la astronomía, la ecología y la biología. La trigonometría es también la base de la topografía.

En el siglo III a.C., los matemáticos helénicos como Euclides y Arquímedes estudiaron las propiedades de las cuerdas y los ángulos inscritos en círculos, y demostraron teoremas que son equivalentes a las fórmulas trigonométricas modernas, aunque las presentaron geoméricamente en vez de algebraicamente. En 140 a.C., Hiparco (de Nicaea, Asia Menor) preparó las primeras tablas de cuerdas, análogas a las tablas modernas de los valores de seno, y los utilizó para resolver problemas en trigonometría y trigonometría esférica. En el siglo II d.C., el astrónomo greco-egipcio Ptolomeo (de Alejandría, Egipto) elaboró tablas trigonométricas detalladas (tabla de cuerdas de Ptolomeo) en el Libro 1, capítulo II de su *Almagesto*. Ptolomeo usó la longitud de la cuerda para definir sus funciones trigonométricas, una diferencia menor de la convención de seno que usamos hoy en día. **El valor que llamamos $\sin(\theta)$ se puede encontrar buscando la longitud de la cuerda para el doble del ángulo de interés (2θ) en la tabla de Ptolomeo, y luego dividir ese valor por dos.** Siglos pasaron antes de que se produjeran tablas más detalladas y el tratado de Ptolomeo permaneció en uso para realizar cálculos trigonométricos en astronomía a lo largo de los próximos 1,200 años en los mundos medieval bizantino, islámico y, posteriormente, europeo occidental.

¹² Anthony Aveni. Circling the Square: How the Conquest Altered the Shape of Time in Mesoamerica. *Transactions of the American Philosophical Society*, New Series, Vol. 102, No. 5 (2012)

BIBLIOGRAFÍA

Gordon Brotherston and Dawn Ades. Mesoamerican Description of Space I: Myths; Stars and Maps; Andarchitecture. *Ibero-amerikanisches Archiv*, Neue Folge, Vol. 1, No. 4 (1975), pp. 279-305

Gordon Brotherston. Mesoamerican Description of Space II: Signs for Direction. *Ibero-amerikanisches Archiv*, Vol. 2, No. 1 (1976), pp. 39-62.

Wikipedia, [Trigonometry](#), visitado el 7 de marzo de 2017. ■