



ANALES DE ANTROPOLOGÍA

Anales de Antropología 53-1 (2019): 75-88



www.revistas.unam.mx/index.php/antropologia

Artículo

Ciclos culturales y astronómicos en Xochicalco, Morelos

Cultural and astronomical cycles in Xochicalco, Morelos

Rubén Bernardo Morante López*

Universidad Veracruzana, Lomas del Estadio S/N Edificio A Piso 3
Col. Zona Universitaria C.P. 91090 Xalapa, Veracruz, México

Recibido el 15 de mayo de 2018; aceptado el 24 de septiembre de 2018

Resumen

Más de 115 fechas inscritas en los relieves de Xochicalco no dejan duda de que en el sitio se empleaban calendarios muy parecidos a los que tenían los pueblos del centro de México y Oaxaca en el siglo xvi. El trabajo pionero de Alfonso Caso (1967) fue un antecedente para el estudio en el cual revisamos, completamos y ordenamos los signos de los días que él propuso (Morante 1993, ms, 2018). En este escrito abordamos un problema no resuelto que es fundamental para la calendárica mesoamericana. El método que seguimos es la correlación de fechas registradas en Xochicalco durante la segunda mitad del siglo vii. Retomamos un trabajo que inició hace 30 años, partiendo del riguroso registro y análisis del *corpus* de textos glíficos en piedras, lo que nos ha llevado a abundar en los sistemas de cómputo del tiempo en un sitio donde se tiene evidencia arqueológica de dos hechos: por un lado del conocimiento astronómico que habla de cálculos precisos del ciclo solar y, por otro, del lugar que en el centro de México dejó el mayor número de textos fechados, fuente invaluable en el conocimiento del calendario. Nos preguntamos si se conocía la diferencia entre los 365.2422 días del año trópico y los 365 del año civil, con casi un día de diferencia cada cuatro años, y si así era, cómo y con qué periodicidad se hacía la corrección por esta diferencia. En caso contrario, nos preguntamos por qué se permitía el desfase, sobre todo cuando los ciclos climáticos, agrícolas, religiosos y sociales se veían afectados.

Abstract

Our catalog with at least 115 dates inscribed on Xochicalco reliefs confirmed that the site used calendars very similar to those used in central Mexico and Oaxaca in the sixteenth century. The pioneer work of Alfonso Caso (1967) was an antecedent of the present study where we review, complete and order the signs of the days he proposed. In this paper we explore an unsolved problem that is fundamental for the knowledge of mesoamerican calendars. The method we follow is the correlation of dates recorded in Xochicalco during the second half of the seventh century. We resume a work that started 30 years ago based on the rigorous registration and analysis of the corpus of glyptic texts in stones, which has led us to abound in time computation systems of a site where archaeological evidences speak about two facts: astronomical knowledge and precise calculations of the solar cycle, and the place that, in the center of Mexico, left the greatest number of dated texts, invaluable sources for the knowledge of the calendar. Did they know the difference between 365.2422 days of the tropic year and 365 of the calendar year, with almost a day of difference every four years? If they did, the calendar had corrections? And, if so, how often and how did they make them? Or, otherwise, why the lag was allowed, especially when climatic, productive, religious and social cycles were affected.

Palabras clave: Ajuste calendárico; iconografía; epigrafía; Mesoamérica.

Keywords: Calendaric adjustment; iconography; epigraphy; Mesoamerica.

* Correo electrónico: rubenmorantel@hotmail.com

Introducción

Una contradicción fundamental en el calendario mesoamericano se da entre los estudios que indican la ausencia de correcciones por el desfase cuatrienal tipo bisiesto, con años consecutivos e ininterrumpidos de 365 días, sin intercalaciones tipo bisiesto, lo cual lleva a inconsistencias con la observación del ciclo solar, que tiene un ciclo anual con 365.2422 días en promedio. Tenemos evidencias de la medición de posiciones del Sol en Mesoamérica, hacia el horizonte y el cenit desde el Preclásico (1200 aC) y todo indica que, para el Clásico, los mayas (Thompson 1959: 159), zapotecas y teotihuacanos (Morante 1996) ubicaban las posiciones exactas de Venus, la Luna y el Sol. La orientación de ciudades prehispánicas y sus observatorios demuestran que conocían la necesidad de corregir el calendario solar cada cuatro años. Parece una paradoja que computaran el paso del tiempo de manera precisa en su calendario, pero que de manera intencional dejaran que su año civil se desfasara en relación con el año solar. La razón de ello quizá nunca la conozcamos, pero lo que indica nuestra lógica es que esos desfases desorientaban a la sociedad y obligaban a consultar periódicamente a los especialistas que determinaban las fechas propicias para el culto, los viajes, las guerras y otros eventos fundamentales relacionados con la vida de la ciudad. Más que seguir especulando respecto al porqué lo hacían, nos interesa saber si efectuaban cómputos para determinar ajustes en los calendarios, cuándo y cómo los hacían. Hasta hoy no tenemos evidencias que resuelvan satisfactoriamente este asunto; nuestro trabajo las busca en Xochicalco, porque es allí donde tenemos observaciones astronómicas y el mayor número de registros calendáricos en piedra del centro de México.

En este trabajo entendemos como ciclos culturales aquellos creados por la sociedad, en este caso relativos a los calendarios que regulaban, ordenaban y organizaban las actividades de los pueblos. Los ciclos astronómicos son aquellos que señala la naturaleza, base de los ciclos climáticos que afectan la vida de todos los seres de la Tierra. Si bien la sociedad humana los toma en cuenta y mide para inventar los ciclos culturales, la correspondencia entre ambos presenta ciertas discrepancias, las cuales pueden deberse a muchos factores. Entre los más relevantes para el presente trabajo están la observación, medición y registro preciso de los eventos que se dan en la bóveda celeste.

Calendárica y sabiduría en Mesoamérica

Los calendarios mesoamericanos, desde su origen hasta la Conquista, tuvieron usos múltiples y el orden de los días se utilizó en distintos contextos: para la adivinación, las fiestas, la siembra, el comercio, el tributo, la caza, la recolección... Para Johanna Broda (1982) fueron

sistemas que buscaban predecir, primero para trabajar el campo, luego para dominar. Así, la legitimación del poder de los sacerdotes-astrónomos los llevó a última instancia a ser "...víctimas del sistema cosmológico que habían creado" (Broda 1990: 38). Los complejos ciclos de los cuerpos celestes no corresponden de manera exacta con la unidad que usamos para medirlos: la rotación de la Tierra (el día). Ello sin duda fue un problema para el sabio prehispánico, un problema que motivó el avance de las matemáticas y la escritura. Los datos de los cronistas del siglo XVI deben considerarse con reserva ya que tratan de forzar los cálculos siguiendo el calendario europeo. Hans Prem (1991: 392) señala que las descripciones más detalladas del calendario indígena incluían un cuadro del año, cuyo modelo se deriva de los reportorios del Renacimiento, dando origen a lo que él llama "calendarios ficticios", que no fueron ni transcritos ni proporcionados por los *tonalpouhques*, conocedores de la mecánica del calendario mesoamericano. Dicha élite mantenía en secreto sus saberes; su trabajo, según el *Libro de los Colloquios*, consistía en observar el cielo y consultar los códices para ordenar "...cómo cae el año, cómo siguen su camino la cuenta de los destinos y los días y cada una de las veintenas..." .

Si bien es incuestionable la existencia de un solo sistema para la cuenta calendárica en Mesoamérica, pudieron existir cálculos alternos hechos por los sabios que conocían el tiempo y los astros. Fernández (1973: 55) habla de cuatro cuentas: solar o astronómica, ritual, política y rural; Boturini (1974) menciona dos: una civil y cronológica y otra rural y natural. La coincidencia de fechas que reportó Caso (1967: 48, quien cita a Thompson) y que se dio, para la toma de Tenochtitlan en *1 Coatl*, entre mexicas, mixes, popolocas, quichés, cachiqueles y otros pueblos, solo era posible si había contacto directo entre quienes contaban los días. Motolinía (1990: 29) y De las Casas (1979: 81) afirman que astrólogos y sabios se juntaban para corregir calendarios, ya que no tenían un día intercalar. Hans Prem asienta que la principal causa del malentendido del calendario fue que los autores de formación europea "...estaban convencidos de que el año civil indígena tenía una manera de intercalación igual al bisiesto europeo" (2008: 304). La estructura del calendario indígena era compleja, quizás más que la del calendario europeo, donde la iglesia católica indicaba fechas importantes (como la Pascua) mediante la intercalación del cómputo lunar. Al igual que en Europa, aquí los cálculos no estaban en manos del pueblo, sino de los ministros del culto, quienes fueron los más perseguidos durante la Conquista porque tenían poder y debido a que representaban la continuidad de la ideología del sistema político-religioso-social prehispánico. El hermetismo con el que guardaban sus conocimientos calendáricos explica la pérdida de gran parte de sus saberes. Recordemos que tanto Moctezuma como Nezahualcóyotl tenían conocimientos astronómicos (Paso y Troncoso 1988: 201).

