

2012 Aportaciones a la arquitectura Maya vinculada al conocimiento astronómico en los últimos veinticinco años. En XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011 (editado por B. Arroyo, L. Paiz, y H. Mejía), pp. 973-988. Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia y Asociación Tikal, Guatemala (versión digital).

83

APORTACIONES A LA ARQUITECTURA MAYA VINCULADA AL CONOCIMIENTO ASTRONÓMICO EN LOS ÚLTIMOS VEINTICINCO AÑOS

Manuel May Castillo
Gaspar Muñoz Cosme

PALABRAS CLAVE

Arquitectura Maya, astronomía, edificios, observatorios, Clásico

ABSTRACT

Successes in the decipherment of Maya iconography have led to the identification of evidence expressed in the codices or monumental inscriptions verifying the great advances in astronomical knowledge of this ancient society. The function of the E Group at Uaxactún uncovered by Frans Blom at the beginning of the past century allowed investigators to focus attention on astronomical evidence expressed in the architecture. Recently, investigators in this field have contributed data demonstrating the existence of buildings destined to fulfill commemorative astronomical functions, either through astral observations or related to astronomical events that could have played a relevant role in the urban structure of Maya sites. This work will analyze these contributions and the methodologies employed in this field over the past 25 years in the Maya area.

ANTECEDENTES

A principios del siglo pasado el ingeniero Frans Blom, de la Institución Carnegie, durante su estancia en Uaxactun en la primavera de 1924, llegó a la conclusión de que el conjunto de edificaciones denominado Grupo E, estaba especialmente organizado para registrar las salidas y puestas del Sol durante los solsticios, conformando un observatorio para estudiar el movimiento del Sol, aunque en realidad el fenómeno era difícil de constatar debido a la densa vegetación existente, como el propio Blom (1926:335) reconoció. Con este descubrimiento el autor incitó el surgimiento de novedosas líneas de investigación relacionadas con la arquitectura y la astronomía Maya en conjunto.

Las evidencias del notable avance astronómico alcanzado por los antiguos Mayas se encuentran en los documentos etnográficos, etnohistóricos, en los monumentos arquitectónicos, las inscripciones, en las edificaciones monumentales y otras manifestaciones artísticas. Sabemos por las investigaciones recientes que el conocimiento astronómico se desarrolló en toda Mesoamérica, sin

embargo, con el fin de no ampliar en exceso esta revisión, se tratan los aportes más destacados en el Área Maya, dando por hecho las influencias e intercambios con el exterior a lo largo de su historia.

DOCUMENTOS HISTÓRICOS

Desde el S. XVI, los frailes españoles notaron la gran atención que los antiguos Mayas prestaban a los movimientos de los astros en la bóveda celeste y en varios documentos coloniales ya se registraron los nombres Mayas de los elementos celestes que resultaban de mayor interés para ellos. Landa (2005:93-95) señalaba que para medir el tiempo por la noche se fijaban en el *lucero*, las *cabrillas* y los *astilejos* -Venus, las Pléyades y Cástor y Pollux respectivamente- y posteriormente también menciona a la Luna (U). En el *Calepino Maya* de Motul (cf. Acuña 2001, Sharer 1998:509-510) y el *Popol Vuh* se mencionan algunos nombres dados a las estrellas y constelaciones (Figura 1). Los datos astronómicos grabados en los códices postclásicos se desvelaron a partir del desciframiento de la epigrafía Maya iniciada por Eric Thompson y Yuri Knorozov a mediados del Siglo XX; Thompson agrupaba el contenido del Códice de Dresde en tres divisiones: a) colección de almanaques y el calendario de 364 días de culto y adivinación, b) material de tipo astronómico-astrológico incluyendo tablas de eclipses y de Venus; y por último c) profecías para el año y el ciclo *Katun* (Cf. Lounsbury 1996, Sharer 1998:567-572). También se han identificado tablas de Marte en el Códice de Dresde y un calendario de Venus en el Códice Grolier (Aveni 2005:265-289).

MONUMENTOS ARQUITECTÓNICOS

Las referencias astronómicas también se han encontrado en las inscripciones monumentales de Copán, Palenque o Uxmal (Aveni 2005:228-232, Šprajc 1993, Sharer 1998:550). Hasta antes del trabajo de Blom, no se había prestado la suficiente atención al conocimiento astronómico de los antiguos Mayas y su vinculación con la arquitectura, aunque Landa (2005:96) desde el S. XVI ya mencionaba la colocación de montones de piedras hacia los rumbos cardinales para la celebración de las fiestas de los días aciagos y desde 1895 William Holmes le asignaba funciones de observación a la Torre del Palacio de Palenque gracias a la aparición de un glifo de Venus pintado en uno de los muros de la torre (Mayer 1983).

LAS INVESTIGACIONES PREVIAS

Las excavaciones de Ricketson (1927) en Uaxactun confirmaron las afirmaciones de Blom y además el autor añadió que el templo central E-2 registraba las salidas del Sol durante los equinoccios (Figura 2). Al año siguiente, en 1928, el guía Arcadio Salazar reportó un fenómeno curioso de luz y sombra que ocurría en el Castillo de Chichén Itzá durante las puestas de Sol en los equinoccios, se trata de una serpiente de luz -producida por las sombras de la esquina escalonada noroeste- descendiendo por la escalinata del edificio, a pesar de ser muy conocido este fenómeno actualmente, fue hacia los años cuarenta que se publicaron las primeras fotografías de este fenómeno de exaltación sacra interpretada como el renacimiento de *Kulkán* (Aveni 2005:404). Karl Rupert (1940) reportó 19 nuevos sitios con características similares al Grupo E de Uaxactun, el autor notó que los sitios no compartían del todo las características de observación astronómica propias del Grupo E de Uaxactun. Harry D. Pollock en sus estudios de 1932 a 1940, ya había detectado una orientación dominante hacia el este del norte, algo menor de 20 grados, en más de 140 sitios del área Puuc. Con respecto a los ductos en los edificios, el autor registró varios ejemplos, aunque les asigna una función de ventilación a pesar de sus pequeñas dimensiones y de estar alineados sobre los ejes; norte-sur y este-oeste, podemos resaltar los casos de la Casa de la Vieja en Uxmal y el Edificio Este en Kupaloma (Pollock 1980: 254, 327-333, 562).

