

# OXKINTOK

# 3

**Misión Arqueológica de España en México**



**Proyecto  
Oxkintok  
Año 1989**

**Madrid, 1990**

*El Instituto de Conservación  
y Restauración de Bienes  
Culturales  
del Ministerio de Cultura,  
la Comisión Nacional  
Quinto Centenario y la Dirección  
General de Relaciones Culturales  
del Ministerio de Asuntos  
Exteriores han contribuido  
a la edición de este volumen.*

Printed in Spain, Impreso en España

Edita: Ministerio de Cultura.  
Dirección General de Bellas Artes y Archivos.  
Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.  
C/ del Greco, 4. 28040 Madrid

Maquetación y Fotocomposición: GALVHE, S.A.L.  
Fotomecánica: GRAFICO HISPANO  
Imprime: SALJEN, S. A.  
DEPOSITO LEGAL: M-27549-1990  
NIPO: 301-90-054-7  
ISBN: 84-7483-644-1

Coordinador de la Serie: Miguel Rivera



## EL SATUNSAT DE OXKINTOK: ¿OBSERVATORIO ASTRONÓMICO?

Ivan Sprajc

Uno de los edificios más importantes de la antigua ciudad de Oxkintok fue indudablemente el Satunsat o Laberinto (Rivera 1988:29; Rivera - Ferrándiz 1989; Amador 1988:67; 1989). Construido en tres pisos, con una serie de cuartos y pasillos en su interior, el Satunsat puede interpretarse como un modelo del universo maya, representando el inframundo, la tierra y el cielo. Imitando el orden natural de una manera tan sofisticada, el edificio debe haber sido un producto muy particular no sólo de la cosmovisión sino también del sistema ideológico vigente, sirviendo tal vez como un espacio sagrado para

los ritos de paso y las iniciaciones de los que aspiraban a los cargos y honores propios del estrato gobernante (Rivera 1988:28s; Rivera - Ferrándiz 1989:72ss). Reflexionando sobre otras posibles funciones del Satunsat, Rivera (1988:29) comenta:

Si el Satunsat representa el universo, con los tres niveles superpuestos, es también necesariamente una figuración del tiempo, con mucha probabilidad una especie de reloj astronómico, un nomon. De ahí que los mitos indiquen que en ese lugar dio comienzo el mundo, la humanidad, por ende el tiempo, que fue el primer espacio cultural de la historia.

En relación con los enigmáticos respiraderos o tragaluces que traspasan los muros del Satunsat el arquitecto A. Muñoz (1989:146) observa:

[...] en una primera impresión, parecen estar destinados a la ventilación e iluminación del interior.

Pero la circunstancia de que no atraviesan totalmente el edificio, la disposición de algunos de ellos en una localización en que no es necesaria una ventilación, y la constatación de que en muchos no se produce corriente de aire, hacen pensar que posiblemente tuvieron otra función de tipo simbólico o relacionada con la observación de los astros.

Recordando el simbolismo solar, que comúnmente rodea los laberintos, Rivera y Ferrándiz (1989:73-75) creen “que los supuestos agujeros de ventilación del Satunsat constituyen también la trama de un juego de luces relacionado con las distintas posiciones del Sol a lo largo del año”, y sugieren que —dada “la aparente ausencia de regularidad en la colocación de los respiraderos, que obedece con seguridad a una convención que está más allá del fin prác-

tico de airear los cuartos”— el edificio pudo servir “como observatorio y medida del tiempo, manifestación del origen y funcionamiento del mundo, es decir, expresión de las justificaciones ideológicas de la monarquía divina”.

Con el fin de indagar las posibilidades de tal función del Satunsat y para explorar si sus peculiaridades arquitectónicas realmente pueden relacionarse con algunos fenómenos astronómicos, fue emprendido un estudio de la estructura en julio de 1989, durante la temporada de trabajos de campo en Oxkintok de la Misión Arqueológica de España en México<sup>1</sup>. Las mediciones de los alineamientos que pudieran ser astronómicamente significativos se efectuaron con teodolito, empleándose la técnica descrita por Aveni (1980b:128ss).

<sup>1</sup> Quiero expresar mi agradecimiento a Miguel Rivera Dorado, por haberme invitado a realizar esta investigación, y a todos los participantes del Proyecto Oxkintok, por su amabilidad y ayuda.



Fig. 1. Fachada Oeste del Satunsat, con los tragaluces numerados

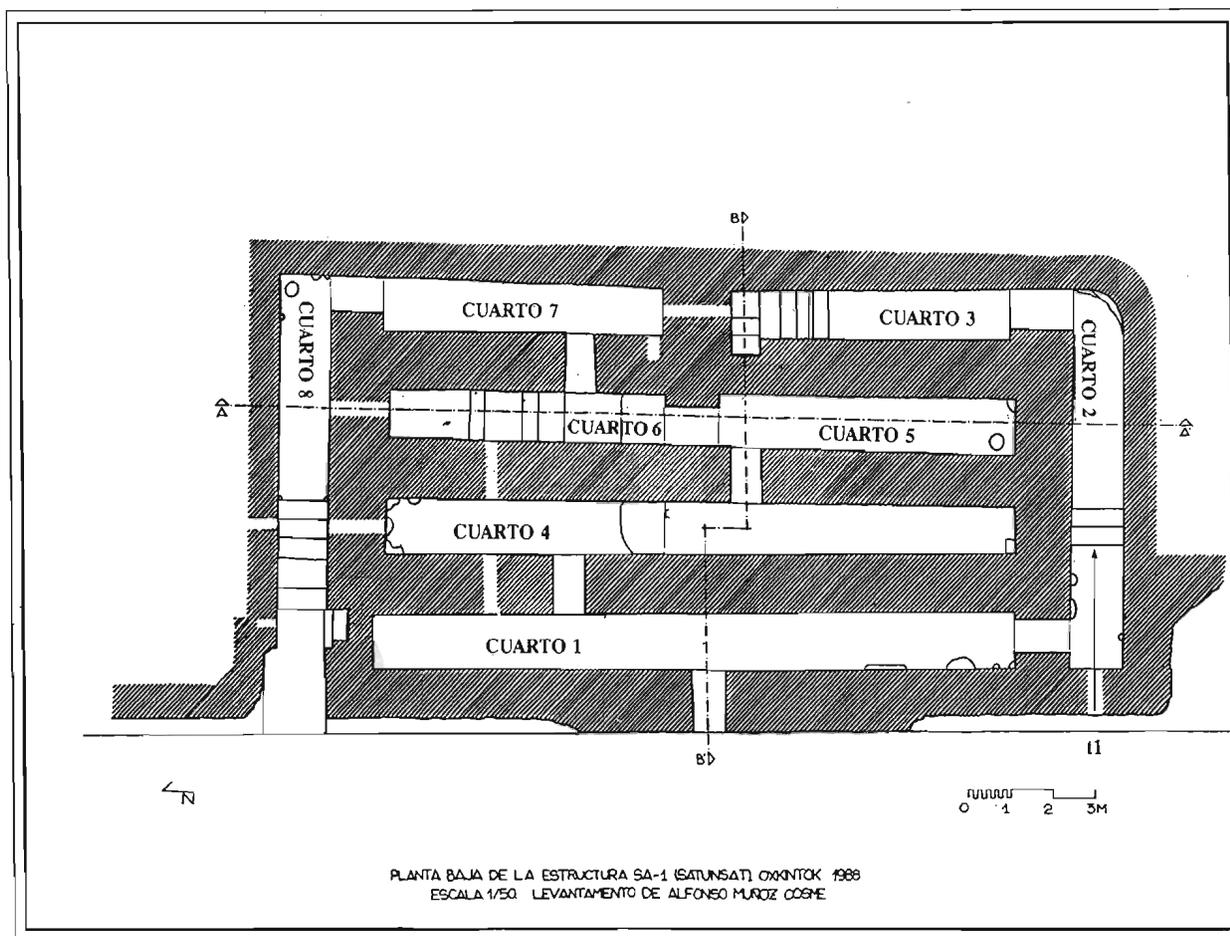


Fig. 2. Planta baja del Satunsat. Los tragaluces de la fachada Oeste están numerados, las flechas marcan sus conductos (levantamiento de Alfonso Muñoz Cosme; numeración de los cuartos según Rivera y Ferrándiz 1989:72-fig. 9)

## Resultados de las mediciones

Los ejes longitudinal y transversal del Satunsat, edificio de planta rectangular (figs. 1, 2, 3), corren aproximadamente en las direcciones Norte-Sur y Este-Oeste, con una pequeña desviación de los rumbos cardinales en el sentido de manecillas de reloj. Puesto que la planta de la estructura no es un rectángulo perfecto —rasgo que puede notarse en la fig. 2—, la fachada que da al Oriente no es exactamente paralela a la que mira al Poniente, siendo sus azimuts  $2^{\circ}20'$  y  $1^{\circ}26'$ , respectivamente. El motivo de esta divergencia, si es que se puede considerar intencional, no queda claro; pero la orientación del edificio en general, y de su fachada Oeste en particular, sí podría tener una explicación astronómica, como se verá más adelante.