Los calendarios prehispánicos

Los calendarios prehispánicos combinan la matemática con la observación del movimiento aparente de los cuerpos celestes; fueron uno de los conocimientos exactos más notables del mundo antiguo. Han sido estudiados durante siglos, sobre todo aquellos que estaban vigentes en el momento de la Conquista; los de pueblos anteriores, en sitios como Teotihuacán y Xochicalco, son menos conocidos, a pesar de que fueron uno de los ejes de la organización social. Cronistas tempranos, como Bernardino de Sahagún (1946: I, 399) y Diego Durán (1984: I, 221), entre otros, mencionan sobre todo la cuenta de 365 días que era similar a la del calendario cristiano. La cuenta de 260 días apenas la mencionan y casi siempre para condenar su empleo religioso. La estructura del calendario, al igual que los nombres y el orden de sus días, tenían significados similares entre distintos pueblos, a pesar de que se nombraran en diferentes lenguas, lo que indica un mismo y muy antiguo origen. El calendario entretijaba una cuenta ritual con otra civil; a esta última los nahuas la conocían como *xiuhpohualli* y constaba de 18 meses de 20 días, más un mes con cinco días para dar un total de $18 \times 20 + 5 = 365$ días. La segunda cuenta era el *tonalpohualli* y tenía 13 numerales y 20 signos (13×20) para completar 260 días con un nombre distinto, cuya importancia era medular, ya que servía para identificar personas y sitios geográficos, además de ser imprescindible en mitos y rituales. Se daba nombre al año combinando cuatro de sus signos (separados cinco posiciones)¹ con numerales del 1 al 13 para llegar a 52 ($4 \times 13 = 52$); este periodo era llamado *xiuhmolpilli*, tras el cual los días iniciales de las dos cuentas coinciden nuevamente ($365 \times 52 = 18\,980$ días y $260 \times 73 = 18\,960$).

Era un calendario distinto a cualquier otro en el mundo que les permitió integrar el ciclo sinódico de Venus con 584 días² bajo un común denominador de 37 960 días ($18\,980 \times 2$) tras los cuales coincidían 65 ciclos de 584 días ($52 \times 2 = 104$ años de 365 días y $73 \times 2 = 146$ ciclos de 260 días. Estas cifras mayores eran necesarias porque en Mesoamérica no se manejaron fracciones matemáticas, sino múltiplos comunes de grandes ciclos de días³. Según Thompson (1959: 171), el cómputo anterior requirió de correcciones que se realizaban cada determinado número de años para hacer coincidir los días precisos de su calendario con los fenómenos astronómicos que en ellos se daban. La Cuenta Larga es el único sistema de cuenta absoluta del tiempo en la América prehispánica; parte del 13 de agosto de 3114 aC (que es el

-3113 para cálculos astronómicos⁴). Ésta se ha atribuido a los mayas, quienes la emplearon ampliamente en el periodo Clásico, pero también se le conoció en la costa del Golfo, donde la tenemos en la Estela C de Tres Zapotes (del Preclásico) y en estelas de Cerro de las Mesas, como la Estela 6 del año 727 dC (Medellín 1983: 52). Según Gordon Brotherston (1983: 167), en códices mixtecos del Posclásico como el *Vindobonensis* se registraron datos históricos en Cuenta Larga.

Desde el siglo xix⁵ se ha considerado que en Xochicalco se usó el *tonalpohualli* y desde entonces se han hecho estudios basados en los registros en piedra que hay en el sitio. Hasta 2017 registramos un total de 115 signos con numerales (Morante ms. 2018). Con base en ellos reconstruimos el orden de sus veinte días, un orden idéntico al que siguen los calendarios del Posclásico. Algunos signos se parecen más a los que se usaron en el periodo Clásico, mientras que otros son más parecidos a los del Posclásico. A pesar de este cambio de forma, el sentido que adquieren los signos del *tonalpohualli*, con la lectura del ícono que los identifica, al parecer permaneció casi inalterado⁶ y su orden se mantuvo a través de cientos de años. En el sitio se conocieron otras cuentas calendáricas como el *xiuhpohualli*⁷ y el *xiuhmolpilli*; este hecho es indudable y lo deducimos de la existencia de indicadores de año para algunos signos calendáricos; la similitud que presentan múltiples calendarios prehispánicos⁸ en cuanto al orden de sus días nos ha permitido reconstruir el *tonalpohualli* en épocas y lugares donde no hay documentos escritos en los que aparezcan todos ellos juntos y en orden, como es el caso de Xochicalco.

⁴ En nuestro calendario pasamos del 1 aC al 1 dC contando un año en vez de dos, por tanto para calcular de manera real los años antes de Cristo se les quita este año, por ejemplo: 2 aC es en realidad -1.

⁵ Ver por ejemplo la obra de Alfredo Chavero (1953: I, 272) escrita en el siglo xix, donde reconoce en los relieves del Templo de las Serpientes Emplumadas de Xochicalco el uso de las veintenas de la cuenta de 260 días.

⁶ Lo anterior se afirma de manera independiente del estilo de escritura propio del *tlacuilo* o *tonalpouhque*. Ejemplos: el ícono para el signo de la octava posición fue la cabeza del conejo o un conejo completo; como signo de la séptima, la cabeza de venado o solo su pezuña. Se leían de la misma manera y equivalen a nuestro uso de negritas, itálicas o incluso mayúsculas, sin alterar mayormente el sentido de la lectura.

⁷ En Xochicalco no hay signos para los meses del *xiuhpohualli* pero es obvia su existencia, acaso eran similares a los que se tenían en el momento de la llegada de los españoles, cuando se reporta su primer mes en diez de los dieciocho meses. Los dos más probables son *Atlcabuallo*, basado en Sahagún (1946: I, 95) y *Tlacaxipehualiztli*, basado en Motolinía (1990: 29). Nuestra postura, al igual que la de la mayoría de los especialistas de la actualidad, se inclina por Sahagún, quien hacia mediados del siglo xvi señala como día inicial del año a 1 de *Atlcabuallo* el 2 de febrero del calendario juliano o el 12 de febrero del gregoriano.

⁸ Hanns Prem (2008: 58) considera, al igual que nosotros, que la serie de 20 signos se repetía en un orden fijo, con un significado parecido en diferentes idiomas. Prem dice que entre los mayas yucatecos solo seis de ellos tenían una semántica similar a la del centro de México y Oaxaca; Munro Edmonson (1995) llega a conclusiones similares.

¹ En Xochicalco los signos de año eran Calli, Tochtli, Acatl y Tecpatl y se conservaron hasta el siglo xvi.

² De acuerdo con cálculos astronómicos actuales, la revolución sinódica de Venus tiene entre 579 y 588 días, con un promedio de 583.92 que se logra tras un largo periodo de observación, 0.08 de día abajo del número entero.

³ Thompson (1959: 159) lo constató entre los mayas.

Los problemas del calendario mesoamericano

Algunos de los problemas que presenta la reconstrucción y correlación del calendario mesoamericano los hemos expuesto en el pasado (Morante 1993: 58-74), siguiendo a respetables especialistas. Al presente estudio compete sobre todo a uno de ellos: la correspondencia de fechas entre el calendario indígena y el europeo para el siglo VII dC, considerando la existencia o no de un año intercalar, uno de los problemas más controvertidos y en el cual los datos de Xochicalco no se han considerado. Caso (1967: 73) afirma que hacia la llegada de los españoles, los aztecas y mayas "...tenían una correlación completa..." no solo en los días, sino en su posición dentro de los meses. Para correlacionar los calendarios cristiano y prehispánico en tiempos de la Conquista, Caso (*op. cit.*: 53) presentó una fórmula que ha sido muy útil.⁹ Se basa en tres fechas históricas reportadas en ambos calendarios: la entrada de Cortés a Tenochtitlán el 8 de noviembre de 1519, día 8 Ehecatl del año 1 Acatl;¹⁰ las otras son la Noche Triste (1 de julio de 1520) y la toma de Tenochtitlán, el 13 de agosto de 1521, día 1 Coatl del año 3 Casa. Para las correlaciones de días que indican los registros en piedra de nuestro estudio en Xochicalco, las fechas se van casi nueve siglos atrás, a la segunda mitad del siglo VII, por lo que las hemos calculado sin considerar días intercalares.¹¹ Calculamos fechas gregorianas mediante el método de regresión desde un día que se reportó al momento de la Conquista tanto en el calendario europeo como en el indígena, dato que posteriormente confirmamos en programas de cómputo actuales.¹²

Rafael Tena (1987: 67) ha sugerido que se intercalaba un sexto *nemontemi* cada cuatro años, como sugieren la lámina 7r del *Códice Telleriano Remensis* y Fray Diego Durán (1984: 293) quien menciona un "bisiesto" como sexto *nemontemi*. Diego de Landa (2000: 94) dice que los mayas tenían correcciones cuatrienales. Sigüenza y Góngora, al igual que Clavijero (1987:180), habla de 13 días intercalares cada 52 años. Castillo Farreras (tomado de Prem 1991: 393) dice que en los años Tecpatl el último día de Izcalli tenía 48 horas. Yolotl González (1991:

⁹ Rafael Tena (1987: 37) parte de cálculos muy similares, aunque no inicia el año en el mismo mes y difiere en un día, ya que incluye una día intercalar e inicia Atlcahuato el 13 de febrero de 1520 (Caso lo inicia el 14 de febrero).

¹⁰ Al respecto se puede consultar también a Tena (1987: 46). Quien menciona que esta fecha. Las otras son la Noche Triste (1 de julio de 1520) y la toma de Tenochtitlán (13 de agosto de 1521).

¹¹ Esto nos lleva a que el día inicial del año se vaya desfasando y la correlación varíe según el año, como especificaremos más adelante para el periodo 660-687 dC.

¹² Ya que en Xochicalco no hay meses registrados, usamos días y años. Partimos de la fórmula 1 Coatl de 3 Calli = 13 de agosto de 1521. A partir de allí nosotros ajustamos hacia el pasado por desfases entre el año indígena de 365 días y el juliano de 365.25, al llegar al día europeo en la segunda mitad del siglo VII dC lo ajustamos a la fecha gregoriana aumentando tres días. Las fechas se pueden contrastar en programas de cómputo actuales, como el de FAMSI (Fundación para el Avance de los Estudios Mesoamericanos).