John Carlson (1977), identificó un patrón de orientaciones para los edificios monumentales y otro diferente para las plataformas habitacionales en varios asentamientos Mayas, ambas orientaciones con un leve giro en sentido horario. Este autor relacionó dichas orientaciones con los cuatro cuadrantes del mundo en la cosmología Mesoamericana. Tras siete años de investigaciones en Copán -de 1970 a

1977- Anna Margaretha Hohmann-Vogrin realizó un amplio estudio en relación con la organización de las edificaciones, sus alineamientos y su relación con el horizonte. La autora contó con un plano topográfico detallado del sitio y sus alrededores, revelando que en conjunto el Edificio 4, el Altar 1, la Estela 1 y el edificio 3 estaban alineados sobre un eje que se prolonga hacia el punto del horizonte por donde sale el Sol el día de su paso por el zenit. Asimismo encontró que desde una construcción redonda en el sitio de "Las Mesas" podrían ser visibles los amaneceres y atardeceres del solsticio de invierno tras las estelas 12 y 10 de Copán, aunque para este caso la autora no realizó observaciones en el lugar.

De 1970 a 1976, Aveni y Hartung (1996), realizaron mediciones con tránsito en varios de los edificios de Palenque. Como resultados más destacados presentan: a) el Templo XIV y el Templo del Sol están alineados a los solsticios y este arreglo tendría un carácter simbólico, b) el Templo de la Cruz Folíada tiene su fachada orientada hacia el punto en que se pone Capela, los autores resaltan que en Monte Albán existen orientaciones también relacionadas con Capela, c) el hallazgo más significativo según los autores es el alineamiento del grupo del Palacio hacia la puesta del Sol en su paso por el Cenit, estos alineamientos también han sido establecidos por Aveni en 1977 en varias edificaciones en Mesoamérica, d) el edificio denominado El Conde tiene su fachada mirando hacia Siríus, e) el lado este del Palacio se alinea con la salida de la Luna en el momento de máxima declinación negativa cuando el Sol está en el solsticio de Verano, un evento que ocurre cada dieciocho años. Los autores también mencionan *hierofanías* existentes en Palenque, estos fenómenos de exaltación sagrada expresan simbolismos cósmicos en la arquitectura Maya como ocurre con el Castillo de Chichén Itzá reportado por J. Rivard en 1970 (Aveni y Hartung op. cit.): La Torre del Palacio y el Templo de las Inscripciones participan en este tipo de fenómeno; mirando desde la Torre o desde el lado oeste del edificio en la tarde del 21 de Diciembre, puede verse la puesta del Sol detrás del promontorio que se ubica encima de la entrada del Templo de las Inscripciones, los autores coinciden con Schele en que este acontecimiento anual es una recreación del descenso del Pacal al mundo de los muertos. Una segunda *hierofanía* registrada también por Schele en 1977 para la misma fecha del solsticio de invierno, ocurre cuando el Sol se oculta detrás del Templo de las Inscripciones, con su último rayo ilumina los pies del Dios L, interpretado por Schele como un símbolo de la transferencia de poderes de Pacal a su hijo.

Los autores agregaron que la puesta del Sol durante el solsticio es el único momento del año en que alguna luz penetra en el Templo de las Inscripciones e ilumina al Dios L. También en Palenque. Anderson y Morales (1981) aportaron una interpretación novedosa en relación con los ductos cuadrados existentes en los muros este y oeste del Templo de las Inscripciones, éstos están alineados sobre un eje solsticial que se prolonga hasta un punto en el Templo de la Cruz donde Stephens encontró una estela, la hipótesis que plantean los autores es que en el solsticio de invierno, durante la puesta de Sol, un haz de luz iluminaría la estela después de atravesar los ductos del Templo de las Inscripciones. En 1983 Karl H. Mayer publicó las primeras imágenes del glifo de Venus pintado en uno de los muros de la Torre de Palenque, cuya existencia propició que a la Torre se le asignaran funciones de observación astronómica (v. *supra*). Mayer sostenía que el glifo es un *glifo introductorio de series iniciales* de naturaleza calendárica y su presencia no implicaba la relación directa de la Torre con Venus o con observaciones del planeta.

Michael P. Closs en 1979 realizó un estudio detallado de las representaciones de Venus en el mundo Maya y encontró un grupo de fechas asociadas con la primera aparición de la *estrella vespertina* en varios monumentos: la Estela 3 de Caracol, la Estela 2 de Aguateca, El Templo II en Copán y la vasija de las Series Iniciales de Palenque. También identificó una fecha del Panel Medio del Templo de las Inscripciones relacionada con la máxima elongación al este de Venus. En el Dintel 3 del Templo 4 en Tikal, el autor encontró además una inscripción que incluía a Venus, la constelación de la Tortuga (*chacac*), el Este y el Sol, lo cual interpretó como la salida en el Este por el mismo punto del horizonte de esos tres elementos. Adicionalmente el autor ofrece otras evidencias de representaciones de Venus en; los Monumentos 6 y 8 de Tortuguero, el Panel 4 en Altar de Sacrificios, en un texto inciso en hueso en Tikal, en el dintel 41 de Yaxchilan, el Altar R en Copan, El Trono I en Piedras Negras y en varias fechas del Códice de Dresde (Cf. Closs 1981).

