



ARQUEOASTRONOMÍA: UNA RECUPERACIÓN DEL CIELO MESOAMERICANO

Jesús Galindo Trejo*

Imaginemos una noche estrellada. La oscuridad envuelve lo terrestre. El impulso de dirigir la mirada hacia arriba es espontáneo; quizá es el llamado del lugar de origen del hombre, allá en el firmamento, junto a las deidades ancestrales. La sensación placentera al admirar la bóveda celeste es hoy la misma que experimentaron nuestros antepasados hace miles de años. El hombre, en su esencia, no ha cambiado; las mismas emociones y pasiones lo dominan.

Justamente el sentimiento de pertenencia a un todo, a la naturaleza, motivó al hombre mesoamericano, una vez recuperado de la sobrecogedora impresión del cielo nocturno, a que hiciera uso de su capacidad innata de observación para reconocer regularidades y concatenaciones diversas de los astros. Esto le permitió establecer su cosmovisión, basada en las condiciones reales en el cielo, y generar un sistema para el seguimiento del tiempo, es decir, un calendario. A partir de este momento se introdujo un principio de orden en su sociedad para organizar las actividades fundamentales como el ceremonial religioso, las tareas agrícolas e incluso las bélicas. La actitud del hombre mesoamericano ante el cielo era sin duda de profunda veneración. Allá moraban los dioses creadores del universo y se identificaba a las principales deidades en forma de constelación, planeta o Vía Láctea.

La comprensión de cómo se comporta el cielo fue una forma de culto, y correspondió a los sacerdotes-astrónomos la tarea de estar atentos a ese proceder. Ellos eran los intermediarios entre los dioses celestes y la sociedad; de ellos dependía que ésta recibiera las necesarias dádivas divinas. Una expresión de este culto consistió en poner toda obra humana en armonía con los principios de orden espacial y temporal derivados del movimiento de los astros. De esta manera, la traza urbana de ciudades, la orientación de los principales edificios, las proporciones de plazas públicas quedaron acordes con el precepto calendárico-astronómico que rigió por varios milenios en Mesoamérica.

Para el observador de la naturaleza resulta obvio que la única manera de establecer direcciones definitivas en el paisaje es a través del cielo. El movimiento aparente de la bóveda celeste define claramente la dirección norte por medio de la posición del eje de rotación terrestre proyectado en el plano del cielo. El sentido de rotación nos proporciona las direcciones este-oeste, que resultan ya señaladas como la posición de la salida y puesta solar en los días de los equinoccios. La proyección del punto norte del cielo —en la actualidad muy cerca de la estrella Polaris, la más brillante de la constelación de la Osa Menor— hacia el centro de la Tierra nos indica el punto sur del cielo, que no se puede observar porque nos encontramos en el hemisferio norte y queda debajo del horizonte. Sin embargo, algunas constelaciones brillantes y

Astroarqueólogo. Investigador
del Instituto de Investigaciones
Astronómicas de la UNAM

Las imágenes que acompañan
este artículo fueron
proporcionadas por el autor

llamativas nos indicarían la dirección aproximada de ese punto sur, como la constelación de La Cruz. Si por algún momento "apagáramos" el cielo, es decir, desapareciéramos estrellas, planetas, la Vía Láctea, la bóveda celeste se convertiría en un inmenso domo oscuro, sin posibilidad siquiera de sugerir la existencia de una rotación; por lo tanto, todas las direcciones en el paisaje serían equivalentes y no se manifestarían rumbos preferenciales.

Para los mesoamericanos el Sol fue, sin duda, el astro más importante por su brillantez y la regularidad en su movimiento aparente. Era la más pura manifestación del movimiento y por eso fue deificado. Los mexicas lo concebían como la esencia de lo sagrado: *In teotl quitoznequi tonatiuh* ("Dios quiere decir Sol").¹ Cuando éstos deseaban expresar de manera gráfica lo sagrado en sus jeroglíficos, utilizaban precisamente un disco solar, como en los casos de los toponímicos Teotlalpan ("Sobre la tierra sagrada") y Teotlachco ("En el juego de pelota sagrado").

El periodo básico de observación del Sol es el año, en el transcurso del cual se reconocen los principales eventos solares, como los solsticios, los equinoccios y los pasos cenitales del Sol. Los mesoamericanos erigieron estructuras arquitectónicas para indicar estos eventos a través de su alineación, ya fuera a la salida o al ocaso solar, en esos momentos astronómicamente tan importantes.