20) nos dice que León y Gama, en su estudio de *Las dos piedras*, dijo que se intercalaban 25 días al finalizar el periodo de 104 años; que Orozco y Berra habla de la intercalación de 12 días en un periodo de 52 años y de 13 en el siguiente; y que Paso y Troncoso habla de 63 días complementarios cada 260 años. Chavero (1953: 155) afirma que la intercalación era diferente en los años astronómico y civil, pero que los sacerdotes podían hacerla en cualquier momento sin causar trastornos en la vida social.

Alfonso Caso (1971: 348) niega la corrección del calendario indígena en periodos cortos, pero acepta la existencia de fechas-aniversario entre los mayas, postulada por John Teeple (1930) quien lee múltiples enteros del año trópico en inscripciones de la Cuenta Larga.¹³ Nosotros consideramos una fórmula parecida basada en la ecuación que iguala al año civil de 365 días con el año trópico de 365.2422 días mediante la fórmula: 1 507 (365.2422) = 550 420 días y 1 508 (365) = 550 420 días. O sea que cada 1 507 años trópicos el calendario de 365 días se desfase un año completo (365 días exactos). Tras ese larguísimo periodo, la posición del primer día del *xiuhpohualli* volvía a la posición que ocupaba en el calendario astronómico solar 1 507 años trópicos antes. Según Teeple, para este cálculo los mayas partían del inicio de su Cuenta Larga en 3114 aC. Tras 1 508 *xiuhpohuallis* su primer día, lo mismo que el primer día *tonalpohualli* coincidían con la posición astronómica del Sol 1507 años trópicos antes. Ello implica que tras este largo periodo se sincronizaban automáticamente los ciclos astronómicos y culturales.¹⁴

Las propuestas de que hubo correcciones calendáricas entre los pueblos prehispánicos han sido formuladas principalmente en escritos anteriores al siglo XX, muchos de ellos parten de crónicas del siglo XVI, en las cuales se usó como modelo el calendario europeo, algo que también sucedió en Perú, donde Guamán Poma de Ayala (2002) presenta un calendario inca totalmente europeizado. La corrección cuatrienal (tipo bisiesto romano) en el calendario mesoamericano lleva a que se pierda la correspondencia entre las distintas cuentas de tiempo que siguen el *xiuhpohualli*, *tonalpohualli* y *xiuhmolpilli* del centro de México y Oaxaca o el *haab*, el *tzolkín* y la Cuenta Larga de los mayas. Se puede pensar que al hacer una corrección, para no romper la secuencia de días, se intercalaban días sin nombre, algo de difícil comprobación. En el pasado, nosotros mismos presentamos una postura que apoya una corrección en periodos largos para el centro de México (Morante 1993) efectuada en Xochicalco, la cual actualizamos y modificamos más adelante, de acuerdo con datos recientes.

¹³ Teeple (1930: 38) usa la fórmula 1507 (365.2422) = 550, 420 y 1508 (365) = 550,420 días que equivalen a 29 ciclos de 52 años de 365 días (18,980 días).

¹⁴ El total de 550 420 días o 1508 *xiuhpohualli* equivalía a 2117 *tonalpohualli* exactos.

Si los sabios mesoamericanos tenían conocimientos astronómicos y matemáticos suficientes para saber que sus calendarios se desfasaban, ¿por qué los dejaban hacerlo? ¿Desconocían la duración del año trópico de 365.2422 días? o ¿no veían que la posición del Sol cambiaba en casi 13 días cada 52 años? En 260 años el desfase era de casi 63 días, con un fuerte desfase con los ciclos astronómicos y con los ciclos culturales marcados en su calendario. Fernández (1973) en el siglo XVIII y Michael Graulich (1982, 2002) señalan la falta de correspondencia entre el significado de los nombres de los meses mexicas y la situación climática y astronómica que privaba en tiempos de la Conquista. Prem (2008: 98) opina que es inexacto hablar del año 683 dC que propone Graulich para la correspondencia entre el nombre de los meses y la situación climática y sugiere unos mil años para su coincidencia, lo que nos llevaría a épocas teotihuacanas; una posibilidad de difícil comprobación.¹⁵ Johanna Broda (1982, 1983), por medio del análisis de las fiestas, concluye que los rituales mexicas corresponden con los eventos climáticos que se desea propiciar y que son propios de esos meses.¹⁶

Xochicalco

La estructura del tiempo y el espacio indígenas se constata en construcciones, inscripciones, esculturas y pinturas, que rescata la arqueología en sitios como Xochicalco, que se encuentra en el actual estado de Morelos y cuyo florecimiento se dio tras la declinación de Teotihuacán hacia principios del siglo VII dC. Las relaciones de Xochicalco, tanto en el ámbito regional como en el mesoamericano, fueron muy ricas; han sido resumidas por Morante (1993: II, 1-31) quien cita a Jaime Litvak (1970), César Sáenz (1962), Eduardo Noguera (1961), Kenneth Hirth y Ann Cyphers (1988) entre otros.¹⁷ La tradición teotihuacana está presente y pronto se unió a la de otros pueblos, como los mixtecos, los de la costa del Golfo y los mayas; se trata de un periodo en el que se hace evidente la comunicación constante en el campo de la religión y el eclecticismo en el arte. A esta época de auge del sitio corresponde el llamado Epiclásico que llega hasta el siglo X, son cuatro siglos de historia.¹⁸ Silvia

¹⁵ Uno de los primeros en hablar de las relaciones climáticas en el calendario indígena fue Fray Agustín de Vertancurt (1871).

¹⁶ Prem (2008: 97) es un tanto ecléctico entre las posturas de Graulich y Broda cuando dice que "...las ceremonias reportadas para sus fiestas sí correspondían a la vegetación... (ya que) Probablemente los nombres de los meses y fiestas tenían mayor continuidad que los rituales" (puntos suspensivos míos).

¹⁷ Las relaciones más evidentes son con Teotihuacan (Pirámide de Quetzalcóatl), la costa del Golfo y la zona maya. El Templo de las Serpientes Emplumadas las hace evidentes en los relieves de sus taludes con serpientes ondulantes entre motivos marinos, volutas y personajes de perfil. Hay además otros vestigios en el sitio que sugieren estas relaciones, como yugos, figurillas, estelas labradas, estucos, calzadas, cerámica...

¹⁸ Xochicalco, de acuerdo con la cronología que nos proporciona Silvia Garza Tarazona (com. personal, mayo de 2017) abarcó desde mediados del siglo VII hasta el gran incendio fechado por carbono

Garza (com. personal, mayo de 2017) dice que el sitio estuvo ocupado desde mediados del siglo VII hasta el gran incendio fechado hacia 1064 dC. Sin embargo, hay pocas dudas de que su mayor crecimiento y desarrollo ocurre durante la Fase G (650 a 900 dC) de Hirth y Cyphers (1988: 103).

La ubicación de Xochicalco, en lo alto de tres colinas fue cuidadosamente seleccionada: estaba en una posición fácilmente defendible en una época de reacomodos políticos entre poblaciones dominantes. Hacia el oeste tenía una fuente de agua permanente: el río Tembembe, afluente del Balsas. Podía controlar un paso comercial entre los dos océanos y entre los altiplanos centrales y la costa del Pacífico, dos regiones simbióticas climática y culturalmente: las tierras frías del Altiplano y las cálidas tierras bajas. A lo anterior se suman el entorno montañoso y su clima, con baja nubosidad, que le permitían tener un cielo despejado la mayor parte del año y una visual privilegiada hacia el horizonte, donde se pueden ubicar fácilmente posiciones solares, básicas para el cálculo de ciclos astronómicos y culturales. La parte superior del cerro fue nivelada y a partir de allí se trazaron terrazas conectadas mediante escalinatas y calzadas. La parte alta del sitio se ve resguardada por muros, pórticos y fosos, que también se construyeron en el vecino cerro de La Bodega o Coatzin.

En su momento de mayor auge la ciudad tuvo alrededor de 4 km², con alrededor de 20 mil habitantes y estaba comunicada mediante calzadas pavimentadas¹⁹ con al menos una decena de sitios o barrios cercanos. La sociedad altamente estratificada que ocupó el sitio se distribuyó desde la parte más alta, donde habitaba la élite en palacios y templos suntuosos, como los de la Acrópolis, hasta terrazas con unidades habitacionales donde vivían los artesanos y a partir de las cuales se desciende hacia lomeríos y valles donde estaban las chozas habitadas por labradores. Su economía se basaba en el tributo, la agricultura, la producción de lítica, textiles, cerámica y otros artículos de uso doméstico y ritual, al igual que en la procuración de servicios religiosos y médicos. El control de los campesinos, pescadores y cazadores de áreas aledañas les permitía el acceso a una amplia gama de productos alimenticios.

Tras mil años de abandono, el sitio no se perdió en la memoria, permaneció presente durante el Virreinato y hoy se le conoce sobre todo por sus monumentos emblemáticos: el Templo de las Serpientes Emplumadas y la Gruta del Sol; el primero gracias a sus extraordinarios relieves y la segunda por las narraciones de la mítica visita del Sol a su interior. Entre los vestigios, reportados para el sitio desde el siglo XVIII (Joseph Antonio de Alzate 1791) hasta la actualidad, encontramos obras de arte que

14 hacia 1064 dC. Sin embargo es durante la Fase G, que va de 650 a 900 dC, cuando según Hirth y Cyphers (1988: 103) se da el crecimiento y desarrollo del sitio.

¹⁹ Hirth y Cyphers (1988: 133) hablan de nueve de estos caminos, pero don Rodrigo Analco, ex custodio de la zona arqueológica, ha recorrido más.

se conservaron casi intactas. En los relieves y esculturas en bulto se observa el refinamiento y sensibilidad que tuvieron estos artistas; sus creaciones manejan conceptos realistas, pero también abstractos y surrealistas que la sociedad occidental conoció muchos siglos después.