En el año 1979 Eric Taladoire profundizando en el estudio de los juegos de pelota mesoamericanos, coincidía con el carácter simbólico de estos complejos arquitectónicos, que representarían los movimientos del Sol durante el día, de este a oeste, y durante todo el año, de norte a sur. De los 64 casos estudiados en el Área Maya, Taladoire encontró un alto porcentaje de orientaciones hacia los puntos cardinales, siendo algo más del 62% los juegos de pelota orientados norte-sur y más del 15% hacia el este-oeste (Taladoire 1979). Marvin Cohodas en su estudio del Caracol de Chichén Itzá concluye que el edificio fue situado sobre un mismo eje norte-sur junto con el Castillo y el Cenote Sagrado, representando el *axis mundi* de la cosmología Maya, el autor también lo compara con otros edificios redondos del centro de México para intentar establecer patrones de ubicación en la ciudad de estos tipos de edificios. Cecelia Klein (1980), en su revisión de esta investigación y otras en América, afirma que los edificios circulares como el Caracol de Chichén Itzá, estarían reservados para las élites gobernantes a quienes se identifica con los cuerpos celestes más importantes. A este edificio también se le ha asignado una función de observación debido a las orientaciones de sus ductos hacia los equinoccios, solsticios y ciertas posiciones de Venus (Sharer 1998:548).

LAS APORTACIONES DE LOS ÚLTIMOS VEINTICINCO AÑOS

Ivan Šprajc (1988) realiza un estudio del Templo 22 de Copán, motivado por un trabajo previo de Closs y sus colegas en 1984. Ambos autores a pesar de diferir en las fechas en las que Venus sería visible a través de la ventana al oeste del edificio, coinciden en que ésta podría haber sido creada con la finalidad de permitir el registro del movimiento de Venus en el horizonte Oeste en ciertas fechas importantes para el calendario agrícola y que Venus vendría a ser parte de un complejo denominado Venus-lluvia-maíz que daría al Templo 22 una notable carga simbólica (Figura 3). Los autores también comparten ciertos aspectos metodológicos que consisten en realizar observaciones en el sitio, determinación precisa de los azimuts con teodolitos, el estudio de evidencias etnográficas y etnohistóricas, predicciones de las efemérides de los astros en el pasado y las secuencias constructivas del edificio en cuestión basados en evidencias arqueológicas. La conclusión de Šprajc acerca del Templo 22 de Venus resulta razonablemente prudente; sostiene que a pesar de las evidencias presentadas en su estudio no afirma que con toda certeza el edificio estuviera destinado a la observación de Venus y que son necesarios otros estudios futuros que refuercen su hipótesis. Posteriormente y en la misma línea de investigación en Copán, Aveni y sus colegas (1993) refuerzan sus argumentos previos con estudios relacionados con las estelas de la Plaza de las Estelas y los ciclos lunares, y en respuesta a la discusión de Baudez añaden que la ventana oeste del Templo 22 no fue la única, que otras también pudieron tener funciones de observación y que según los datos arqueológicos, el edificio 22 A, al oeste del Templo 22 fue construido por lo menos 41 años después y por tanto, fue posible observar a Venus durante varios ciclos.

Otro caso estudiado por Šprajc (1990) es el conocido Satunsat o Laberinto de Oxkintok (Figura 4), este edificio es atravesado por varios ductos, en su mayoría sobre el eje este-oeste pero con diferencia de varios grados en sus azimuts. El autor concluye que por medio de ellos fue posible realizar observaciones del Sol sobre el horizonte en fechas cercanas a los equinoccios y que las diferencias de azimuts en los ductos pudieron ser provocadas para hacer posible la determinación de las fechas del año trópico con exactitud y por otra parte que la complejidad del edificio no era necesaria solamente para este fin, por tanto también pudo ser un edificio destinado a la realización de rituales de iniciación o de conmemoración astronómica vinculados con los ciclos agrícolas realizados por la élite gobernante para legitimar su poder. En un trabajo posterior, el autor realiza un estudio comparativo con el edificio 1-sub de Dzibilchaltun, concluyendo que los dos pares de ventanas cuadradas en los muros oriente y poniente están alineadas y orientadas a las puestas del Sol en fechas cercanas a los equinoccios, similares a algunos ductos del Satunsat. El edificio 1-sub es conocido también por la entrada del Sol a través de las puertas oriente y poniente en el amanecer en los días del equinoccio y cercanos (Figura 5).

Una clasificación reciente de los edificios astronómicos Mayas los ordenaba en observatorios, Grupos E y edificios vinculados a acontecimientos astronómicos (Muñoz Cosme 2006:105-109), siendo los más claros y definidos los observatorios y los más abundantes los identificados como Grupos E,

también denominados por algunos autores como Complejos de Conmemoración Astronómica. Sin duda alguna los conjuntos conocidos como tipo Grupo E, han sido los más difundidos en los últimos años, solo en el sureste de Petén se han registrado hasta 153 conjuntos (Laporte 2001). Sus rasgos arquitectónicos y su asociación con otras edificaciones como el Juego de Pelota o las estructuras triádicas desde el Preclásico también han sido descritos en varios estudios (Cf. Aveni 2005, Fialko 1988, Flores 2010, Laporte 2001, Mejía 2008, Rupert 1940).

Existe una variada bibliografía con respecto a estos conjuntos arquitectónicos, aunque en realidad son pocos los estudios que se detienen a ampliar el conocimiento de cada uno en particular. Al respecto podemos mencionar los trabajos realizados en el Grupo E de Uaxactun -cinco décadas después de Blom y la Institución Carnegie de Washington- por parte de la Universidad de San Carlos y el Proyecto Nacional Tikal dirigidas por Juan Antonio Valdés y Marco Antonio Rosal. Las investigaciones de estos autores se centraron en excavaciones arqueológicas y la interpretación de datos que permitieron reconstruir las fases evolutivas de todas las edificaciones del grupo incluyendo la pirámide radial E7 y la plataforma alargada con los templos E1, E2, E3. El trabajo de los autores igualmente aporta valiosa información sobre el papel sociopolítico que jugó el Grupo E durante más de un milenio desde el Preclásico Medio al Clásico Tardío adquiriendo el rango de centro rector en distintas ocasiones durante el Preclásico (Rosal y Valdés 2005:135,136).