Algunos ejemplos:

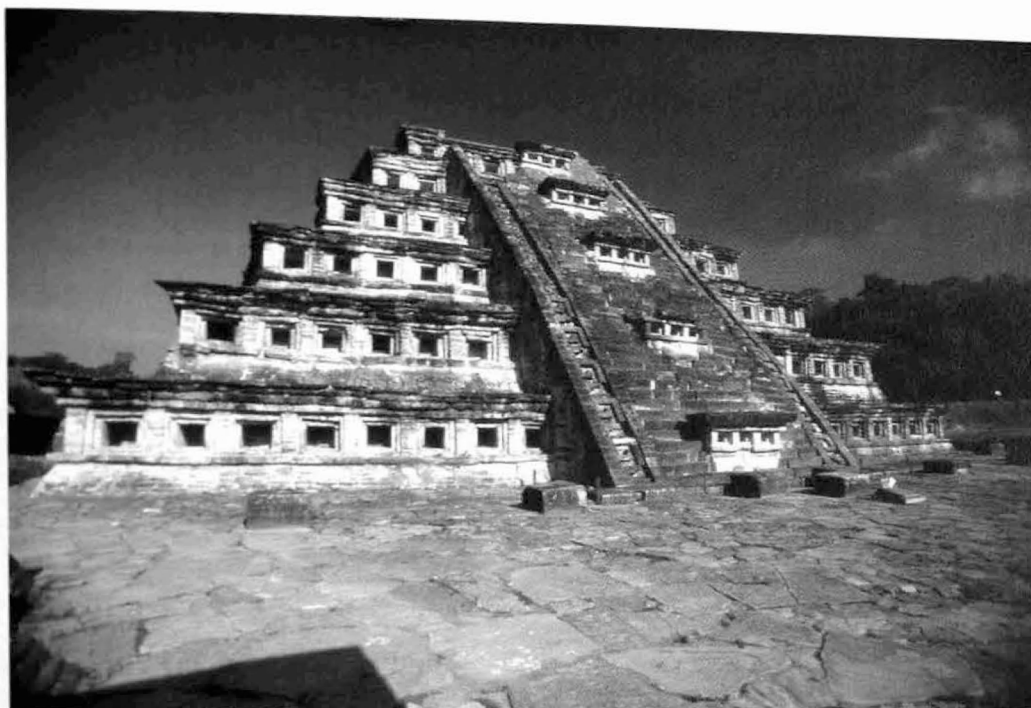
El conjunto arquitectónico en la Plaza de la Estela en Xochicalco se constituyó en un observatorio para calibrar la duración exacta del año solar. De pie en la estela, el observador registra la salida del Sol precisamente en el eje de simetría del templo de enfrente, en el día del equinoccio de primavera y en el de otoño. Al llegar el día del solsticio de verano, el disco solar se desprende del vértice norte del templo y seis meses después, en el día del solsticio de invierno, el disco solar se eleva del vértice sur. En los días del paso del Sol por el cenit en Xochicalco, el disco solar coincide con el borde norte del santuario del templo. Aquí se tiene un horizonte controlado para el seguimiento detallado del movimiento solar cada día y ajustar la cuenta del tiempo a ese movimiento.

La pirámide más grande del mundo por su volumen, la gran pirámide de Cholula, está orientada a la puesta solar en el día del solsticio de verano. No sólo la pirámide, sino también la traza de la ciudad, la prehispánica y la actual, señala en esa misma dirección.

Otra práctica mesoamericana para indicar eventos astronómicos importantes fue la orientación de pirámides con el fin de escenificar hierofanías, es decir, la iluminación dirigida para intensificar el contenido ritual de algún momento particular del año. El ejemplo más célebre es el de El Castillo en Chichén Itzá. Aproximadamente