El Templo de las Serpientes Emplumadas

Este edificio, recubierto con rocas ígneas de pórvido traquítico, cubrió un sencillo templo construido unos veinte años antes, en la segunda mitad del siglo VII (Garza y González 1995: 117), época en que inició el desarrollo de la ciudad.²⁰ Su programa iconográfico consta de temas míticos, históricos, geográficos y calendárico astronómicos. El talud del primer cuerpo muestra un tema mítico donde aparecen 8 serpientes emplumadas; las de los lados este, norte y sur enmarcan el glifo 9 Ojo de Reptil (*Ehecatl*) y a personajes sentados con las piernas cruzadas que levantan su mano y emiten palabras floridas (figura 1). En el tablero y en el segundo cuerpo del edificio tenemos registros donde aparecen personajes, fechas, escenas y topónimos. Las ocho serpientes del talud del primer cuerpo tienen caracoles insertos entre sus plumas. Ambos símbolos: caracol y serpiente emplumada, nos remiten a Quetzalcóatl, quien según los mitos era creador del calendario y una advocación de Venus en su aspecto zoomorfo. Las ocho serpientes emplumadas pueden referirse a los ocho años de 365 días, tras los cuales 8 *xiuhpohuallis* coinciden con cinco ciclos sinódicos de Venus de 584 días.²¹ El talud oeste es diferente: tiene en el centro la escalinata de acceso al segundo cuerpo, lo cual le da la mayor relevancia. Se vincula a los otros taludes por la presencia de la serpiente emplumada, pero allí su cuerpo enmarca dos paneles a ambos lados de las alfardas; en el centro de cada panel se labraron tres glifos calendáricos que realizan acciones. El más conocido está al noroeste, y respecto a él han surgido posturas como la de Eduardo Noguera (1961) y Román Piña Chan (1985: 31) quienes sin mayores explicaciones, proponen que allí se representa una corrección calendárica, posturas que en el pasado apoyamos (Morante 1993).

El calendario astronómico de Xochicalco

Nuestros estudios (Morante 1993) demuestran que hasta la llegada de los aztecas en el Posclásico tardío, ningún otro sitio del centro de México había mostrado tanto interés por labrar fechas en piedra; ello indica un relevante interés en contar y conocer el tiempo. Tras la muerte de

²⁰ Kenneth Hirth (1980: 263) mediante Carbono 14 obtiene los años 650 dC +,- 50 y 730 dC +,- 85.11.

²¹ Se obtiene multiplicando 5 por 584 que dan 2 920 días, que divididos entre 8 dan 365 días. Aunque el ciclo sinódico de Venus varía, estos 584 días son un promedio de acuerdo con los datos actuales, que corresponden con el cálculo hecho en Mesoamérica hace más de mil años.



Figura 1. Relieves en la cara norte del templo de las serpientes emplumadas: personaje sedente y glifo 9 Ojo de Reptil (*Ehecatl*).

los sabios y sin documentos escritos, los conocimientos se pierden, pero podemos rescatarlos con el estudio de textos labrados en piedra, como los que presentamos más adelante, y de instrumentos como observatorios solares cuyo uso comprobamos mediante la experimentación directa en Teotihuacán (Morante 1996) y Xochicalco (Morante 1993 y Morante; Garza y Escalante 2018). Los ejemplos que tenemos hablan de una gran precisión para ubicar al Sol en el horizonte y el cenit en puntos que van desde la frontera sur de Mesoamérica, hasta su límite septentrional, en sitios como Alta Vista, Zacatecas (Aveni, Hartung y Kelley 1982: 320). Códices como el *Bodley* y el *Selden*, presentan templos con postes de madera en cruz, con un ojo que observa a través de ellos hacia el horizonte, para ubicar a un cuerpo celeste en una posición determinada (Aveni 1991: 29; Broda 1986: 79; Tichy 1988: 135). Zelia Nuttall (1928) habla de cientos de evidencias en edificios y estelas que permitían observaciones astronómicas hacia el cenit. Durán (1984) y Motolinía (1990), mencionan a sacerdotes mexicanos pasando largas noches en la observación de los cielos y dicen que con el uso del gnomon tenían un conocimiento exacto de equinoccios y solsticios. Paso y Troncoso (1988: 225) habla también del uso del gnomon y dice que según el *Códice Fuenleal*, "Contaban el año del equinoccio, por marzo, cuando el sol hacía derecha la sombra, y luego como se sentía que el sol subía..."

Gracias al uso de instrumentos de observación, el sabio xochicalca conocía la posición que ocupaban los cuerpos en su aparente paso por la bóveda celeste; gracias a ellos se llevaba con gran precisión la cuenta astronómica del tiempo, base de una precisa cronometría. Nuestras observaciones directas en el sitio notaron que en días clave del calendario, como los solsticios y días de paso cenital, el Sol sale sobre cúspides de montañas (figura 8). Desde la Acrópolis de Xochicalco, el día de paso de Sol por el cenit,²² el Sol sale atrás de la cúspide del Popocatépetl; esa misma fecha, a medio día, dentro del observatorio vemos sus rayos entrar verticales, confirmando el evento (figura 2). Incluso quien no sabe astronomía puede notar aquí que si no se corrige al menos un día cada cuatro años, se va a dar un desfase en el calendario.

²² El paso solar por el cenit tiene relevancia climática y ritual, ya que anuncia la llegada de las lluvias de verano, clave para la agricultura y la religión.

En Xochicalco tenemos entre la primera y última entrada de rayos solares directos al observatorio (29 de abril y 13 de agosto) 52 días antes y después del solsticio de verano, que sumados a este día dan 105 ($52 + 1 + 52$) y que a su vez, sumados a los 260 días en que no hay entradas solares directas a la cueva astronómica, completan los 365 del año.²³ Podría tratarse de uno de los dos *tonalpohualli* fijos que se pudieron tener, según Franz Tichy (1978: 155), para el calendario mesoamericano. El segundo estaría indicado por la salida solar sobre el cerro Jumil el 30 de octubre y el 12 de febrero²⁴ con esa misma relación 105/260 hacia el solsticio de invierno.

Los registros calendáricos y los eventos históricos de Xochicalco: la Piedra del Fuego Nuevo

Esta piedra se encuentra en el Palacio de Cortés de Cuernavaca, Morelos, adonde fue llevada desde Xochicalco (figura 3). Tiene tres inscripciones con signos que se identifican claramente, ya que se encuentran en perfecto estado de preservación, los tres se acompañan de numerales y son: 1.- El signo *Tochtli* con el numeral uno y un amarre en el cuadrete. 2.- El signo *Coatl* con el numeral dos y sin amarre en el cuadrete y 3.- El signo *mamalhuaztli* (del verbo *mamali*: perforar) metáfora del encendido del Fuego Nuevo que se acompaña con el numeral uno. Concluimos que la piedra registra el encendido del Fuego Nuevo en un día 2 *Coatl* del año 1 *Tochtli*. Esta ceremonia se hacía cada 52 años para conmemorar el inicio de un nuevo siglo; en este caso el numeral uno en el glifo del Fuego Nuevo dice que se trata del primer Fuego Nuevo que se encendió en Xochicalco, algo que, según los fechamientos arqueológicos, debió suceder en la segunda mitad del siglo VII dC. De acuerdo con nuestros datos, solo hubo un año 1 *Tochtli* en la segunda mitad del siglo VII y fue 674 dC. Entonces se pudo celebrar un Fuego Nuevo extraordinario, como el que encendieron los mexicas al asentarse en el islote de Tenochtitlan, según los *Anales de Tlatelolco* (Tena 1987: 92).²⁵

El día 2 *Coatl* del año 1 *Tochtli* fue el 10 de mayo de 675 dC²⁶ gregoriano y el único referente astronómico que tenemos es la distancia de 13 días luego de la primera entrada solar al observatorio antes de colocar el disco

²³ En la cueva astronómica la primera entrada de rayos directos de Sol se da el 29 de abril durante tres años consecutivos, al cuarto se retrasa un día, hasta el 30 de abril, con un año de 366 días. Son tres años de 365 días y uno de 366, en total 1461 días, lo que da un promedio de 365.25 días por año

²⁴ Observamos este hecho durante nuestros estudios realizados en la zona hace años (Morante 1993:II, 167). El punto más preciso para hacer esta observación es la Estructura A, cercana al Templo de las Serpientes Emplumadas y sitio donde César Sáenz encontró las tres estelas que cuentan con numerosas inscripciones calendárico-rituales.

²⁵ Los mexicas lo iniciaron primero en 1 *Tochtli* y en 1507 lo cambian a 2 *Acatl*, según el *Códice Borbónico* (p. 34).

²⁶ El año 1 *Tochtli* inició el 15 de septiembre de 674 dC gregoriano y concluyó el 14 de septiembre de 675.

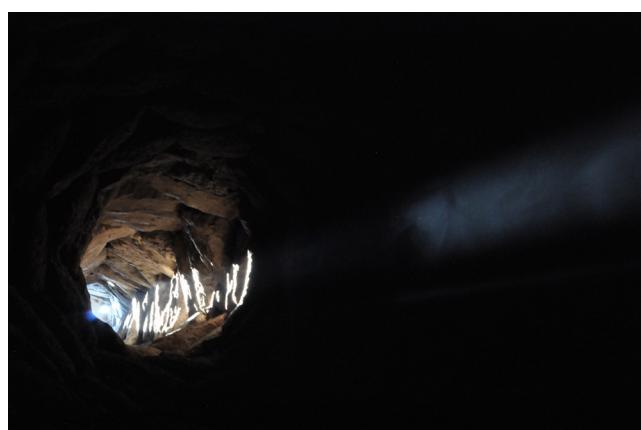


Figura 2. Chimenea del Observatorio o Gruta del Sol.