El trabajo realizado por Vilma Fialko en Mundo Perdido, incluyó excavaciones arqueológicas durante varias temporadas. Gracias a ello podemos saber que el Complejo de Conmemoración Astronómica aunque sufrió varias modificaciones, mantuvo el mismo esquema compositivo durante un periodo de unos 1100 años y su versión más temprana data de 600-500 a.C. Fialko considera que el desvío de unos seis grados al Este respecto al Norte astronómico no permitiría su uso como *observatorio solar*, y que en este tipo de complejos se verificaron “...diversos festivales conmemorando la conclusión de un ciclo solar...” (Fialko 1988). También es de resaltar el estudio realizado por Chinchilla y Gómez (2009) acerca del entierro descubierto al este del Grupo E de Mundo Perdido y situado sobre un eje normativo este-oeste, los autores interpretan este entierro como resultado de un ritual de sacrificio recreando el mito del origen del Sol y la Luna lo que les lleva a pensar que los Grupo E representaban lugares mitológicos relacionados con el nacimiento del Sol.

Anthony Aveni y Horst Hartung en 1989 (cf. Aveni 2005) realizaron un estudio sistemático para comprobar los alineamientos de los denominados Grupo E hacia los equinoccios y solsticios llegando a conclusiones similares a las de Karl Rupert para el Grupo E de Uaxactún (v. *supra*). Al respecto Chinchilla y Gómez (2009) señalan que con precisión o sin ella, los conjuntos de tipo Grupo E probablemente servían el propósito de verificar que el sol estaba situado en su lugar apropiado, a tiempo apropiado y que es más relevante el aspecto simbólico que la precisión de las observaciones. No obstante estas opiniones parece fundado pensar que los Grupos E actuaron como sistemas de orientación de las trazas urbanas de las ciudades Mayas.

Johana Broda (2000), resume su trabajo de casi una década, hablando del paisaje y la astronomía en la cultura, en su mayoría los estudios han sido realizados en el centro de México, pero sus aportaciones acerca de los vínculos existentes entre astronomía del horizonte, calendarios, geografía, clima, ciclos agrícolas, ritmos biológicos y la evolución de los paisajes culturales desde una perspectiva interdisciplinar han fundamentado otros estudios realizados en el ámbito Maya. Según la autora, los calendarios de horizonte fueron fundamentales en el desarrollo del sistema calendárico en Mesoamérica. Ella señala que los antiguos habitantes de los sitios rastrearon los movimientos del Sol a lo largo del año en sus salidas y puestas siendo las observaciones más importantes los referentes a los puntos en el horizonte de los solsticios, los equinoccios, los días de mitad del año y los pasos del Sol por el zenit. Los calendarios de horizonte se determinarían por las observaciones realizadas desde las edificaciones hacia el *paisaje ritual*. En otro estudio la autora (Broda 2004) menciona un gnomon existente en Edzna destinado a observar los pasos del Sol por el Zenit, además de cuatro torres en la zona de los Chenes en Chenchan, Hochob, Tabasqueño (Figura 6) y Nocuchic (Figura 7), que tendrían la misma función. La autora sostiene que las evidencias de la observación de los pasos zenitales en

Mesoamérica sugieren que los antiguos mesoamericanos conocían las variaciones en la latitud geográfica y el comportamiento variable del Sol según el observador se desplace sobre el eje norte-sur, y que este hecho era fundamental a efectos calendáricos.

En el año 2004 Aveni y sus colegas presentan un estudio comparativo de El Castillo de *Kukulcan* y el Caracol del Chichén Itzá con sus similares en Mayapan. Los estudios de Aveni se realizan en colaboración con especialistas en disciplinas como la arqueología y la etnología. Los autores identifican las aproximaciones entre estas cuatro edificaciones pertenecientes al Clásico Terminal y al Posclásico. A pesar de sus semejanzas formales las dos pirámides radiales presentan notables diferencias en relación a su simbolismo astronómico, las *hierofanías* ocurridas en ambas edificaciones se relacionan con el renacimiento de *Kukulcan* pero ocurren en fechas diferentes, conmemorando por un lado los equinoccios en Chichen Itzá y los solsticios de invierno en Mayapan, motivos por los cuales tuvieron que ser edificadas con orientaciones completamente diferentes. Ambos edificios están cargados de simbolismos cósmicos y calendáricos (cf. Aveni *et al.* 2004). En el caso del Caracol de Chichen Itzá, su función parece obedecer a motivos prácticos para la observación y registro de eventos celestiales importantes prestando especial atención al planeta Venus, las posiciones del Sol en los solsticios, equinoccios y su paso por el zenit, eventos clave en la conformación del calendario agrícola. El Templo Redondo de Mayapan (Q152) posee alineamientos similares al Caracol de Chichen Itzá y adicionalmente se relaciona con otros edificios por medio de estos alineamientos. La conclusión de los autores aporta datos que permiten percibir ciertos indicios en la evolución del calendario ritual entre el Clásico Tardío y el Posclásico, y descarta las creencias de que El Castillo y el Templo Redondo de Mayapan sean meras copias de sus contrapartes de Chichen Itzá, además de resaltar la habilidad de los arquitectos posclásicos para orientarlos de forma diferente de tal modo que se adapten a los nuevos requerimientos del calendario ritual en esta época.