Los respiraderos o tragaluces, que atraviesan los

muros exteriores e interiores, corren a lo largo y a lo ancho del Satunsat, más o menos paralelamente a los ejes del edificio (figs. 2 y 3). En la sección tienen forma de cuadrado o rectángulo, cuyos lados en la mayoría de los casos no rebasan 20 cm. Si bien algunos de estos agujeros pudieron tener una función astronómica, ésta seguramente no se puede suponer para todos, ya que algunos, conectando solamente los espacios interiores o simplemente terminando en los muros, no tienen salida hacia afuera. Los que conducen al exterior por los muros Norte y Sur están inclinados de tal modo que a través de ellos, mirando desde el interior del edificio, no se alcanza ver el cielo o el horizonte. La fachada Oriente no tiene ninguno, por lo que para las consideraciones astronómicas sólo se pudieron tomar en cuenta los tragaluces que penetran en la estructura del lado Poniente y cuyos campos de

visibilidad sí abarcan porciones del cielo y del horizonte occidental. Para facilitar referencias fueron numerados, según se muestra en las figs. 1, 2 y 3.

El t1, que ilumina el cuarto 2 en la planta baja, es un poco más grande que los demás: su apertura exterior es un cuadrado con los lados de aproximadamente 24 cm. El t2 en la segunda planta atraviesa los cuartos 12 y 11, llevando la luz hasta el fondo del cuarto 10. El t3 y el t4, pasando por los cuartos 12 y 11, desembocan en el cuarto 9. El t5 atraviesa los cuartos 12 y 11 de la segunda planta y termina debajo de la bóveda del cuarto 7 en la planta baja. El t6 pasa por los cuartos 12, 11 y 14, desembocando en el cuarto 15. A este último conducen también los t7 y t8, pasando por los cuartos 13, 11 y 14. El t9 ilumina el pasillo con la escalera que sube a la tercera planta.

El hecho de que estos tragaluz permiten al observador situado al fondo del conducto de cualquiera de ellos —con la excepción del t4— ver la línea del horizonte quizá indique la intención de los constructores de relacionarlos con ciertos puntos astronómicamente significativos<sup>2</sup>. Los azimuts de los ejes de los tra-

galuces y las declinaciones astronómicas correspondientes se presentan en la tabla 1<sup>3</sup>. La pregunta que nos queda es: ¿con qué fenómenos y con qué cuerpo celeste podrían relacionarse estos números?

El candidato más digno de tomarse en consideración es el Sol, puesto que:

— Sería muy arriesgado, en ausencia de datos independientes y de otra índole, buscar a los candidatos probables entre las estrellas;

— Las declinaciones obtenidas no corresponden a las posiciones características de la Luna o de los planetas;

— Todos los azimuts caen dentro del ángulo del desplazamiento anual del Sol por el horizonte.

Junto con los azimuts y las declinaciones respectivas aparecen en la tabla 1 las fechas, en las que el Sol se pone en el eje de cada tragaluz. Antes de evaluar el posible significado de estas fechas hay que hacer algunas observaciones adicionales.

Los valores de los azimuts deben considerarse con un margen de error de ca.  $\pm 10'$ , ya que la determinación del eje en algunos casos pudo haber sido algo ar-

<sup>2</sup> El campo de visibilidad del t4 queda por debajo de la línea del horizonte actual, pero no se ha investigado si acaso no es algún montículo artificial el que obstaculiza la vista y que podría ser cronológicamente posterior al uso de los tragaluz del Satunsat.

<sup>3</sup> Los azimuts fueron medidos con teodolito, utilizándose una serie de puntos auxiliares fuera del edificio. En base a los azimuts fueron calculadas las declinaciones, tomando en cuenta la altura del horizonte ( $35'$  en promedio) y la refracción atmosférica.

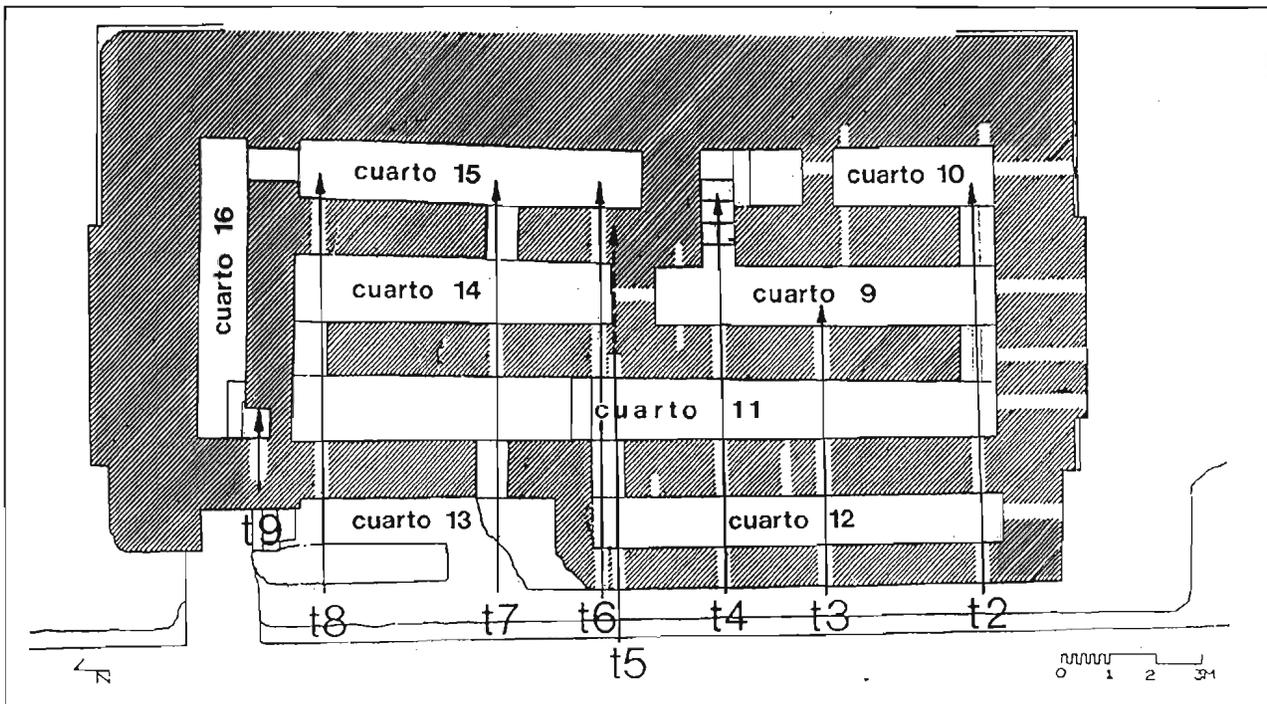


Fig. 3. Planta segunda del Satunsat. Los tragaluz de la fachada Oeste están numerados, las flechas marcan sus conductos (levantamiento de Alfonso Muñoz Cosme; numeración de los cuartos según Rivera y Ferrándiz 1989:73-fig. 10)

bitraria, debido al presente estado de los tragaluces (en el caso de los t1 y t9 el error podría ser un poco más grande). Asimismo hay que hacer notar que el Sol queda visible a través de cada uno de los tragaluces más de un día, es decir, no solamente el día cuando se pone en su eje. El ángulo de visibilidad horizontal de la mayoría de los tragaluces, observando desde el fondo de su conducto, es de 4-5 grados, lo que significa que los rayos del Sol penetran hasta la última pared que alcanza cada uno de ellos durante unos 9-12 días consecutivos<sup>4</sup>. Puesto que al cielo le pertenece sólo una parte del ángulo de visibilidad vertical, la duración del fenómeno queda reducida a unos momentos antes de la puesta del Sol. Los t1 y t9 tienen ángulos de visibilidad considerablemente más grandes, porque atraviesan solamente el muro exterior. Debido a las irregularidades de construcción y al estado actual de preservación del edificio no se pudieron determinar azimuts exactos de las diagonales a lo largo de los tragaluces; en varios casos (t6, t7, t8, t9) está dañado o faltante el agujero en el muro exterior. Considerando que no fue posible precisar los días que limitan la visibilidad del Sol a través de los tragaluces, tampoco se hará el intento de sacar conclusiones acerca de la posible significación de estos días y de los períodos que encierran. Lo que se puede hacer es averiguar si es posible atribuir algún significado a los datos de la tabla 1, que de alguna manera representan “valores medios” para cada tragaluz.