Figura 3. Piedra del fuego nuevo. Palacio de Cortés, Cuernavaca.

(28 de abril), podemos también suponer que, como en Tenochtitlan, se trata de una fecha que celebra un acontecimiento histórico como el asentamiento xochicalca en el cerro de los Tres Lóbulos. Lo cierto es que el año 1 *Tochtli* se sigue encendiendo el Fuego Nuevo hasta el siglo XVI, en que, de acuerdo con el *Códice Vaticano Latino* 3738 (Lámina CX), los mexicas deciden encenderlo al año siguiente: 2 *Acatl*.²⁷

El signo 9 Ojo de Reptil en el Templo de las Serpientes Emplumadas

Alfonso Caso (1967: 164) identifica el signo Ojo de Reptil con el día *Ehecatl*. En Xochicalco 9 *Ehecatl* fue considerado por Román Piña Chan (1985: 30) como el

²⁷ Si bien la glosa de este códice señala 1 *Tochtli* en el año 1504, el *Códice Telleriano Remensis* lo ubica correctamente en 1506, asentando que en efecto, debido a que 1 Conejo siempre había sido un año de hambrunas y muchos trabajos. Además asienta allí que es el propio Moctezuma Xocoyotzin quien decide cambiarlo a 2 *Acatl* (de 1506 a 1507 dC). La página 34 del *Códice Borbónico* también alude a este hecho.



Figura 4. Relieve del Fuego Nuevo en el Templo de las Serpientes Emplumadas de Xochicalco.

nombre calendárico de Quetzalcóatl, pero dicho autor también señala a 7 Ehecatl.²⁸ En este trabajo proponemos que el signo 9 Ehecatl tuvo en el Templo de las Serpientes Emplumadas de Xochicalco un significado astronómico con fuertes repercusiones culturales. De acuerdo con los últimos datos arqueológicos Xochicalco²⁹ se ocupó en el siglo VII y se abandonó hacia el siglo XI dC. En esos cuatro siglos, se vieron tres eclipses totales en Xochicalco: en 664 (4 de mayo), 880 (16 de mayo) y 1050 (25 de enero) dC.³⁰ El primero fue el más impresionante y duró como total 2 minutos 38 segundos, tras su inicio a las 13:37:38 horas. Corresponde a la serie Saros 97 (figura 6). Curiosamente, el primero de los eclipses coincidió con el inicio de la ocupación del sitio y el último con la etapa final de la ciudad.³¹ Nuestra correlación indica que el eclipse del 4 de mayo de 664 dC es el único de los tres que ocurrió en un día 9 Ehecatl. El signo calendárico que más destaca en el Templo de las Serpientes Emplumadas es 9 Ehecatl (figura 1)³²; seis veces aparece enorme, rodeado de volutas, en los taludes norte, sur y este. Encima, sobre el tablero, se labraron 32 recuadros limitados por entrelaces: en ellos se muestran escenas donde se repite un personaje y un signo. El personaje aparece sentado, porta anteojeras tipo Tláloc, bolsa de copal y un tocado con el símbolo Rayo/Trapecio (indicador del año). El

²⁸ El segundo (7 Ehecatl) nos parece más factible para dicho evento, ya que en la parte alta, al frente de la Estela 1, se observa al importante personaje saliendo de las fauces de una serpiente, aludiendo a su nacimiento.

²⁹ Hay cierta discrepancia entre las últimas fechas que reportan Kenneth Hirth quien habla de los años 600 a 900 dC (2018: 48) y Morante, Garza y Escalante, que mencionan los siglos VII a XII dC (2018: 74), pero se dan en cuanto al abandono del sitio, ya que ambas posturas coinciden en el siglo VII para su ocupación.

³⁰ Tras consultar las tablas del NASA (Fred Espenak y Jean Meeus 2007) entre los años 600 y 1100 tenemos que en Xochicalco se pudieron observar 54 eclipses totales, anulares o híbridos, pero solo estos tres totales.

³¹ Silvia Garza Tarazona (comunicación personal 15 de mayo de 2017) obtuvo mediante termoluminiscencia el año 1064 dC para el gran incendio y el colapso final de la ciudad.

³² Piña Chan (1985: 30) le llama “Señor del Tiempo”.

signo que se repite frente al personaje consiste en unas mandíbulas que devoran un círculo; si lo leyéramos en náhuatl diríamos: *itlacua tonatiuh*, “se come al sol” y en maya yucateco sería *Chi’ibal ki’in* “muerde al sol”. Se trata de importantes personajes que tienen que ver con el agua, el tiempo y el “sol comido o mordido”, metáfora del eclipse (figura 5). Para Silvia Garza (2017: 31) son sacerdotes reunidos en el sitio para observar el eclipse de 664 dC (*op. cit.*: 37). El signo 9 Ehecatl del talud no viene acompañado del año, pero dada la fecha de construcción del templo, debió registrar un día de la segunda mitad del siglo VII, posiblemente el año en el que se vio el eclipse (figura 6): 3 Acatl.³³ Ese año posiblemente ya estaba construido el sencillo templete de la primera etapa; ¿acaso el magnífico templo que lo cubrió se labró para registrar tan impresionante y poco común manifestación de la naturaleza, al igual que los cálculos calendáricos que se hicieron entre 679 y 683 dC y que al parecer están escritos en los mensajes de los paneles, a ambos lados de la escalinata del templo?

Los mensajes de los paneles del Templo de las Serpientes Emplumadas

En la fachada occidental del Templo de las Serpientes Emplumadas, a ambos lados de la escalera, se han preservado de manera extraordinaria dos paneles enmarcados por el cuerpo ondulado de la serpiente emplumada. Aquí los protagonistas no son los personajes que vemos en otros puntos de la estructura, el protagonista parece ser el tiempo y los cálculos calendáricos. Los paneles tienen un programa icónico basado en tres fechas centrales: una de año (identificada con el amarre en el cartucho) y dos de días. Les hemos llamado: panel noroeste y panel suroeste y en ambos hacemos la lectura de izquierda a derecha, de la fecha más temprana a la más tardía.

El Panel noroeste (figura 7)

Aquí se indica el año *Acatl* con una barra y un punto: se trata de 6 Acatl. El día cercano a este glifo tiene numeral de puntos, son once y están fuera de un cartucho que dentro presenta la imagen de un mono: día 11 *Ozomatli*, nos da la fecha de la inscripción y corresponde al 21 de diciembre de 679 dC (gregoriano). El segundo día aparece a la izquierda; tiene dentro una casa o sea que es un día *Calli*, pero su numeral se presenta de modo dual, con barra y puntos. Este signo es protagónico, ya que de él salen dos manos que ejercen acciones: con la derecha presiona una barra y con la izquierda enlaza con una cuerda el cartucho 11 *Ozomatli*. La barra que el signo *Calli* señala con la mano derecha es el numeral

³³ El año 3 Acatl inició el 19 de septiembre de 663 dC gregoriano y concluyó el 17 de septiembre de 664 dC.



Figura 5. Personaje y símbolo del eclipse en el Templo de las Serpientes Emplumadas de Xochicalco.

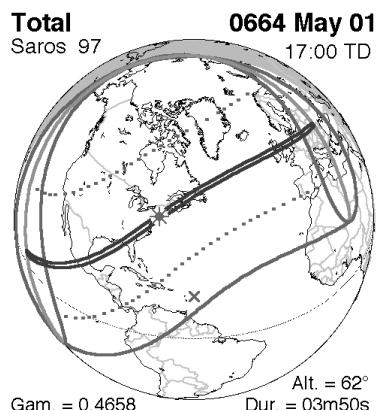


Figura 6. Eclipse del 4 de mayo de 661 dC según la NASA eclipse website.



Figura 7. Panel noroeste del Templo de las Serpientes Emplumadas de Xochicalco.

cinco, la mano misma (cinco dedos) también lo indica.³⁴ Se trata del día 5 *Calli* que no cuenta con indicador de año, pero todo indica que se trata del mismo año 679 dC y corresponde al 16 de junio del calendario gregoriano.³⁵ Se vincula con el día 11 *Ozomatli* a través de la acción realizada con la cuerda. Debajo del signo *Calli* se observa el numeral diez, escrito mediante una barra y cinco puntos; se trata de un día 10 *Calli*.³⁶ Siguiendo el estricto orden del *tonalpohualli*, que nos sirve como base para leer los signos de este tablero: 5 *Calli* está antes de 11 *Ozomatli* y, por tanto entre estas fechas vinculadas por la cuerda hay 189 días. Como vemos, este mensaje debió escribirse en fechas cercanas al encendido del primer Fuego Nuevo de 674 y al eclipse de 664 dC. El día 5 *Calli* aquí indicado, está a cinco días del solsticio de verano, mientras 11 *Ozomatli* cae exactamente en el solsticio de invierno.³⁷ El otro numeral que aparece vinculado con el día *Calli* es 10 y corresponde al 2 de enero de 680 dC, a una distancia de 13 días de 11 *Ozomatli*.