En el año 2005 Anthony Aveni en su obra *Observadores del Cielo en el México Antiguo*, resume sus casi tres décadas de trabajo en el campo de la arqueoastronomía. Además de actualizar su trabajo con las investigaciones más recientes en las disciplinas afines al conocimiento astronómico en Mesoamérica, es de resaltar el método propuesto por el autor para la toma de datos en campo para el estudio de la arquitectura y sus características astronómicas, también dedica una buena parte a las alineaciones astronómicas en los edificios de Mesoamérica, incluyendo varios ejemplos en el área Maya.

Šprajc (2004) en su estudio de las orientaciones de la arquitectura mesoamericana registra una gran cantidad de edificaciones monumentales alineadas hacia puntos que indican posiciones del Sol en el horizonte durante el año, a su vez un gran porcentaje de éstas tienden a girar hacia el este del Norte. El autor sostiene que estas orientaciones estaban relacionadas con la concepción cuadripartita del mundo en la cosmovisión mesoamericana y que las orientaciones hacia el Este y el Oeste en la arquitectura en Mesoamérica tenían una finalidad observacional del horizonte relacionado con la planificación de las actividades del calendario agrícola y a su vez tenían una fuerte carga simbólica relacionada con el Sol, Venus, la Luna, fuerzas celestes, con la lluvia o el agua, el maíz y la fertilidad. En otro estudio Šprajc (2009) afirma que rara vez las edificaciones orientadas astronómicamente se pueden considerar como observatorios, que las *observaciones astronómicas funcionales* se plasmaban más bien en edificios importantes, particularmente en los templos, lo cual revela claramente que el aspecto utilitario de la astronomía fue entrelazada con creencias religiosas y prácticas rituales. En su estudio en el sureste de Campeche el autor determinó las orientaciones de 23 edificaciones en 11 sitios y las orientaciones más numerosas coinciden con el grupo de orientaciones de 14° existente en toda el área Maya y en Mesoamérica, las fechas correspondientes a estas alineaciones afirma, tienen un significado agrícola y resalta la separación de 260 días que equivale a la duración del calendario ritual Mesoamericano (Tzolkin para los Mayas). El autor también sostiene que el principio de orientación anterior aplica no solo individualmente a los edificios, sino también entre varias edificaciones en el mismo sitio ó entre edificaciones de sitios diferentes y a varios kilómetros de distancia como en los casos de Yaxnocah, El Gallinero y el Mirador.

Marion Popenoe de Hatch (2008) sugiere la existencia de un observatorio astronómico en Tak'alik Ab'aj después de haber encontrado unas huellas de pies tallados en una roca que estaban orientados hacia el solsticio de invierno y por otro lado sus mediciones de la orientación de la *Estructura 7* le llevan a concluir que estaba relacionada con *eta draconis*. Otro ejemplo es el del sitio de Puerto Rico, Campeche, también se ha estudiado la singular torre cilíndrica cuyos ductos en dos niveles están orientados hacia los rumbos cardinales (Figura 8), que podrían estar relacionados con posiciones del Sol en el horizonte en fechas correspondientes a los equinoccios, solsticios y pasos zenitales (May y Higón 2010).

Los autores de esta ponencia han podido constatar fenómenos adicionales de conmemoración en Mayapan en el edificio Q80 en el amanecer del equinoccio de septiembre de 2009 (Figura 9), que estarían relacionados con celebraciones de un ciclo *Katun* (Pedro Delgado Kú comunicación personal) y en una edificación cercana a Xcumpich se han registrado un par de ductos en los muros este y oeste de uno de los cuartos que aún quedan en pie, a través de los cuales penetran los rayos solares en el amanecer en días cercanos al equinoccio (Figura 10), la observación se ha realizado el 16 de marzo de 2011 y según nuestros estudios preliminares la alineación de los ductos apunta hacia fechas diferentes a los equinoccios. Se han encontrado otros ductos en un cuarto en el edificio residencial N de Nakum alineados sobre un eje este-oeste orientado aproximadamente hacia los equinoccios. También se han realizado estudios preliminares de las ventanas en el Palacio A XVIII de Uaxactun, situadas en el lado oeste del edificio y otra ventana sellada en el lado este, alineadas todas ellas sobre un eje este-oeste que permitirían el paso de los rayos solares en los amaneceres en fechas cercanas a los equinoccios. Por otro lado, en un estudio preliminar acerca de la orientación de la acrópolis de La Blanca, se ha podido relacionar el eje este-oeste del ala sur con las salidas del Sol en la fecha de su paso por el zenit, este estudio fue motivado por la existencia de una puerta en el muro este desde la cual es posible observar el horizonte, aunque actualmente la densa vegetación no permite apreciarlo en su totalidad.

COMENTARIOS FINALES

Como se ha podido constatar la arquitectura Maya en su conjunto resulta un gran aporte al conocimiento astronómico proveyendo datos de gran valor a partir de las inscripciones monumentales, las pinturas murales y los mascarones ó de elementos como ventanas, ductos y puertas, alineadas y orientadas hacia puntos en el horizonte relacionados con las posiciones del Sol y otros astros en días relevantes para el calendario agrícola, especialmente en los equinoccios, solsticios y pasos cenitales. Del mismo modo las edificaciones se encuentran en su inmensa mayoría organizadas sobre la ciudad Maya siguiendo estas mismas normas.

Las investigaciones del siglo pasado han sentado las bases metodológicas en el estudio de la arquitectura y el urbanismo Maya y su vinculación con la astronomía. Se ha aplicado tecnología de vanguardia al alcance de la época y equipos multidisciplinarios han llevado a cabo excavaciones arqueológicas, levantamientos topográficos de los sitios y algunas ocasiones de las periferias, levantamientos arquitectónicos y mediciones precisas en campo de los alineamientos y las orientaciones de los edificios, los datos se han contrastado con las evidencias en documentos históricos, inscripciones monumentales y con los conocimientos aportados por la astronomía moderna, incluso realizando simulaciones del aspecto de la bóveda celeste en los momentos de esplendor de los asentamientos Mayas. En los últimos veinticinco años se han realizado estudios de carácter interdisciplinario, más que multidisciplinario y se han incorporado los descubrimientos más recientes en temas de Epigrafía, Arqueología, Astronomía y Etnología. Las nuevas tecnologías de la información también se han incorporado en las investigaciones de los últimos años.