## Interpretación

Según se observa en la tabla 1, se trata de las fechas cercanas a los equinoccios. Dicho con más exactitud, casi todas las fechas caen dentro de los primeros/últimos 10 días después/antes del equinoccio vernal/otoñal. Las que más llaman la atención son las fechas 23 y 24 de marzo/20 y 21 de septiembre (t5, t6 y t8). Aunque no corresponden a los equinoccios astronómicos, es decir, a los días en los que el Sol está a mitad de su *camino por el horizonte* de un solsticio al otro, teniendo la declinación 0°, estas fechas se encuentran aproximadamente a mitad del *tiempo* entre los solsticios consecutivos. Puesto que la Tierra no se desplaza alrededor del Sol con una velocidad constante, debido a la forma elíptica de su órbita, las estaciones del año no son de igual duración. En la segunda

<sup>4</sup> En los días cercanos a los equinoccios el desplazamiento diario del Sol por el horizonte equivale —en las latitudes de Oxkinok— a unos 25', es decir, casi a un diámetro aparente del Sol.

mitad del 1.º milenio d.C. los períodos de primavera, verano, otoño e invierno equivalían aprox. a 93.5, 93, 89 y 89.5 días, respectivamente (cf. Meeus 1983:3-13ss). Por consiguiente, contando sólo la mitad de los días entre los solsticios consecutivos no llegamos a los equinoccios astronómicos, cuando el Sol sale/se pone exactamente en la dirección Este/Oeste (teniendo el azimut 90°/270° en un horizonte plano), sino a las fechas 23 de marzo y 21 de septiembre ( $\pm 1$  día, dependiendo de las fechas de los solsticios<sup>5</sup>), en las que el Sol sale/se pone un poco hacia el Norte del Este/Oeste (1-1.5° en latitudes mesoamericanas). Se trata de los llamados días de la “mitad del año” (cf. Aveni 1980b:65; Tichy 1976:6).

Estas fechas, que podemos denominar también *equinoccios numéricos*, tenían importancia en distintas culturas, por ejemplo en la tradición megalítica de la Europa prehistórica (Krupp 1983:167). Es probable que se registraran también en Mesoamérica, aunque las fuentes escritas no dicen nada al respecto. En el México central hay varias estructuras y complejos arquitectónicos cuyos ejes están ligeramente desviados hacia el Norte del Oeste, p.e. los templos de Tláloc y de Quetzalcóatl en Calixtlahuaca, la pirámide principal de Teopanzolco y varias estructuras en Xochicalco (Aveni 1980b:311ss; Ponce 1982:60-n.33). Cierta frecuencia de las orientaciones de 1-2° al Este del Norte (= al Sur del Este o al Norte del Oeste) en el centro de México se puede observar en el histograma de Aveni y Hartung (1986:11-Fig.2b) y también en los diagramas de Tichy (1976:figs. 3,4) que muestran orientaciones de las iglesias coloniales en el centro de México (puesto que éstas fueron construidas en la mayoría de los casos encima de los restos de templos prehispánicos). En el área maya este grupo de orientaciones no es frecuente, pero existe, p.e. en Chicanna, Copán y Tikal (Aveni - Hartung 1986:73ss-Tabla 1, 12ss-Figs. 2c-g). Tal vez la más interesante de las estructuras que pertenecen a este grupo es la Escalinata Jeroglífica de Copán, dirigida a aproximadamente 1° al Norte del Oeste<sup>6</sup>. Interpretando la línea de referencia dada por las estelas 10 y 12 de Copán, Merrill (1945) propuso un calendario solar hipotético, usando las fechas de los equinoccios, de los pasos del Sol por el cenit de Co-

<sup>5</sup> Como puntos de referencia para el conteo de días podían servir también otros fenómenos, más fáciles de observar que los solsticios, p. e. los pasos del Sol por el cenit. Las fechas de todos estos fenómenos pueden variar por  $\pm 1$  día, dependiendo de la posición del año en nuestro sistema calendárico de intercalación.

<sup>6</sup> Los azimuts de la punta y de la base de la Escalinata son 0°52' y 1°15', respectivamente (Aveni 1980a:31).

pán (1° de mayo y 12 de agosto) y de las puestas del Sol en la línea marcada por las estelas 10 y 12 (12 de abril y 1° de septiembre). Aveni (1980a:34) resume este calendario de la siguiente forma:

Segundo tránsito cenital hasta puesta del Sol  
 en 12-10..... 1 uinal  
 Puesta del Sol en 12-10 hasta equinoccio otoñal ..... 1 uinal  
 Equinoccio otoñal hasta equinoccio vernal ..... 9 uinales  
 Equinoccio vernal hasta puesta del Sol en 12-10..... 1 uinal  
 Puesta del Sol en 12-10 hasta el primer tránsito  
 cenital..... 1 uinal  
 Primer tránsito cenital hasta segundo tránsito  
 cenital..... 5 uinales  
 más 5 kines

Podemos notar que las distancias entre la segunda puesta anual del Sol en la línea de las estelas 12 y 10 y el equinoccio de otoño, y entre el equinoccio de primavera y la primera puesta anual del Sol en la misma línea son, en realidad, 22 días. Estos períodos corresponderían exactamente a un uinal, si los puntos de referencia fueran los equinoccios numéricos, que probablemente quedan registrados en la orientación de la Escalinata Jeroglífica, como ya observó Tichy (1981:235s)<sup>7</sup>. Cabe mencionar que también Aveni y Hartung (1986:63) emplearon las fechas de los equinoccios numéricos en la supuesta colocación original de los meses mayas en el año trópico.

En su estudio sobre el papel de la astronomía y del calendario en el planeamiento urbano de los mayas Aveni y Hartung (1986:54ss) suponen que también en la zona Puuc funcionaba un calendario solar y agrícola, cuyas fechas de referencia eran las de los pasos del Sol por el cenit y cuyo reflejo queda registrado en las orientaciones en la arquitectura. En la latitud de Oxkintok (20°34' N) los pasos cenitales ocurrían, en la segunda mitad del primer milenio d.C., el 23 de mayo y el 22 de julio (v. posiciones solares en la tablas de Tuckerman, 1964)<sup>8</sup>. Curiosamente, la distancia entre estas dos fechas es de 60 días, es decir, exactamente 3 uinales). La distancia entre el equinoccio numérico vernal y el primer paso cenital anual, y entre el segundo paso cenital y el equinoccio numérico otoñal, equivale a 61 días. Ahora bien, contando 60 días —es de-

cir, exactamente 3 uinales desde el primero/segundo paso cenital hacia atrás/adelante llegamos a las fechas 24 de marzo/20 de septiembre. Estas son las fechas registradas por los ejes de los t5 y t6 (v. *tabla 1*). Aveni y Hartung (1986:47) mencionan que la perpendicular al eje principal de la traza urbana de Oxkintok (ca. 10°30' al N del O) quizá señale la puesta del Sol, aproximadamente, 2 uinales antes del primero y después del segundo paso anual del Sol por el cenit. ¿No

**Tabla 1**

Tragaluz	Azimut del eje	Declinación	Fecha de la puesta del Sol
t1	274°47'	4°35'	1 abr., 12 sep.
t2	269°00'	-0°54'	18 mar., 25 sep.
t3	273°43'	3°31'	29 mar., 14 sep.
t4	272°33'	2°26'	27 mar., 17 sep.
t5	271°30'	1°27'	24 mar., 20 sep.
t6	271°22'	1°19'	24 mar., 20 sep.
t7	273°21'	3°11'	29 mar., 15 sep.
t8	271°03'	1°02'	23 mar., 21 sep.
t9	275°40'	5°25'	3 abr., 9 sep.

*Tabla 1. Datos astronómicos relevantes sobre los tragaluces de la fachada Oeste del Satunsat.*

será que ciertos tragaluces del Satunsat marcaban la puesta del Sol en los equinoccios numéricos “canónicos”, 3 uinales antes/después del primero/segundo paso cenital?