Si como se ha especulado por décadas, aquí se está haciendo un ajuste calendárico,³⁸ se estarían corrigiendo los 189 días que hay entre estos dos días; una corrección tan grande de días de desfase entre el año trópico y el civil, sugiere que se hizo con base en el periodo de 1507 años, partiendo del año cero maya 3114 aC (similar al que Teeple sugirió que hacían los mayas). Desde esa fecha, hasta el año 6 *Acatl* indicado en Xochicalco (679 dC) habían pasado 3792 (3113 + 679) años y el calendario de 365 días se había desfasado 0.2422 días por año (365.2422 menos 365). El total de días desfasados era de 918.42 días (3792 x 0.2422) o dos años de 365 (730) más 189.42 días. Éste argumento puede explicar por qué los días 5 *Calli* y 11 *Ozomatli* fueron presentados en una acción que señala un cálculo de días entre el año civil y el año trópico desfasados durante los 778 años de 365.2422 días (3792 - 3014) o 780 años de 365 más 189.42 días. El año 679 dC pudo ser relevante ya que se cumplían 780 años o 15 *xiuhmolpillis* de 52 años exactos desde la última coincidencia del periodo de 1508 años con el año trópico, que se dio en el año 100 aC o -99 (3114 - 3014). En síntesis: el día 5 *Calli* indica una fecha

³⁴ *Acatl* con la mano y los numerales 5 y 10, se ve en la Piedra 4 Conejo (César Sáenz 1962: 32). Juan Palacios (1947: 4) habla de una corrección calendárica indicada en este panel en el día 5 Casa y añade que el signo Casa aparece por doquier en el Templo de la Serpiente Emplumada, donde lo relaciona con el Fuego Nuevo.

³⁵ El año 6 *Acatl* inició el 15 de septiembre de 679 dC gregoriano y la fecha indicada por 5 *Calli* corresponde al año indígena anterior: 5 *Tochtli*, que estaba implícito en el mensaje, por lo que pudo considerarse que el esfuerzo de labrarlo y el poco espacio de que se disponía no justificaban el reiterarlo en la inscripción.

³⁶ Román Piña Chan (1985 y 1989) habla también de estas dos fechas: 10 *Calli* y 5 *Calli*.

³⁷ El 16 de junio el Sol nace a solo 5 minutos de arco de la posición que ocupará en el solsticio de verano; dado el diámetro aparente del Sol de 30 minutos de arco, la posición que ocupa ese día es prácticamente la misma que la que ocupará al salir el día solsticial.

³⁸ Lectura que ha parecido lógica para muchos investigadores, entre los que mencionaremos a Juan Palacios (1947), Eduardo Noguera (1945), César Sáenz (1976) y Román Piña Chan (1985).

cultural del calendario civil de 365 días (*xiuhpohualli*) mientras que 11 *Ozomatli* indica una fecha astronómica del año de 365.2422 días.

Si las dos fechas del panel noroeste del Templo de las Serpientes Emplumadas se proyectan hacia el horizonte oriental del sitio, veremos que indican los puntos extremos que durante un año el Sol toca al amanecer en los solsticios (figura 8). La fecha que está a la izquierda (5 *Calli*) muestra la posición que ocupa el Sol en el día indicado por ella, cerca del solsticio de verano (16 de junio). La fecha que está a la derecha (11 *Ozomatli*) muestra la posición del Sol en el solsticio de invierno (21 de diciembre). Viendo la fachada del templo desde la Plaza Central, la cuerda se convierte en una metáfora del movimiento del Sol-día entre los extremos que toca sobre el horizonte oriental. El camino inverso se da entre el solsticio de invierno y el de verano (el Sol ha iniciado su regreso al extremo norte) el cual se ve en el segundo numeral para el día *Calli*, que es 10 y cae 13 días después de 11 *Ozomatli* (21 de diciembre de 679) o sea que es el 2 de enero de 680 dC. Esta trecenta es el número de días que se desfaza el calendario civil en relación con el año trópico en 52 años ($52 \times 365.2422 = 12.594 + 52 \times 365$). Por otro lado, si se restan estos 13 dígitos a 189 se obtienen los días indicados en el panel paralelo, el suroeste. Así entre ambos paneles se complementan los 365 días del año ($189 + 176 = 365$; $189 - 13 = 176$).

El panel suroeste (figura 9)

También indica un año *Acatl*, pero en este caso con dos barras, se trata de 10 *Acatl*,³⁹ fecha que está a cuatro años de 6 *Acatl* y sería 683 dC y puede estar indicando la corrección mínima de un día entre el año trópico y el de 365 días cada 4 años ($365.2422 \times 4 = 1460.97$). El día que acompaña al año 10 *Acatl* es Ojo de Reptil acompañado de una barra y cuatro círculos: se trata de 9 *Ehecatl*. Otro día aparece a la derecha de éste: es *Ollin* con dos círculos bajo el cartucho: 2 *Ollin*. Ambos días parecen presentar una dinámica donde 9 *Ehecatl* de 10 *Calli* tiene el papel activo, ya que está bajo un caminante que carga un juego de pelota, como en el panel noroeste lo tenía 5 *Calli* al jalar la cuerda. Al igual que lo era 11 *Ozomatli* en el panel noroeste, en este panel el día pasivo es 2 *Ollin*, que tiene a su lado un personaje sedente con una bolsa de copal. Aquí el día activo no mide con una cuerda algo pasado, sino que avanza, como si se dirigiera al futuro, en sentido contrario al de la cuerda que une los signos del panel noroeste.

³⁹ Este signo aparecía confuso y llevó a que Caso (1967: 179) lo confundiera con el signo *Tecpatl* que aparece tres veces en la Estela 2 de Xochicalco, donde se ve con claridad que termina en punta. La restauración del Templo de las Serpientes Emplumadas en el Proyecto Especial Xochicalco 1994-1995, incluyó la limpieza de este glifo, gracias a la cual se ve que termina en forma rectangular, por lo que no deja duda que se trata del glifo *Acatl* y no *Tecpatl*.

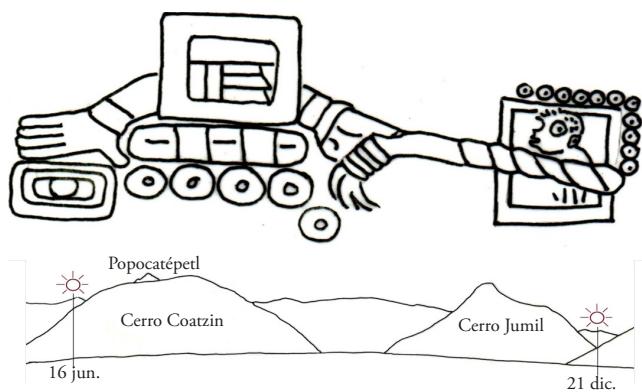


Figura 8. *El horizonte oriental de Xochicalco y su relación con el Tablero noreste del templo xochicalca.*



Figura 9. *Panel suroeste del Templo de las Serpientes Emplumadas de Xochicalco.*

El día 9 *Ehecatl* de 10 *Acatl*, fue el 9 de abril de 684 dC y 2 *Ollin* fue 1 de octubre de ese año,⁴⁰ por tanto la distancia entre ellos es de 176 días, que sumados a los 189 del panel noroeste dan los 365 del año; en este último panel, recordemos que tenemos el total de días obtenidos al restar a 189 los otros 13 días allí indicados, que me dan así 176, días que además completan seis ciclos sinódicos de la Luna, con una diferencia de solo 0.04 ($176/29.5306 = 5.96$). Aquí pudo estar indicado el ciclo que consideraba un intervalo de 177 (+/- 1) días y que según Aveni (1991: 95) ocupaban los mayas para predecir eclipses, consistente en una cuenta alterna de 5 y 6 lunas,⁴¹ número que aparece reiteradamente en las tablas de eclipses del *Códice Dresde* (p. 51-53); por tanto

⁴⁰ El año 10 *Acatl* inició el 14 de septiembre de 683 dC y concluyó el 12 de septiembre de 684 dC gregorianos, ello nos lleva a que 2 *Ollin* si bien está en el mismo año cristiano (684), caiga en el siguiente año indígena: 11 *Tecpatl*, el cual no aparece señalado en el tablero, al parecer por la misma razón que no se escribió el año 5 *Tochtli* del día 5 *Calli* en el panel noroeste, porque estaba implícito en el mensaje y pudo considerarse que el esfuerzo de labrarlo y el poco espacio de que se disponía no justificaban el reiterarlo en la inscripción.

⁴¹ Los meses lunares registrados en la Cuenta Larga tenían 29 o 30 días.

era bien conocido por los mayas, contemporáneos de los xochicalcas, durante el periodo Clásico. El día 9 Ojo de Reptil del año 10 *Acatl* pudo ser tan relevante en Xochicalco, que también aparece en la llamada Estela de los Dos Glifos. Fechas con sentido calendárico astronómico están indicadas en ambos paneles del templo: la del solsticio de invierno en el panel noroeste y el 9 de abril en este panel. Galindo y Ruiz (1998: 145) dicen que el día 9 de abril tiene gran trascendencia calendárica por estar 73 días antes del solsticio de verano, que se relaciona con la predicción de la temporada de lluvias, además de ser la quinta parte del año de 365 días ($365/5$) que muestran la relación del *tonalpohualli* y el *xiuhpohualli* al concluir un *xiuhmolpilli* o 52 *xiuhpohuallis* ($52 \times 365 = 73 \times 260$).⁴²

Veamos un resumen de las relaciones en días de los signos que aparecen en los dos paneles del Templo de las Serpientes Emplumadas, que son el total numérico entre dos signos del *tonalpohualli*, recordando que en todos los casos el sistema es consistente con la inclusión en esta cuenta de los dos signos que indican ambas fechas.⁴³

- De 5 *Calli* de 5 *Tochtli* (16/06/679) a 11 *Ozomatli* de 6 *Acatl* (21/12/679) hay 189 días.
- De 11 *Ozomatli* de 6 *Acatl* (21/12/679) a 10 *Calli* de 6 *Acatl* (2/01/680) hay 13 días.
- De 9 *Ehecatl* de 10 *Acatl* (9/04/683) a 2 *Ollin* de 11 *Tecpatl* (1/10/684): hay 176 días.⁴⁴

El calendario xochicalca y los mayas

Dijimos antes que la Cuenta Larga aparece por vez primera en la zona zoque, entre los olmecas del Preclásico y que durante el periodo Clásico no solo la emplearon los mayas, sino otros pueblos mesoamericanos. Prestigiados estudiosos han dicho que el calendario del centro de

⁴² Los autores indicados nos hacen ver que este día está señalado en las estelas 10 y 12 de Copán, en el Cuarto 1 de Bonampak y en el Templo Mayor de México-Tenochtitlan.