Las edificaciones con carácter astronómico se pueden agrupar hasta el momento en: a) Edificios y conjuntos generadores de fenómenos de exaltación sagrada, mediante efectos de luz y sombra de gran carga simbólica y vinculados con acontecimientos astronómicos, principalmente amaneceres y puestas del Sol en los equinoccios y solsticios, b) Grupos E, cuya función íntegra no ha sido desvelada aunque la más aceptada es la de registrar o conmemorar las posiciones del Sol sobre el

horizonte en los solsticios y equinoccios, c) Observatorios, destinados al estudio y registro del desplazamiento del Sol y otros cuerpos celestes sobre el horizonte y en su paso por zenit, d) Edificios de conmemoración astronómica, orientados hacia las posiciones de ciertos astros en el horizonte en fechas importantes para el calendario agrícola y e) Conjuntos de edificaciones relacionadas entre sí mediante ejes orientados hacia posiciones de los astros en el horizonte en fechas determinantes del calendario agrícola.

Según su tipología formal y su carácter astronómico, los edificios astronómicos se pueden agrupar en: 1) Torres Emblema como indicadores de los pasos cenitales y además permitirían conocer que éste fenómeno ocurría en fechas distintas según la latitud del lugar, en este grupo se incluyen las torres de Tabasqueño, Nocuchich, Chenchán, Hochob y Puerto Rico, 2) Laberintos, cuyo único caso conocido como el Satunsat albergaba rituales de iniciación relacionados con fechas equinocciales y al mismo tiempo cumpliría funciones de observación y registro astronómico, 3) Los arreglos de tipo Grupo E, de los cuales solo los casos de Uaxactun y Tikal han sido investigados a fondo y han podido relacionarse con rituales de conmemoración y observación de las posiciones del Sol en fechas relevantes como los equinoccios y solsticios, 4) Juegos de Pelota cuya orientación hacia los ejes cardinales es predominante y con gran carga simbólica debido a su naturaleza cósmica expresada en los relatos del Popol Vuh, 5) Templos, que se pueden subdividir en Templos Piramidales relacionados con fenómenos de exaltación sacra como los de Chichén Itzá y Mayapan que conmemoran el renacimiento de *Kukulkan* y Templos de Observación que presentan aberturas en forma de ventanas, ductos o puertas alineados sobre ejes dirigidos hacia puntos en el horizonte relacionados con fechas relevantes para el calendario agrícola, 6) Palacios, que también presentan aberturas en forma de ductos, ventanas o puertas con características de orientación similares a las encontradas en los Templos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen expresamente el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México y al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Yucatán así como al Ministerio de Educación y Ciencia de España, a través de la financiación del proyecto de investigación con número de referencia BIA2007-66089, cofinanciado con los fondos FEDER, organismos que han contribuido de forma determinante a hacer posible las investigaciones y la obtención de resultados que se exponen en esta publicación.

REFERENCIAS

- Acuña S., René
2001 *Calepino Maya de Motul, edición crítica y anotada por René Acuña*. Plaza y Valdés, México.
- Anderson, Neal S. y Moisés Morales
1981 Solstitial Alignments of the Temple of the Inscriptions at Palenque. *Archaeoastronomy* 4(3):30-33. USA.
- Aveni, Anthony F.
2005 *Observadores del cielo del México antiguo*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Aveni, Anthony F., Susan Milbrath y Carlos Peraza López
2004 Chichén Itzá's legacy in the astronomically oriented architecture of Mayapán. *RES* 45:123-143.USA.

Aveni, Anthony y Horst Hartung

1996 Algunas consideraciones sobre la disposición de los edificios de Palenque. En *Mesas Redondas de Palenque, Antología I* (editado por Silvia Trejo), pp.85-92. INAH, México.

Aveni, Anthony F., Michael Closs y Horst Hartung

1993 At the Crossroads of Astronomy and Archaeology: An Appraisal of Baudez' Appraisal of Archaeoastronomy at Copán (and elsewhere). *Archaeoastronomy XI 1989-1993*: 108-113. USA.

Blom, Frans

1926 El observatorio más antiguo del continente americano. *Anales de la Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala* 2 (3), pp. 335-338. Guatemala.

Broda, Johana

2000 Astronomy and Landscape. *Archaeoastronomy XV*: 137-150. USA.

2004 La percepción de la latitud geográfica y el estudio del calendario mesoamericano. En *Estudios de Cultura Náhuatl* (versión digital) (editado por Miguel León Portilla), pp. 15-43. UNAM, México D.F.

Carlson, John B.

1977 Maya City Planning and Archaeoastronomy. *Archaeoastronomy Bulletin* 1(3):4-5. USA.

Closs, Michael P.

1981 Venus Dates Revisited. *Archaeoastronomy* 4(4):38-41. USA: 38-41.

Chinchilla Mazariegos Oswaldo y Oswaldo Gómez

2010 El nacimiento del Sol en Tikal, interpretación de un entierro asociado al conjunto de tipo Grupo E de Mundo Perdido. En *XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala, 2009* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), pp. 1209-1215. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Chung, Heajoo

2007 El Calendario Maya: Identificación de las constelaciones en las páginas 45 a 50 del Códice de Dresden. En *XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), pp. 1129-1139. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Flores Esquivel, Atasta

2010 Los complejos del tipo "E" y su asociación con acrópolis o arreglos de tipo triádico: esbozos de un posible patrón urbano y sus posibles significados. En *XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala, 2009*, pp. 119-129. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Fialko Coxemans, Vilma

1988 Mundo Perdido, Tikal. Un ejemplo de Complejos de Conmemoración Astronómica. *Mayab* 4:13-21. Madrid.

Klein, Cecelia F.