Parece significativo que el eje del t6 pasa por un montículo visible en el horizonte occidental. Es posible que este alineamiento señale una relación intencional entre el Satunsat y el montículo al Poniente: hay que enfatizar que el t6 se encuentra en la parte central del edificio (v. *figs. 1 y 3*) y que su eje, con el azimut de 271°22', es perpendicular a la fachada Oeste, alineada con 1°26'. Por lo tanto, la perpendicular a la fachada, trazada desde la entrada central en la planta baja hacia el Oeste, pasa por el mismo montículo, registrando las mismas fechas que los t5, t6 y —considerando el margen de error— también el t8 (v. *tabla 1*). El hecho de que el alineamiento está atestiguado no sólo en el mismo Satunsat sino también en su relación con otra estructura en el espacio urbano podría ser un indicio de la importancia sobresaliente de esas fechas.

Otro detalle que llama la atención es que los t5, t6 y t8 son más largos que otros tragaluces. También los t1, t2 y t7 dejan pasar la luz a lo ancho de todo el

<sup>7</sup> Podemos incluir también el Templo 11, cuya fachada está desviada 1°17' al E del N (Aveni 1980b:312).

<sup>8</sup> La fecha del segundo paso cenital anual en Oxkintok es hoy en día más bien el 21 de julio, por haber cambiado la duración de las estaciones.

interior del edificio —hasta la pared interior del muro exterior Este—, pero desembocan en espacios más amplios a menor distancia de la fachada Oeste que los t5, t6 y t8, cuyos conductos angostos terminan apenas en los cuartos 7 (t5) y 15 (t6 y t8), a unos 8 m de la fachada Oeste (v. figs. 2 y 3). Esto significa que los ángulos de visibilidad de los t5, t6 y t8 son menores que los de otros tragaluces; podemos estimar que serían unos 3°, si estuvieran conservados sus agujeros exteriores. Esta circunstancia, que obviamente pudo haber facilitado las observaciones y aumentado la precisión en la determinación de las fechas, es otro factor más que indica la importancia de los t5, t6 y t8 y de las fechas que registran.

Los datos sobre los t5, t6 y t8 y las conclusiones derivadas de ellos implican que la línea más importante de cada tragaluz la constituye su eje. En los días cuando el Sol se alinea con los t5, t6 y t8, sus rayos penetran también en otros tragaluces, porque lo permiten sus ángulos de visibilidad. Pero los azimuts de sus ejes corresponden a otras fechas que, aunque todas cercanas a los equinoccios, no parecen significativas (v. tabla 1). No hay que descartar la posibilidad de que estos tragaluces no tuvieran ninguna función astronómica, ya que el edificio cuenta con muchos que definitivamente no la pudieron tener. Pero también es factible que les perteneciera un papel secundario en el uso astronómico del Satunsat.

Considerando el significado astronómico-calendárico atribuido a la orientación de la fachada Oeste y

a los t5, t6 y t8, podemos suponer que estas propiedades del Satunsat, junto con otras orientaciones conocidas en la arquitectura de Oxkintok, reflejan el uso de un calendario solar, basado en las fechas del paso del Sol por el cenit del lugar. La estructura de este calendario se presenta en la tabla 2<sup>9</sup>.

Según se observa, en Oxkintok no se conocen (¿todavía?) alineamientos que marquen salidas o puestas del Sol en las fechas del paso cenital, pero los hay en otros sitios, p.e. en Uxmal, donde supuestamente también estaba en uso un calendario solar de este tipo (Aveni - Hartung 1986:83-Tabla 2). Además, la observación de los pasos cenitales en Yucatán y en Mesoamérica en general es documentada etnográfica e históricamente (*ibid.*: 58s; Aveni 1980b:40ss).

El hecho de que el registro solar del Satunsat al parecer sólo funciona en la dirección Poniente no es aberrante. También Aveni y Hartung (1986:36,47), estudiando los alineamientos de Uxmal y Oxkintok, comentan que las fechas de salida del Sol correspondientes a estas direcciones no parecen significativas; los días claves del año solar en Uxmal son señalados exclusivamente por las puestas del Sol a lo largo de ciertos alineamientos (*ibid.*: 83-Tabla 2). Como fue mencionado arriba, en la arquitectura de varios sitios prehispánicos de Mesoamérica hay orientaciones y alinea-

<sup>9</sup> Los alineamientos en la tabla 2 que corresponden a las fechas 13 de abril y 31 de agosto fueron publicados por Aveni y Hartung (1986:77-Tabla 1).

Tabla 2

Fecha	Intervalo	Fenómeno	Alineamiento que marca la puesta del Sol
24 marzo	1 uinal	1 <sup>er</sup> paso cenital menos 3 uinales; ¿equinoccio numérico canónico?	Satunsat: perpendicular a la fachada Oeste, ejes t5, t6
13 abril	2 uinales	1 <sup>er</sup> paso cenital menos 2 uinales	Grupo Norte, Grupo Sur (280.5°), perpendicular al eje entre los dos grupos (280°16')
23 mayo	3 uinales	1 <sup>er</sup> paso cenital anual	
22 julio	2 uinales	2.º paso cenital anual	
31 agosto	1 uinal	2.º paso cenital más 2 uinales	Grupo Norte, Grupo Sur (280.5°), perpendicular al eje entre los dos grupos (280°16')
20 sept.		2.º paso cenital más 3 uinales; ¿equinoccio numérico canónico?	Satunsat: perpendicular a la fachada Oeste, ejes t5, t6

Tabla 2. Estructura del hipotético año solar de Oxkintok.

mientos que probablemente se refieren a los equinoccios numéricos (Calixtlahuaca, Chicanna, Copán, Teopanzolco, Xochicalco, etc); si es así, su registro funciona hacia el Oeste, puesto que su desviación de los rumbos cardinales es en el sentido de manecillas de reloj (v. azimuts en Aveni 1980b:311ss).

En relación con el Satunsat y su significado astronómico surgen dos preguntas fundamentales:

1. ¿Es posible que el Satunsat sirviera “como observatorio y medida del tiempo” (Rivera y Ferrándiz 1989:75); es decir, que fue “una especie de reloj astronómico, un nomon” (Rivera 1986:29)? En otras palabras, ¿pudo el edificio, con sus características peculiares, realmente emplearse para la determinación exacta de las fechas del año trópico y para las predicciones de ciertos fenómenos?

2. ¿O será que su finalidad fue la de consagrar algunos fenómenos astronómicos ya conocidos, materializar simbólicamente el orden celeste y ofrecer “un juego de luces” (Rivera y Ferrándiz 1989:73) para eventos ceremoniales en determinadas épocas del año?

A ambas preguntas podemos dar la respuesta afirmativa.

## 1. El Satunsat como observatorio

Para dilucidar este aspecto del Satunsat, primero tenemos que tratar de explicar de qué manera pudieron efectuarse las observaciones astronómicas.

El Sol pudo ser observado directamente a través de los tragaluces, a lo largo de sus ejes centrales o de sus paredes laterales. También es posible que se observara la luz que arrojaba el Sol en las paredes, cuando penetraba a lo largo de los tragaluces; podemos conjeturar que algunas marcas en las paredes hubieran ayudado a precisar las fechas, pero desafortunadamente no contamos con ningún indicio que apoye esta suposición.

Otra opción que tenían los sacerdotes-astrónomos de Oxkintok parece más probable, ya que la ofrecen las mismas características arquitectónicas del Satunsat que todavía se conservan. En los días cuando el Sol, al ponerse, se está acercando al eje de un tragaluz, los rayos penetran cada día más lejos a lo largo de su conducto, cayendo en parte también en las paredes Oriente de los espacios intermedios que lo interrumpen. Si el Sol entra, por ejemplo, por el t3 (v. fig. 3), ilumina también una pequeña parte de la pared Oriente del cuarto 12, al lado del agujero que continúa el conducto del t3. El día cuando el Sol va a ponerse en el eje del t3, aparece unos momentos antes de la puesta un rectángulo iluminado debajo del agujero en la pared

del cuarto 12 y va subiendo hasta que, en el momento de estar el Sol en el eje del t3, desaparece en el agujero, alineado exactamente con él (el mismo fenómeno ocurre con otro agujero en el cuarto 11). Algo parecido sucede en todos los tragaluces, en los momentos de la puesta del Sol en su eje. El fenómeno que produce el t5 ha de ser particularmente interesante. El agujero que continúa su conducto desde el cuarto 11 está al nivel del piso; cuando el Sol está a punto de ponerse en el eje del t5, en algún momento los rayos solares caen en el piso, formando un rectángulo que se va alargando hacia la pared Oriente del cuarto 11, hasta que se alinea con el agujero y desaparece en él, cuando el Sol está en el eje y arroja sus rayos a lo largo de todo el conducto del t5 (el agujero literalmente “traga” la luz del Sol). Hay que advertir, sin embargo, que este es un escenario reconstruido, porque los fenómenos no se han observado en el sitio. No obstante, podemos concluir que el método descrito permite determinar las fechas del año trópico con exactitud, sobre todo si participan varias personas, observando el movimiento de luces y sombras en distintas paredes.