⁴³ Ivan Sprajc (2001: 108) plantea que en el sistema calendárico mesoamericano no se contaban "...ambas fechas inclusive." Por tanto entre 5 *Calli* y 11 *Ozomatli*, tendríamos 188 días en vez de los 189 que contamos y la misma diferencia de un día más se presenta en nuestros cálculos. Sin embargo Sprajc presenta argumentos basados en posiciones solares, no en registros glíficos para el centro de México, que son muy escasos y para el Epiclásico (600-900 dC) solo conocemos los de Xochicalco. No sabemos por qué los xochicalcas usaron una lógica matemática parecida a la de los antiguos romanos y que usamos en la actualidad, por ejemplo al decir que entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2018 transcurrieron 365 días o que la semana que va de domingo a sábado consta de siete días; en ambos casos, como los xochicalcas, contamos los dos días señalados en los intervalos. La consistencia en el método de cálculo de los días distancia en los dos paneles nos da cierta certidumbre del uso de este método en Xochicalco, de otra manera en lugar de 365 días tendríamos 363 y en vez de 176 tendríamos 175, cifra irrelevante que quita todo su sentido a los registros xochicalcas.

⁴⁴ Beatriz de la Fuente (1995: 207) está de acuerdo en los muchos datos que cita de nuestra tesis (Morante 1993), pero presenta una tabla donde discrepa con nuestras fechas y cálculos. Sus datos son confusos y no indican el método empleado para el cálculo de fechas gregorianas, por lo que no podemos verificarlo.

Méjico era tan complejo como el maya; Johanna Broda (2006: 186) dice que el estudio de la estructura interna de los códices de Oaxaca y el centro de México hecho por Gordon Brotherston (1983, 1992) revela que su lectura (interpretación oral) incluyó complejos cálculos con períodos de tiempo que en algunos casos llegan a 3114 aC. Recientemente David Stuart (2011: 290-292) ha dicho que el sofisticado contenido numerológico de los códices del centro de México ha sido pobemente entendido, y al hablar de la Cuenta Larga, no cree que los sacerdotes-astrónomos mayas hubiesen sido mejores observadores de los cielos que los aztecas y mixtecos.

El método de cálculo que hemos aplicado para Xochicalco probablemente era conocido por los mayas, quienes partían de una misma fecha, el día cero de la Cuenta Larga para los mayas 13.0.0.0.0, 4 *Ahau* 8 *Cumhu*. Un procedimiento similar puede estar indicado 52 años después de la fecha que aparece en el panel noroeste de Xochicalco (679 dC), en el año 731 dC, en la estela 51 de Calakmul (Thompson 1959: 167) donde los mayas calcularon 932 días de desfase, 13 más que en Xochicalco, que corresponden a los días que en esos 52 años ($52/4 = 13$ días) se desfaza el año civil en relación con el astronómico. John Teeple (1930), basado en la Estela A de Copán, menciona la fecha 9.15.0.0.0 4 *Ahau* 13 *Yax* (agosto 20 de 731 dC) con un cálculo similar. Al igual que Teeple, Thompson afirma que eran los días que se había desfasado su *haab* en relación con el año trópico, tras considerar la coincidencias de dos ciclos completos de 1507 años trópicos. Como en los paneles de Xochicalco, aquí también aparece el ciclo lunar: Aveni (1991: 195) señala que en esa estela A de Copán, aparece el número 19.5.0 (6940 días) que se escribió en el *Códice Dresde*, el cual equivale a 235 lunaciones o un ciclo metónico de 19 años en que una fase lunar se repite en una misma fecha del calendario solar y que puede ser usada para "...seguir la posición del año trópico dentro del año común..." El Templo de las Serpientes Emplumadas de Xochicalco, con los personajes sedentes de perfil, estilo maya, muestra no solo un centro de poder y sabiduría del siglo VII, sino una evidencia del contacto entre mayas y xochicalcas que propició intercambios de ideas y conocimientos exactos.

Conclusiones

En Teotihuacán parece estar el antecedente del calendario y los saberes astronómicos que llegaron a Xochicalco, sitio donde hay mayores evidencias y registros al respecto. En nuestra investigación pudimos constatar que los xochicalcas realizaron y registraron con fechas cálculos de enorme exactitud y que se auxiliaron con conocimientos de geografía para seleccionar el lugar donde construyeron una ciudad cuyos edificios muestran orientación precisa y avanzados instrumentos de observación. En Teotihuacán los signos calendáricos son mucho menos abundantes y están en un contexto menos público; la mayoría de las

imágenes de días que se conservan allí sugieren temas míticos o históricos y el calendario no parece tener el relevante papel que tuvo en Xochicalco, donde los conocimientos tuvieron un avance notable. Se trata de conocimientos compartidos con otras culturas.

Nuestra correlación de fechas en monumentos xochicalcas nos llevó a verificar eventos astronómicos como el eclipse de 664 dC, al igual que eventos históricos, religiosos y calendáricos, como el encendido del Fuego Nuevo en 674 dC. También nos condujo al cálculo de desfases entre el año trópico y el civil. Hasta hoy se ha interpretado el mensaje del panel noroeste como un ajuste o corrección calendárica presentado por una mano y una cuerda. Queremos proponer aquí una lectura alterna: en náhuatl el signo (mano-cuerda) implica las palabras *mecatl* (cuerda) y *poa*, la mano como metáfora del verbo contar, recordando que los dedos y la mano se usaban para indicar números en las altas culturas mesoamericanas.⁴⁵ Entonces tenemos aquí la palabra *mecatlpoa* que se traduce del náhuatl como “contar o medir”. Podemos decir, con base en la lingüística indígena, que semánticamente este panel, más que indicar una corrección, habla de una medición o cálculo de días entre las fechas que vincula la cuerda. La lectura anterior se respalda en dos hechos: primero, que el día 11 *Ozomatli*, que está junto al signo que indica el año, es un día del calendario astronómico, donde el Sol está en el solsticio de invierno, o sea en la posición correcta para la fecha indicada en el panel, por tanto debía ser este día el que corrigiera y no al revés. En otras palabras, debería ser 11 *Ozomatli* quien tuviese las manos saliendo de su cuadrete para corregir al atraer a 5 *Calli* y no al revés, ya que este último día señala una fecha que para entonces se había desfasado más de seis meses, y que aquí solo cuenta o mide los días entre los dos calendarios: el cultural y el astronómico. El segundo hecho que confirma lo anterior nos parece contundente ya que, de haberse corregido el calendario en 679 dC, no hubiésemos llegado ni a la fecha de encendido del Fuego Nuevo, ni a la del eclipse. Cualquier corrección efectiva exigiría un ajuste en nuestros cálculos y llegaría a fechas distintas de las mencionadas para los años 664 y 674.⁴⁶ Nos hemos preguntado si el calendario iniciaba cada 1508 años, cuando coincidían los ciclos culturales y astronómicos, pero no contamos con evidencias al respecto.

En Xochicalco resulta sorprendente la coincidencia del orden de los días desde el siglo VII hasta el siglo XVI; se comprueba en la continuidad de la secuencia en signos del *tonalpohualli* y de los años del *xiuhmolpilli*, como demuestran los registros en piedra aquí mencionados. El

⁴⁵ Los zapotecos usan los dedos como signos para indicar unidades; los mayas labraron la mano sobre un rostro para indicar que algunos numerales indican cifras a partir del once, ello posiblemente se dio desde el Preclásico. Hasta hoy en Zongolica y otros poblados nahuas, la mano es parte fundamental del sistema numérico.

⁴⁶ Hubiese requerido de una corrección similar a los días que agregamos a las fechas del calendario juliano para convertirlas al gregoriano, debido a la corrección que se hizo en el año 582 en Roma.

hecho de que se pudieran realizar cálculos calendáricos muy precisos, que buscaban la congruencia entre las fechas del *xiuhpohualli* y las posiciones solares en los solsticios, al igual de que se pudiera manejar en estos últimos la Cuenta Larga del calendario olmeca-maya, probaría el conocimiento de un año trópico sorprendentemente exacto. Lo anterior nos lleva a postular el uso en el sitio de dos calendarios simultáneos: uno que voluntariamente se dejaba desfasar y que conocía la mayor parte de la población (cultural) y otro astronómico, sin desfases, calculado de manera muy precisa y solo conocido por sabios que, gracias a él, podían controlar el tiempo, predecir el clima y saber el momento en el que se debían realizar los servicios religiosos.

Los sabios mesoamericanos dejaron que el *xiuhpohualli* siguiera desfasándose con respecto al año trópico en los siglos venideros. Sin embargo, los ritos y ceremonias, sobre todo las relacionadas con la agricultura, se fueron adaptando a los eventos climático-temporales que se daban en la naturaleza. Xochicalco debe aparecer en la historia prehispánica de Mesoamérica como el lugar donde vivieron hombres que tenían una enorme sabiduría calendárica, geográfica y astronómica, misma que heredaron a las siguientes generaciones. Los datos arqueológicos obtenidos hasta la fecha se ven muy fielmente reflejados en los registros cronológicos del sitio.