1980 Indigenous American Architecture: The Symbolism of Circular Structures. *Archaeoastronomy III* (2):11-12. USA.

Landa, F. Diego de,

2005 *Relación de las Cosas de Yucatán*. Monclém Ediciones, México.

Laporte, Juan Pedro

- 2001 Dispersión y Estructura de las Ciudades del Sureste de Petén, Guatemala. En *Reconstruyendo la ciudad Maya: el urbanismo en las sociedades antiguas* (editado por Andrés Ciudad Ruiz, María Josefa Iglesias Ponce de León y María del Carmen Martínez Martínez), pp. 137-161. Sociedad Española de Estudios Mayas, Madrid.

Lounsbury, Floyd G.

- 1996 Una explicación para la fecha inicial del Templo de la Cruz en Palenque. En *Mesas Redondas de Palenque, Antología I* (editado por Silvia Trejo), P.p.373-398. INAH, México D.F.

May Castillo, Manuel y José Luis Higón

- 2010 La Torre de Puerto Rico, Campeche. Estudio de un caso único en la Arquitectura Maya. En *Revista de Expresión Gráfica y Arquitectónica*: en prensa. Valencia.

Mayer, Karl H.

- 1983 A Painted Venus Glyph in the Tower at Palenque. *Archaeoastronomy IV* (1-4): 96-98. USA.

Mejía, Héctor E.

- 2008 Desarrollo y estructura de las ciudades al sur de El Mirador, Petén. En *XXI Simposio de Investigaciones Antropológicas en Guatemala, 2007* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), pp.647-671. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Muñoz Cosme, Gaspar

- 2006 *Introducción a la arquitectura Maya*. General de Ediciones de Arquitectura, Valencia.

Muñoz Cosme, Gaspar y Cristina Vidal Lorenzo (ed).

- 2005 *La Blanca, Arqueología y desarrollo*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Muñoz Cosme, Gaspar, Nuria Matarredona, Beatriz Martín y Manuel May Castillo

- 2010 Arquitecturas olvidadas: las expediciones científicas como método de investigación del patrimonio en peligro. En *ARCHE* 4-5:373-380.Valencia.

Pollock, Harry E.D.

- 1980 *The Puuc. An Architectural Survey of the Hill Country of Yucatán and Northern Campeche, México*. Harvard University- The Carnegie Institution of Washington, Cambridge.

Popenoe de Hatch, Marion

- 2009 Tak'alik Ab'aj: El amanecer reemplaza a las estrellas. En *XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala, 2008* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), pp. 425-438. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Ricketson, Oliver G.

- 1927 Report of O.G. Ricketson jr. on the Uaxactun Project. En *The Carnegie Maya. The Carnegie Institution of Washington Maya Research Program, 1913-1957* (editado por John M. Weeks and Jane A. Hill), pp. 468-491. University Press of Colorado, Washington D.C.

Rosal, Marco Antonio y Juan Antonio Valdés

- 2005 El Grupo E de Uaxactun. En *El periodo Clásico en Uaxactun*. (editado por Juan Antonio Valdés), pp. 135-154. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Ruppert, Karl

- 1940 A Special Assemblage of Maya Structures. *The Maya and Their Neighbors*, (editado por C. L. Hay, R. L. Linton, S. K. Lothrop, H. L. Shapiro and G. C. Vaillant), pp. 222-231. D. Appleton-Century Company, New York.

Sharer, Robert J.

1998 *La Civilización Maya*. Fondo de Cultura Económica, México.

Šprajc, Ivan

1988 Venus and Temple 22 at Copan: Revisited. *Archaeoastronomy X 1987-1988*: 88-98. USA.

1990 El Satunsat de Oxkintok: ¿Observatorio Astronómico? En *Oxkintok 3*, (editado por Miguel Rivera Dorado), pp. 87-97. Misión Arqueológica de España en México. Madrid.

1993 The Venus, Rain, Maize Complex in the Mesoamerican World View: Part I. *Journal for the History of Astronomy*: 17-70. USA.

2004 The South of East Skew of Mesoamerican Architectural Orientations: Astronomy and Directional Symbolism. En *Etno y Arqueoastronomía en las Américas, Memorias del Simposio ARQ-13 del 51 Congreso Internacional de Americanistas en Santiago de Chile* (editado por M. Boccas, J. Broda y G. Pereira), pp. 161-176. ICA 51, Chile.

2009 Astronomical and Cosmological Aspects of Maya Architecture and Urbanism. En *Cosmology across cultura, ASP Conference series* (409) (editado por J. A. Rubiño-Martín, J. A. Belmonte, F. Prada y A. Alberdi), pp. 303-314. Astronomical Society of the Pacific. San Francisco.

Taladoire, Eric

1979 Orientation of Ball-Courts in Mesoamérica". *Archaeoastronomy II* (4):12-14. USA.

Vogrin, Annegrete

1979 The Astronomical Orientation of Stela 1 at Copan. *Archaeoastronomy II* (4): 10-11. USA.

NOTA DE EDICIÓN: La calidad de las ilustraciones, es debido a que el autor no respetó los lineamientos requeridos.

Ak Ek	Constelación de la Tortuga
Ah Ahçah cab ek	Lucero de la mañana o Venus
Tzab	Pléyades
U	La Luna
Kin	Sol
Çip ik kin	ponerse el Sol
Çip ik U	ponerse la Luna
Çuhuy Kin	medio día en punto
Çamal çam yocol kin	al anochecer, o entre dos luces
Chimal Ek	estrella escudo
Xaman Ek	estrella del norte
Ah Poou o Tamcaz	Vía Láctea
Kinich Ahau, Ah Kinchil ó Dios G	deidad solar
Ah Chikum Ek, Dios C	estrella polar
Motz	Los cuatrocientos muchachos que planearon la muerte de <i>Vucub Caquix</i>

Figura 1. Algunas expresiones mayas para los astros y momentos relacionados con ellos.