Tratemos de imaginarnos cómo funcionaba el calendario solar presentado en la tabla 2. Supongamos que los sacerdotes astrónomos registraron la fecha primaveral de la puesta del Sol en el eje de los t5 y t6 y que ésta fue un día 6 Ahau 18 Pop.<sup>10</sup> Con base en este dato pudieron predecir las fechas de otros fenómenos solares de su calendario (cf. tabla 2):

Puesta eje t5, t6	6 Ahau 18 Pop + 1 uinal =
Puesta eje del sitio, algunas estructuras	13 Ahau 18 Uo + 2 uinales =
1.º paso cenital del Sol	1 Ahau 18 Zotz + 3 uinales =
2.º paso cenital del Sol	9 Ahau 18 Yaxkin + 2 uinales =
Puesta eje del sitio, algunas estructuras	10 Ahau 18 Ch'en + 1 uinal =
Puesta eje t5, t6	4 Ahau 18 Yax + 9 uinales 5 kines =
(Año siguiente) puesta eje t5, t6	7 Chicchan 18 Pop + 1 uinal =

<sup>10</sup> Por ejemplo, 9.9.9.0.0 6 Ahau 18 Pop = 24 de marzo de 622 d.C., gregoriano (GMT).

Puesta eje del sitio,  
algunas estructuras, etc.

1 Chicchan 18 Uo

Debido a que las distancias entre las fechas son múltiplos de uinales, los fenómenos caen en la misma posición de los meses del *haab* y, durante un año, en los días con el mismo signo de la veintena. Después de un año cambian las fechas de *tzolkin*, recorriéndose así como el portador del año (la veintena 5 signos y la trecena 1 numeral adelante). En la secuencia de nuestro ejemplo, los fenómenos caen en los días Ahau, Chicchan, Oc y Men. Pero el sistema con los mismos "portadores de los fenómenos" hubiera podido funcionar a lo máximo 4 años, ya que después se percibiría que los fenómenos tienden a retrasarse, por lo que en algún momento entrarían en juego los días Imix, Cimi, Chuen y Cib como nuevos "portadores", con los numerales del *tzolkin* y del *haab* elevados por uno. De esta manera hubiera sido posible llevar el registro continuo de la posición del año maya en el calendario solar y, mediante observaciones prolongadas, adquirir conocimientos muy refinados acerca de la duración del año trópico, interpretados en términos del desfase del calendario oficial.

De acuerdo con la hipótesis planteada los más importantes de los tragaluces fueron los t5, t6 y t8, pero otros pudieron haber tenido un papel auxiliar en los cálculos calendáricos, marcando tal vez una serie de fechas "de advertencia".

La utilidad de estas observaciones consiste en la necesidad de calibraciones calendáricas: recordemos que en el calendario maya, con su año de 365 días, no se aplicaban correcciones periódicas y regulares para mantenerlo en concordancia con el año trópico de 365.2422 días, por lo que las observaciones astronómicas nunca dejaron de ser necesarias. En algunas partes de Mesoamérica se conservan hasta la actualidad, sirviendo en primer lugar para la regulación de trabajos en el ciclo agrícola (cf. Remington 1980; B. Tedlock 1983; 1985).

En su estudio sobre los ixiles de Guatemala Lincoln (1945: dib. en apéndice) describe el llamado observatorio de Nebaj, mencionando que en dos de los alineamientos, formados por marcadores de piedra, salió el Sol el 19 de marzo de 1940, 2 días antes del equinoccio. Añade que los shamanes del lugar hacen observaciones del Sol, usando esas piedras, para regular siembras y cosechas. Este dato etnológico manifiesta que en la tradición mesoamericana las fechas cerca de los equinoccios han sido importantes en el calendario agrícola, pero al parecer la fecha exacta del equinoccio astronómico no siempre era de tanta trans-

endencia. En relación con el observatorio de Nebaj, Long (1946-48:216) menciona la posibilidad de que los ixiles contaran 1 uinal a partir del 19 de marzo y luego iniciaran la siembra, escogiendo un día apropiado de su calendario ritual. La hipótesis se parece a la que se ha propuesto para Oxkintok. Si en nuestro caso aparecen los pasos cenitales del Sol como puntos de referencia, hay que hacer notar que el primer paso anual del Sol por el cenit es un fenómeno importante en Mesoamérica, porque anuncia la llegada de las lluvias; éstas, a su vez, condicionan el inicio de las siembras. Actualmente la siembra del maíz en Yucatán empieza en mayo (*Enciclopedia Yucatanense* VI:203), es decir, en el mes del primer paso cenital. Antes de sembrar es necesario preparar las milpas; para ordenar estas labores en el tiempo es indispensable tener puntos de referencia astronómicos anteriores al paso cenital del Sol. Si el Satunsat aportaba datos de esta índole, podemos decir que en su esencia tenía la misma función que el observatorio de Nebaj y que las diferencias que se observan entre los dos productos culturales reflejan distintas modalidades en la solución de un mismo problema.

Por consiguiente, en base a las observaciones del Sol en el Satunsat sí se pudieron obtener datos astronómico-calendáricos muy exactos. Pero, ¿fue realmente necesario construir un edificio tan complicado para llevar a cabo estas observaciones? Aquí la respuesta debe ser negativa. Al considerar el Satunsat como *instrumento* para medir el tiempo, hay que tener en cuenta que a la vez fue el *resultado* de ciertos conocimientos astronómicos. Los que dirigieron la construcción del Satunsat sabían muy bien cómo orientar el edificio y colocar los tragaluces para que el conjunto cumpliera con su objetivo. Para adquirir estos conocimientos fue indispensable realizar observaciones astronómicas precisas, pero los métodos y procedimientos pudieron ser relativamente sencillos (Aveni 1980b:64s). La sofisticación del Satunsat evidentemente refleja la complejidad de la sociedad que lo produjo. Esta idea nos lleva a la consideración de la segunda pregunta que fue planteada arriba y que concierne otro aspecto del Satunsat, también vinculado con sus rasgos astronómicos.

## 2. El Satunsat como espacio ceremonial

En base a sus observaciones los sacerdotes-astrónomos pudieron fijar fechas y épocas apropiadas para ciertas actividades agrícolas. Pero este papel tan fríamente científico no fue el único que tenían en la sociedad.

En las fechas significativas, el calendario imponía la celebración de ciertas ceremonias. Estas sólo podían realizarlas los sacerdotes-gobernantes, ya que ellos tenían el monopolio del culto estatal. [...] De esta manera, la clase dominante aparecía como indispensable para dirigir el culto, del cual dependía la recurrencia de los fenómenos astronómicos y climatológicos, que a su vez eran una condición necesaria y real para que crecieran las plantas y se cumplieran exitosamente los ciclos agrícolas. *El culto como acción social producía una transferencia de asociaciones que invertía las relaciones de causa y efecto haciendo aparecer los fenómenos naturales como consecuencia de la ejecución correcta del ritual* (Broda 1986:96).

A la luz de estas reflexiones, el Satunsat puede interpretarse también como un instrumento importante en la legitimación del poder del estrato dominante.

Por otra parte, no todas las predicciones astronómicas que pudieron hacer los sacerdotes eran relevantes para el debido desenvolvimiento del ciclo agrícola y buen funcionamiento de la sociedad.

Si bien es cierto que la legitimación del poder de los sacerdotes-gobernantes se vinculaba con su dominio del calendario, al mismo tiempo, ellos fueron víctimas del sistema cosmogónico que habían creado, pues estaban obsesionados por predecir los fenómenos recurrentes, por encajarlos dentro de la armonía perfecta de los ciclos calendáricos y por plasmar estas relaciones en la arquitectura de sus centros sagrados (Broda 1986:97).