Agradecimientos:

A la Mtra. Fabiola Carrasco Garduño por la revisión y corrección del presente texto.

Referencias

- Alzate, J. A. de (1791). Descripción de las antigüedades de Xochicalco, dedicada a los señores de la actual expedición marítima del orbe, bajo la dirección de Alejandro Malaspina. *Gaceta de Literatura de México*, 2, 31-32.
- Aveni, A. (1991). *Observadores del cielo en el México antiguo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Aveni, A., Hartung H. y Kelley, D. (1982). Alta Vista (Chalchihuites) astronomical implications of Mesoamerican ceremonial outpost at the Tropic of Cancer, *American Antiquity*, 10 , 316-335.
- Benavente, F. T. (1990). *Historia de los indios de la Nueva España*. México: Porrúa.
- Boturini, B. L. (1974). *Idea de una nueva historia general de la América Septentrional*. México: Editorial Porrúa.
- Broda, J. (1982). La fiesta azteca del Fuego Nuevo y el Culto de las Pléyades. F. Tichy (Ed.), *Space and Time in the Cosmovision of Mesoamerica* (pp. 128-158) (Lateinamerika Studien 10). Munich: Wilhelm Fink Verlag.

- Broda, J. (1983). Ciclos agrícolas en el culto: un problema de la correlación del calendario mexica. A. F. Aveni y G. Brotherston (Eds.), *Calendars of Mesoamerica and Peru: Native American Computations of Time*, Oxford BAR International Series 174: 145-165.
- Broda, J. (1986). Arqueoastronomía y desarrollo de las ciencias en el México prehispánico. M. A. Moreno Corral (Ed.), *Historia de la Astronomía en México* (pp. 65-102). México: Secretaría de Educación Pública-Fondo de Cultura Económica.
- Broda, J. (1990). Calendarios y astronomía en Mesoamérica, su función social. *Ciencias*, 18, 36-39.
- Broda, J. (2004). El tiempo y el espacio, dimensiones del calendario y la astronomía en Mesoamérica. V. Guedea (Coord.), *El historiador frente a la historia: El tiempo en Mesoamérica* (pp. 75-108). México: Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Broda, J. (2006). Zenith Observations and the Concept of Latitude in Ancient Mesoamerica: A Historic Interdisciplinary Approach. Bostwick, Todd y Bates, Brian (Eds.), *Viewing the Sky through Past and Present: selected Papers from the Oxford VII International Conference on Archaeoastronomy*, (p. 183-212) (Pueblo Grande Museum of Anthropology papers, 5). Phoenix: Pueblo Grande Museum of Anthropology.
- Brotherston, G. (1983). The Year 3113 BC and the Fifth Sun of Mesoamerica. A. F. Aveni y G. Brotherston (Eds.), *Calendars in Mesoamerica and Peru: Native American computations of Time* (pp. 167-220), Oxford: BAR International.
- Casas, B. de las (1979). *Los indios de México y la Nueva España*. México: Porrúa.
- Caso, A. (1967). *Los calendarios prehispánicos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Caso, A. (1971). Calendrical Systems of Central Mexico. *Handbook*, 10 (1), 333-348.
- Clavijero, F. J. (1987). *Historia Antigua de México*. México: Porrúa.
- Chavero, A. (1953). *Méjico a través de los siglos*. México: Cumbre.
- Durán, fray Diego (1984). *Historia de las indias de Nueva España e islas de tierra firme*. México: Porrúa.
- Edmonson, M. (1995). *Sistemas calendáricos mesoamericanos. El libro del año solar*. México: Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Espernak, F. y J. Meeus (2007). *NASA Eclipse Website*, Disponible en <<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>>.
- Fernández, M. de E. y V. (1973). *Los calendario mexicanos*. México: San Ángel Ediciones.
- Fuente, B. de la (1995). Xochicalco: una cima cultural. B. de la Fuente, S. Garza, N. González, A. Lebeuf, M. León y J. Wimer (Eds.), *La acrópolis de Xochicalco* (pp. 145-208). México: Instituto de Cultura de Morelos, México.
- Fundación para el Avance de los estudios Mesoamericanos Inc. (FAMSI) (2018). Sitio web. Disponible en <http://research.famsi.org/spanish/date_mayaLC.php>.
- Galindo, J. y M. E. Ruiz Gallut (1998). Bonampak: una confluencia sagrada de caminos celestes. M. de la Garza (Ed.), *La pintura mural prehispánica en México. II Área Maya. Bonampak. Tomo II Estudios* (pp. 137-157) México; Instituto de Investigaciones Estéticas-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garza Tarazona, S. (2017). La pirámide de las serpientes emplumadas. Un monumento conmemorativo en Xochicalco, Morelos. *El Volcán Insurgente*, 48, 24-37.
- Garza Tarazona, S. y Y. González (1995). Xochicalco. B. de la Fuente, S. Garza, N. González, A. Lebeuf, M. León y J. Wimer (Eds.), *La acrópolis de Xochicalco* (pp. 89-143). México: Instituto de Cultura de Morelos, México.
- González Torres, Y. (1991). Los precursores de los estudios sobre los astros en Mesoamérica. J. Broda, S. Iwaniczewski y L. Maupomé (Eds.), *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica* (pp. 13-23), México: Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Graulich, M. (1982). Quecholli et Panquetzaliztli: une nouvelle interpretation. *Lateinamerika Studien*, 10, 159-173.
- Hirth, K. (1980). Archaeological Explorations at Xochicalco, Morelos, Mexico. *Mexicon Aktuelle Informationen und Studien zu Mesoamerica*, 2 (4).
- Hirth, K. (2018). Xochicalco durante el Epiclásico. *Arqueología Mexicana*, 26 (153), 47-53.
- Hirth, K. y A. Cyphers (1988). *Tiempo y asentamiento en Xochicalco*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Landa, Fr. D. de (2000). *Relación de las cosas de Yucatán*. México: Monclem Ediciones.
- Lebeuf, A. (1995). Astronomía en Xochicalco. B. de la Fuente, S. Garza, N. González, A. Lebeuf, M. León y J. Wimer (Eds.), *La acrópolis de Xochicalco* (pp. 211-287). México: Instituto de Cultura de Morelos, México.
- León-Portilla, M. (1986). *Tiempo y realidad en el pensamiento maya*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- López Austin, A. y L. López Luján (1999). *Mito y realidad de Zuyuá*. México: Fideicomiso Historia de Las Américas, El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica.
- Medellín Z., A. (1983). *Obras maestras del Museo de Xalapa*. México: Studio Beatrice Trueblood.
- Morante López, R. (1993). Evidencias del conocimiento astronómico en Xochicalco, Morelos. Tesis. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia.

- Morante López, R. (1996). Evidencias del conocimiento astronómico en Teotihuacán. Tesis. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morante López, R. (2018). ms. "Los calendarios de Xochicalco, Morelos".
- Morante, R., S. Garza y M. Escalante (2018). El Observatorio de la Gruta del Sol de Xochicalco, Morelos. Xochicalco durante el Epiclásico. *Arqueología Mexicana*, 26 (153), 74-80.
- Noguera, E. (1961). *Archaeological sites of the State of Morelos. Official guide*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Nuttall, C. (1928). *La observación del paso del sol por el zenit por los antiguos habitantes de la América tropical*. (Publicaciones de la SEP, 17). México: Talleres Gráficos de la Nación.
- Palacios, J. (1947). *Las fechas de Xochicalco de la Piedra del Sol y del Códice Vaticano A.*, Biblioteca Pulchreiana Americae gemmarum II, México.
- Paso y Troncoso, F. (1988). *La botánica entre los nahuas y otros estudios*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Piña Chan, R. (1985). *Quetzalcóatl, Serpiente Emplumada*. México: Secretaría de Educación Pública-Fondo de Cultura Económica.
- Poma de Ayala, G. (2002). *Las ilustraciones de Guaman Poma (Desde la Creación hasta el Calendario de los Incas)*. Lima: Commentarios.
- Prem, H. (1991). Los calendarios prehispánicos y sus correlaciones (problemas históricos y técnicos). J. Broda, S. Iwaniczewski y L. Maupomé (Eds.), *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica* (pags. 389-412). México: Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Prem, H. (2008). *Manual de la antigua cronología mexicana*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social y Miguel Ángel Porrúa.
- Sáenz, C. (1962). *Xochicalco. Temporada 1960*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Sáenz, C. (1976). El enigma de Xochicalco. *Historia de México Salvat*, t.II (pp. 451-476). México: Salvat.
- Sahagún, B. de (1946). *Historia general de las cosas de Nueva España*. México: Nueva España.
- Sprajc, I. (2001). *Orientaciones astronómicas en la arquitectura prehispánica del centro de México*. (Colección científica). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Stuart, D. (2011). *The order of days: The Maya world and the truth about 2012*. Nueva York Harmony Books.
- Teeple, J. (1930). *Maya Astronomy* (Carnegie Institution of Washington Publications, 405). Washington D.C.: Carnegie Institution of Washington.
- Tena, R. (1987). *El calendario mexica y la cronografía*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Thompson J., E. S. (1959). *Grandeza y decadencia de los mayas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Tichy, F. (1978). *El calendario solar como principio de ordenación del espacio para poblaciones y lugares sagrados*. (Comunicaciones, 15). Puebla: Fundación Alemana para la Investigación Científica.
- Tichy, F. (1988). Observaciones del Sol y el calendario agrícola en Mesoamérica. A. Aveni (Ed.), *New Directions in American Archaeoastronomy*. BAR International Series 454: 135-144.
- Vetancurt, A. (1871). *Crónica de la Provincia del Santo Evangelio de México. Cuarta parte del Teatro Mexicano*. México: Imprenta de I. Escalante.