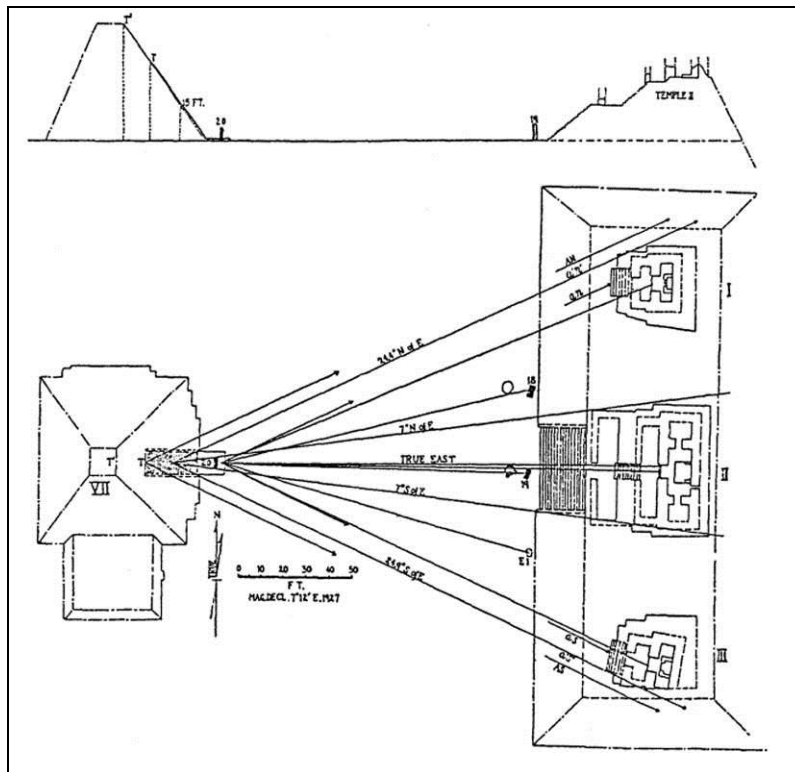


Figura 2. Grupo E de Uaxactun según Oliver Ricketson.



Figura 3. Templo 22 de Copan, Imagen Manuel May.



Figura 4. El Satunsat de Oxkintok, Imagen Gaspar Muñoz.



Figura 5. Edificio 1 sub de Dzibilchaltun, Imagen Manuel May.

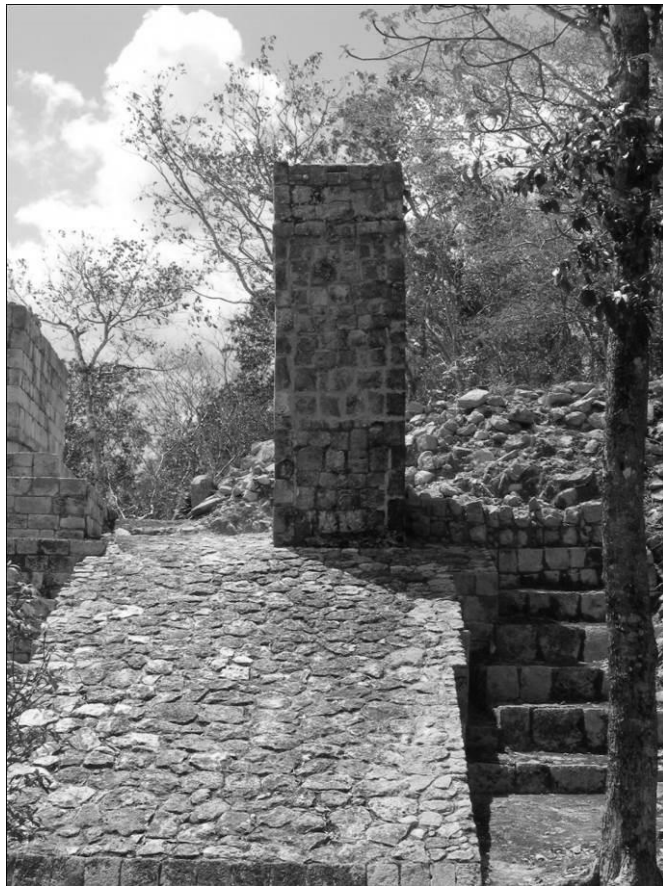


Figura 6. Torre cuadrada en Tabasqueño, Campeche, Imagen Manuel May.



Figura 7. Torre cuadrada en Nocuchich, Campeche, Imagen Manuel May.

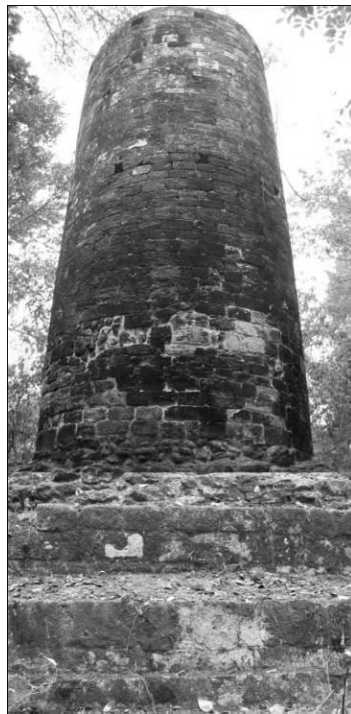


Figura 8. Torre redonda en Puerto Rico, Campeche, Imagen Manuel May.



Figura 9. Edificio Q80 en Mayapan, Yucatan, Imagen Manuel May.



Figura 10. Cuarto en Xcumpich, Campeche, Imagen Manuel May.