Cabe recordar que en el interior del Satunsat pudieron observarse juegos de luz y sombra, tal vez a manera de hierofanías. Durante varios días alrededor de cada equinoccio los rayos del Sol entran por varios tragaluces, iluminando distintos cuartos con intensidad variable en distintas fechas. No sabemos qué tan espectacular es el fenómeno, ya que no se ha observado en el sitio, pero el aspecto del interior del Satunsat seguramente cambia por algunos momentos, cuando los rayos del Astro Rey penetran en sus profundidades. Puesto que estos juegos de luz se producen solamente en días determinados del año —probablemente imbuidos del simbolismo religioso—, tal vez fueron concebidos como hierofanías o “manifestaciones de lo sagrado” (Eliade 1972:21), y como tales bien pudieron acompañar los ritos de paso, que supuestamente se realizaban en el edificio (Rivera 1988:29; Rivera—Ferrándiz 1989:75), simbolizando la iniciación de los neófitos en los secretos de astronomía y calendario.

## Mito y realidad

La hipótesis planteada sobre la relación del Satunsat con las observaciones del Sol quizá tenga algo de apoyo en la tradición oral. En el mito sobre el Satunsat recogido en Maxcanú el héroe elegido para vencer al monstruo que habita el laberinto se llama *Balam Kin* (Amador 1989:171). Su nombre, “Sol Jaguar”, es idéntico a *Xbalamqué*, nombre del dios solar de los kekchís, y por tanto al de *Xbalanqué*, héroe del *Popol Vuh*, a quien Thompson (1975:436, 441) también identificó con el Sol. Así como Xbalanqué en el *Popol Vuh* baja a Xibalba para vencer a los señores de la oscuridad, entra Balam Kin en el inframundo del Satunsat para enfrentarse con el monstruo telúrico. Linda Schele (1976:11s) menciona que para un personaje con rasgos del jaguar y del dios solar, pintado en un vaso maya, Floyd Lounsbury propuso el nombre *Balam-kin*, identificándolo con Xbalanqué del *Popol Vuh*; Schele lo relaciona con el Sol Jaguar del Inframundo, idéntico al dios GIII de la Tríada de Palenque. También D. Tedlock (1985:296s) opina que Xbalanqué corresponde sobre todo al aspecto nocturno del Sol. Ahora bien, si atribuimos este aspecto a Balam Kin de nuestro mito de Maxcanú, recordemos que también el Sol penetra en las oscuridades del Satunsat apenas al ponerse, es decir, cuando en los umbrales del inframundo se está volviendo Sol nocturno (cf. concepto de Tlalchitonatiuh en el centro de México).

Si seguimos especulando podemos mencionar que Balam Kin lleva nueve flores de una especie y nueve de otra, para defenderse del camino diabólico (Amador 1989:171). También la luz del Sol entra en el Satunsat por los nueve tragaluces de la fachada Oeste. Casi sobra recordar que nueve es el número del inframundo por excelencia. El dios del numeral nueve tiene marcas de jaguar en su barba y probablemente es idéntico al dios Chicchan, todavía (o hasta épocas recientes) adorado por los chortís (Thompson 1971:135). Este es en primer lugar deidad de la lluvia (Wisdom 1940:392ss). A la luz de estos datos quizá podamos asociar con la lluvia también a Balam Kin: cabe mencionar que también Tláloc en el México central tenía ciertas relaciones con el Sol nocturno (Klein 1980:156ss).

No es imposible que el Sol, iluminando el interior del Satunsat en las tardes cerca del equinoccio de primavera, fuera considerado como portador de las lluvias, que iban a comenzar dentro de unos dos uinales. Cohodas (1976:156,158ss) asocia el equinoccio vernal con el Oeste y cree que, según los conceptos mayas, el Sol en primavera entraba en el inframundo, volviéndose dios de la fertilidad.

## Reflexiones finales

El presente estudio demuestra que existe la relación entre algunos fenómenos astronómicos, que son observables y que pueden considerarse significativos, y ciertos rasgos arquitectónicos del Satunsat. También se han presentado argumentos en favor de la proposición de que esta relación fue incorporada en el Satunsat intencionadamente por los arquitectos y astrónomos-sacerdotes de Oxkintok. El hecho de que no se ha podido atribuir la significación astronómica a todos los tragaluces que atraviesan el Satunsat al parecer quita el peso a la interpretación astronómica de algunos. No obstante, las conclusiones basadas exclusivamente en métodos estadísticos pueden ser muy engañosas. Aveni (1989:5), advirtiendo este peligro, presenta el ejemplo de las 41 líneas *ceque* en torno a la ciudad de Cuzco, en el Perú: documentos históricos claramente indican que algunas de ellas servían como líneas de observación astronómica, pero usando solamente los azimuts y evaluándolas en base al cálculo de probabilidad difícilmente llegaríamos a tal conclusión. Es necesario tener en cuenta que una manifestación cultural compleja pudo tener múltiples funciones. En ausencia de datos inambiguos hay que examinar todas las que parecen factibles, pero lo más importante es preguntarse cuáles de estas funciones hipotéticas pudieran tener *sentido* en la sociedad investigada, es decir, en el determinado contexto cultural y medio ambiente.

El propuesto calendario solar de Oxkintok cumple con este requisito, porque está de acuerdo con las características conocidas del calendario maya, y porque adquiere sentido en función de algunas preocupaciones fundamentales de los agricultores en esa

zona ecológica; además, la sofisticación de las manifestaciones de este calendario (el Satunsat, alineamientos) corresponde a la complejidad cultural y a los rasgos específicos de la sociedad maya del Clásico.

Sin embargo, la interpretación arqueoastronómica del Satunsat debe considerarse, a estas alturas de la investigación, como una hipótesis que requiere confirmación, modificación o refutación. Sería de sumo interés observar los fenómenos que produce la luz del Sol, cuando en los días cercanos a los equinoccios entra por los tragaluces del Satunsat. De este modo sería posible examinar la validez de las hipótesis planteadas y quizá percibir detalles que aporten nuevos datos, estimulen y encaminen nuevas investigaciones, y contribuyan a una explicación más completa de este edificio tan singular.

Si en Oxkintok, efectivamente, estaba en uso un calendario solar, como se ha sugerido, podemos esperar que se encuentren más orientaciones en la arquitectura y otros alineamientos en la traza urbana que ayuden a esclarecer su estructura y funcionamiento. Estableciendo relaciones cronológicas entre varias estructuras será posible determinar alineamientos factibles; datos acerca de la cronología absoluta serán necesarios en eventuales consideraciones astronómicas más precisas. Asimismo, es de esperar que la iconografía y la información epigráfica contribuyan a la interpretación del significado de ciertas orientaciones. En fin, es indispensable tomar en consideración todas las evidencias disponibles, para poder conocer y comprender mejor las específicas formas de la observación astronómica, su papel social y su evolución, tanto en la antigua ciudad de Oxkintok como en la cultura maya en general.



# BIBLIOGRAFIA

AMADOR NARANJO, A.

- 1986-89 Diarios de campo. Misión Arqueológica de España en México.  
1988 Oxkintok visto por los mayas de hoy, *Oxkintok* 1: 58-71, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.  
1989 El origen del mundo en Oxkintok, *Oxkintok* 2: 157-171, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.

ANDREWS V, E.W.

- 1979 Some Comments on Puuc Architecture of the Northern Yucatan Peninsula, *The Puuc: New Perspectives* (L. Mills, Ed): 1-17, Scholarly Studies in the Liberal Arts, n.º 1, Central College, Pella.

ANDREWS IV, E.W. y E.W. ANDREWS V

- 1980 *Excavations at Dzibilchaltun, Yucatan, Mexico*, Middle American Research Institute, Pub. 48, Tulane University, New Orleans.

ANDREWS, G.F.

- 1986 *Los estilos arquitectónicos del Puuc. Una nueva apreciación*, SEP-INAH, Serie Arqueológica, México.

AVENI, A.F.

- 1980a Conceptos de astronomía posicional empleados en la arquitectura mesoamericana antigua, *Astronomía en la América antigua* (A.F. Aveni, Ed): 23-42, Siglo Veintiuno, México.  
1980b *Skywatchers of Ancient Mexico*, University of Texas Press, Austin.  
1989 Introduction: whither archaeoastronomy?, *World Archaeoastronomy* (A.F. Aveni, Ed): 3-12, Cambridge University Press, Cambridge.

AVENI, A.F. y H. HARTUNG

- 1986 *Maya city planning and the calendar*, Transactions of the American Philosophical Society, vol. 76, part. 7, Philadelphia.

AYALA FALCON, M.

- 1987 La Estela 39 de Tikal, Mundo Perdido, *Memorias del Primer Coloquio Internacional de Mayistas*, Agosto 1985: 599-654, UNAM, México.

BALL, J.M.

- 1977 *The Archeological Ceramics of Becan, Campeche, Mexico*, Middle American Research Institute, Pub. 43, Tulane University, New Orleans.  
1979 Ceramics, Culture History and the Puuc Tradition: Some Alternative Possibilities, *The Puuc: New Perspectives* (L. Mills, Ed): 18-35, Scholarly Studies in the Liberal Arts, n.º 1, Central College, Pella.

BARRERA VASQUEZ, A. (Ed)

- 1980 *Diccionario Maya Cordemex: Maya-Español, Español-Maya*, Ediciones Cordemex, Mérida.

BRAINERD, G.W.

- 1976 *The Archeological Ceramics of Yucatan*, Anthropological Records, vol. 19 (reimpresión de la edición de 1958), Krauss Reprint Co, Millwood.

BRICKER, V.

- 1986 *A Grammar of Maya Hieroglyphs*, Middle American Research Institute, Pub. 56, Tulane University, New Orleans.

BRODA, J.

- 1986 Arqueoastronomía y desarrollo de las ciencias en el México prehispánico, *Historia de la astronomía en México* (M.A. Moreno, com): 65-102, Fondo de Cultura Económica, México.

CAMPBELL, L.

- 1984 The implications of Mayan Historical Linguistic for Glyphic Research, *Phoneticism in Mayan Hieroglyphic Writing* (J. Justeson y L. Campbell, Eds): 1-16, Institute for Mesoamerican Studies, Pub. 9, State University of New York at Albany, Albany.

CARDOS DE MENDEZ, A.

- 1987 *Estudio de la colección de escultura maya del Museo Nacional de Antropología*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

- CLOSS, M.P.  
 1980 El mecanismo para la determinación de fechas en la Tabla de Venus del Códice de Dresde, *Astronomía en la América Antigua* (A. Aveni, Ed.): 121-133, Siglo Veintiuno, México.  
 1987 *Bilingual Glyphs*, Research Reports on Ancient Maya Writing, n.º 12, Center for Maya Research, Washington.
- COE, M.D.  
 1973 *The Maya Scribe and his World*, The Grolier Club, New York.
- COE, W.R.  
 1965 Tikal: Ten Years of Study in the Lowlands of Guatemala, *Expedition* 8: 5-56.
- COHODAS, M.  
 1976 The iconography of the Panels of the Sun Cross, and Foliated Cross at Palenque: part. III, *The Art, Iconography and Dinastic History of Palenque, part III: Proceedings of the Segunda Mesa Redonda de Palenque* (M. Greene Robertson, Ed): 155-176, Pre-Columbian Art Research, The Robert Louis Stevenson School, Pebble Beach.
- DAVOUST, M.  
 s/f Nouveaux commentaires des textes de quelques vases polychromes de la Periode Classique Maya, Manuscrito.
- ELIADE, M.  
 1972 *Tratado de historia de las religiones*, Ediciones Era, México.
- ENCICLOPEDIA...  
 1977 ... *Yucatanense*, Edición oficial del Gobierno de Yucatán, México.
- EUW, E. von  
 1977 *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions*, vol. 4, part. 1, Peabody Museum, Harvard University, Cambridge.
- FALKENHAUSEN, L. von  
 1985 Architecture, *A Consideration of the Early Classic Period in the Maya Lowlands* (G.R. Willey y P. Mathews, Eds): 111-133, Institute for Mesoamerican Studies, Pub. 10, State University of New York at Albany, Albany.
- FOX, J.A. y J.S. JUSTESON  
 1980 Mayan Hieroglyphs as Linguistic Evidence, *Third Palenque Round Table, 1978*, vol. V, part. 2: 204-216 (M. Greene Robertson, Ed), University of Texas Press, Austin.
- GARCIA J.M. y A. LACADENA  
 1988 Los jeroglíficos de Oxkintok, *Oxkintok 1*: 91-107, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.  
 1989a Nuevos textos glíficos de Oxkintok, *Oxkintok 2*: 127-137, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.  
 1989b La epigrafía de Oxkintok en el Clásico Tardío, ponencia presentada al Primer Congreso Internacional de Mayistas, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.  
 s/f Sobre la asignación fonética del T24, Manuscrito en posesión de los autores.
- GENDROP, P.  
 1983 *Los estilos Río Bec, Chenes y Puuc en la arquitectura maya*, UNAM, México.
- GRAHAM, I.  
 1975 *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions*, vol. 2, part. 1, Peabody Museum, Harvard University, Cambridge.  
 1977 *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions*, vol. 3, part. 1, Peabody Museum, Harvard University, Cambridge.  
 1979 *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions*, vol. 3, part. 2: Yaxchilán, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge.  
 1982 *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions*, vol. 3, part. 3: Yaxchilán, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge.
- GREENE, M.  
 1972 *Maya Sculpture*, Lederer, Street & Zeus, Berkeley.  
 1985 *The Sculpture of Palenque*, vol. III, The Late Buildings of the Palace, Princeton University Press, Princeton.
- GREIMAS, A.J. y J. COURTES  
 1982 *Semiótica, Diccionario razonado de la teoría del lenguaje*, Gredos, Madrid.
- HOPKINS, N.A.  
 1985 On the History of the Chol Language, *Fifth Palenque Round Table, 1983*, vol. VII: 1-15 (M. Greene Robertson, Ed Gral; V. M. Fields, Vol. Ed), Pre-Columbian Art Research Institute, San Francisco.

- JONES, C. y L. SATTERTHWAITTE  
 1982 *The Monuments and Inscriptions of Tikal: the Carved Monuments*, Tikal Report, n.º 33A, University Museum, University of Pennsylvania, Pennsylvania.
- JOSSERAND, J.K., L. SCHELE y N.A. HOPKINS  
 1985 Linguistic Data On Maya Inscriptions: The Ti Constructions, *Fourth Palenque Round Table, 1980*, vol. VI: 87-102 (M. Greene Robertson, Ed. Gral; E.P. Benson, Vol. Ed), Pre-Columbian Art Research Institute, San Francisco.
- JUSTESON, J.S., W.M. NORMAN, L. CAMPBELL y T. KAUFMAN  
 1985 *The Foreign Impact on Lowland Mayan Language and Script*, Middle American Research Institute, Pub. 53, Tulane University, New Orleans.
- KAUFMAN, T.  
 1976 Archaeological and linguistic correlations in Mayaland and associated areas of Meso-America, *World Archaeology*, 8: 101-118.
- KAUFMAN, T. y W. NORMAN  
 1984 An outline of Proto-Cholan Phonology, Morphology and Vocabulary, *Phoneticism in Mayan Hieroglyphic Writing* (J. Justeson y L. Campbell, Eds): 77-166, Institute for Mesoamerican Studies, Pub. 9, State University of New York at Albany, Albany.
- KELLEY, D.H.  
 1976 *Deciphering the Maya Script*, University of Texas Press, Austin.
- KLEIN, C.F.  
 1980 Who was Tlaloc?, *Journal of Latin American Lore* 6(2): 155-204.
- KRUPP, E.C.  
 1983 *Echoes of the ancient skies: The astronomy of lost civilizations*, Harper and Row, New York.
- LINCOLN, J.S.  
 1945 *An ethnological study on the Ixil Indians of the Guatemala Highlands*, Microfilm Collection of Manuscripts on Middle American Cultural Anthropology, n.º 1, University of Chicago Library, Chicago.
- LINDEN, J.H.  
 1986 Glyph X of the Maya Lunar Series: an Eighteen Month Lunar Synodic calendar, *American Antiquity*, n.º 51: 122-136.
- LONG, R.C.E.  
 1946-48 Observation of the sun among the Ixil of Guatemala, *Notes on Middle American Archaeology and Ethnology* 3: 214-218, Carnegie Institution of Washington, Washington.
- MARCUS, J.  
 1980 La escritura zapoteca, *Investigación y Ciencia*: 28-44, mayo, Prensa Científica, S.A., Barcelona.
- MATHEWS, P.  
 1985 Maya Early Classic Monuments and Inscriptions, *A Consideration of the Early Classic Period in the Maya Lowlands* (G.R. Willey y P. Mathews, Eds): 5-54, Institute for Mesoamerican Studies, Pub. 10, State University of New York at Albany, Albany.
- MAUDSLAY, A.P.  
 1889-1902 Archaeology, *Biologia Centrali Americana or Contributions to the Knowledge of the Fauna and Flora of Mexico And Central America* (F. Ducane Goodman y O. Salvin, Ed), 4 vols., R.H. Porter and Dulau and Company, Londres.
- MEEUS, J.  
 1983 *Astronomical tables of the sun, moon and planets*; Willmann-Bell, Richmond.
- MERRILL, R.H.  
 1945 Maya sun calendar dictum disproves, *American Antiquity*, n.º 10(3): 307-311.
- MILLER, V.E.  
 1985 The Dwarf motif in Classic Maya Art, *Fourth Palenque Round Table*, vol. VI:141-153 (M. Greene Robertson, Ed. Gral; E.P. Benson, Vol. Ed), Pre-Columbian Art Research Institute, San Francisco.
- MORLEY, S.G.  
 1972 *La Civilización Maya*, Fondo de Cultura Económica, México.
- MUÑOZ COSME, A.  
 1989a Informe sobre la estructura MA-1 o pirámide del Grupo May de la ciudad de Oxkintok. Campaña de 1989. Misión Arqueológica de España en México.  
 1989b Las arquitecturas de Oxkintok: Informe preliminar, *Oxkintok 2*: 138-148, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.
- PABLO, M. M. de  
 1989 Los estucos de Oxkintok, *Oxkintok 2*: 108-126, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.
- PALOMERO, M. A.  
 1989 Informe sobre los objetos de Oxkintok. Temporada 1988, *Oxkintok 2*: 93-107, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.

- PIÑA CHAN, R.  
1980 *Chichén Itzá. La ciudad de los brujos del agua*, Fondo de Cultura Económica, México.
- POLLOCK, H.E.D.  
1936 *Round Structures of Aboriginal Middle America*, Carnegie Institution of Washington, Washington.  
1980 *The Puuc: An Architectural Survey of the Hill Country of Yucatan and Northern Campeche, Mexico*, Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, vol. 19, Harvard University, Cambridge.
- PONCE DE LEON, A.  
1982 *Fechaamiento arqueoastronómico en el altiplano de México*, Dirección General de Planificación, México.
- PROSKOURIAKOFF, T.  
1950 *A Study of Classic Maya Sculpture*, Carnegie Institution of Washington, Pub. 593, Washington.
- RATTRAY, E.C.  
1981 Anaranjada Delgada: cerámica de comercio de Teotihuacan, *Interacción Cultural en México Central* (E. Rattray, J. Litvak y C. Díaz, Eds), UNAM, México.
- REMLINGTON, J.A.  
1980 Prácticas astronómicas contemporáneas entre los mayas, *Astronomía en la América antigua* (A.F. Aveni, Ed): 105-120, Siglo Veintiuno, México.
- RINGLE, W.M.  
1989 *Of Mice and Monkeys: the Value and Meaning of T 1016, the God C Hieroglyph*, Research Reports on Ancient Maya Writing, n.º 18, Center for Maya Research, Washington.
- RIVERA DORADO, M.  
1987 Una inscripción del siglo V en Oxkintok, Yucatán, *Revista Española de Antropología Americana*, vol. XVIII: 297-302.  
1988a La segunda temporada de investigaciones arqueológicas en Oxkintok, Yucatán, *Mayab*, n.º 4: 28-43.  
1988b El Satunsat o Laberinto, *Oxkintok 1*: 19-29, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.  
1989 Una estatuilla de Ix Chel en Oxkintok, *Oxkintok 2*: 121-126, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.
- RIVERA DORADO, M. y F. FERRANDIZ  
1989 Excavaciones en el Satunsat, *Oxkintok 2*: 63-75, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.
- ROBLES, F.  
1980 *Secuencia Cerámica de la Región de Cobá, Quintana Roo*, Tesis Profesional, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- SANCHEZ MONTAÑES, E.  
1987 Informe sobre la escultura de Oxkintok, Yucatán, *Revista Española de Antropología Americana*, vol. XVII: 7-35.
- SCHELE, L.  
1976 Accession iconography of Chan-Bahlum in the Group of the Cross at Palenque, *The Art, Iconography and Dynastic History of Palenque, part. III: Proceeding of Segunda Mesa Redonda de Palenque* (M. Greene Robertson, Ed): 9-34, Pre-Columbian Art Research, The Robert Louis Stevenson School, Pebble Beach.  
1982 *Maya Glyphs. The Verbs*, University of Texas Press, Austin.  
1987 *Workbook for the Maya Hieroglyphic Writing*, Workshop at Texas.
- SCHELE, L. y J.H. MILLER  
1983 *The Mirror, the Rabbit, and the Bundle: "Accession" Expressions from the Classic Maya Inscriptions*, Studies in Pre-Columbian Art and Archaeology, n.º 25, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington.
- SCHMIDT, P.J. y C. VARELA  
1989 El Clásico Medio en Oxkintok y otros sitios del Occidente de Yucatán, ponencia presentada al Primer Congreso Internacional de Mayistas, San Cristóbal de Las Casas, México.
- SHOOK, E.M.  
1940 Exploration in the ruins of Oxkintok, Yucatán, *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, vol. 4: 165-171.
- SMAILUS, O.  
1975 *El maya-chontal de Acalán: análisis lingüístico de un documento de los años 1610-12*, Centro de Estudios Mayas, cuaderno 9, UNAM, México.
- SMITH, R.E., G.R. WILLEY y J.C. GIFFORD  
1960 The type-variety concept as a basis for the analysis of Maya Pottery, *American Antiquity*, vol. 25, n.º 3: 330-346.
- STUART, D.  
1987 *Ten Phonetic Syllables*, Research Reports on Ancient Maya Writing, n.º 14, Center for Maya Research, Washington.

- TEDLOCK, B.  
 1983 Quichean time philosophy, *Calendars in Mesoamerica and Peru: Native American Computations of Time* (A.F. Aveni y G. Brotherston, Eds): 59-72, BAR International Series 174.  
 1985 Hawks, Meteorology and astronomy in Quiché-Maya Agriculture, *Archaeoastronomy: The Journal of the Center of Archaeoastronomy* 8: 80-88.
- TEDLOCK, D.  
 1985 *Popol Vuh: The Mayan Book of the Dawn of Life*, Simon and Schuster, New York.
- THOMPSON, J.E.S.  
 1950 *Maya Hieroglyphic Writing: an Introduction*; Carnegie Institution of Washington, Pub. 589, Washington.  
 1962 *A Catalog of Maya Hieroglyphs*, University of Oklahoma Press, Norman.  
 1975 *Historia y religión de los mayas*, Siglo Veintiuno, México.
- TICHY, F.  
 1976 Orientación de las pirámides e iglesias en el altiplano mexicano, *Suplemento Comunicaciones, Proyecto Puebla-Tlaxcala* 4:1-16.  
 1981 Order and Relationship of Space and Time in Mesoamerica: Myth or Reality?, *Mesoamerican Sites and World-Views*: 217-245, Dumbarton Oaks Research Library and Collections, Trustees for Harvard University, Washington.
- TUCKERMAN, B.  
 1964 *Planetary, Lunar, and Solar Positions A.D. 2 to A.D. 1649 at five-days and ten-days intervals*, Memoirs of the American Philosophical Society, 59, Philadelphia.
- VALDES, J.A.  
 1989 El grupo A de Uaxactún: Manifestaciones arquitectónicas y dinásticas durante el Clásico Temprano, *Mayab*, n.º 5: 30-40.
- VALIENTE, S.  
 1988 Excavaciones en el grupo Ah Canul. El Palacio Ch'ich, *Oxkintok* 1: 44-57, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.  
 1989 El Palacio Ch'ich y el Palacio del Diablo (Estructuras CA-7 y CA-8), *Oxkintok* 2: 30-41, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.
- VARELA TORRECILLA, C.  
 1989 El material cerámico de Oxkintok de las temporadas 1987-1988, *Oxkintok* 2: 76-93, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.
- VIDAL LORENZO, C.  
 1989 Estructura CA-6 (Palacio de la Serie Inicial), *Oxkintok* 2: 18-29, Misión Arqueológica de España en México, Madrid.
- VILLA ROJAS, A.  
 1987 *Los elegidos de Dios. Etnografía de los mayas de Quintana Roo*, Instituto Nacional Indigenista, México.
- WILLEY, G.R. et al.  
 1975 Introduction: The Site and Its Setting, *Excavations at Seibal*: 1-56, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge.
- WISDOM, CH.  
 1940 *The Chorti Indians of Guatemala*, The University of Chicago Press, Chicago.