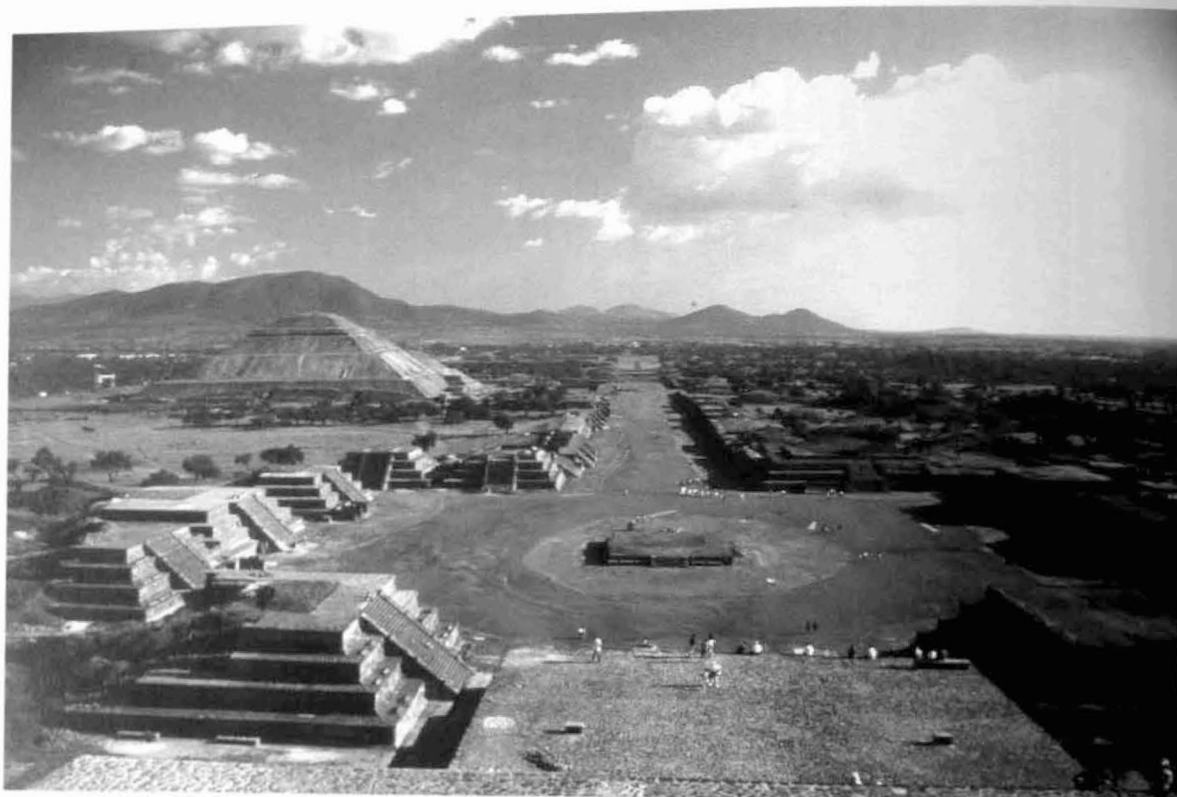
¹ Fray Bernardino de Sahagún, *Códice Matritense del Real Palacio*, libro 1, f. 51, 1577.



una hora antes del ocaso, el día del equinoccio, los nueve cuerpos de esta pirámide, que por cierto posee 365 escalones distribuidos en sus cuatro escalinatas y la plataforma superior, proyectan su sombra sobre la balaustrada de la escalinata norte. Así se forma el cuerpo luminoso, a través de porciones triangulares iluminadas, de una serpiente cuya cabeza pétrea se encuentra en el arranque de la escalinata. El primer triángulo se forma en la parte más alta y va completándose para dar la impresión de una serpiente de luz en descenso, como Kukulcán, la serpiente emplumada.

Tal tipo de hierofanía se da también en El Castillo de la última gran metrópoli maya antes de la llegada de los españoles: Mayapán. Esto no sucede en los días del equinoccio, sino en los del solsticio, aunque por desgracia las cabezas pétreas ya no se encuentran al pie de las escalinatas. La pirámide de la Luna en Teotihuacán y el llamado edificio 19 del grupo del Arroyo en El Tajín también muestran la hierofanía equinoccial, pese a que no tienen cabezas serpentina.

Los días del paso cenital del Sol se registraron, sobre todo, con el uso de cámaras oscuras construidas a partir de cuevas naturales, acondicionadas con mampostería o en el interior de estructuras arquitectónicas. Una chimenea o tubo vertical dentro de tales cámaras puede mostrar el momento en que los rayos solares caen perpendicularmente, haciendo que la sombra coincida con la base de todo objeto. Sin embargo, además de esa función, los observatorios cenitales fueron construidos con tal cuidado, considerando la geometría específica de cada cámara, que permiten señalar ciertas fechas fundamentales para el sistema calendárico mesoamericano, como veremos más adelante. Tomando en cuenta que se tiene un marco de referencia fijo en esa geometría, también se llevó el seguimiento del tiempo calibrando la dura-



ción del año solar. Los observatorios cenitales más conocidos son las cuevas astronómicas de Teotihuacán, una de las cuales posee una estela-marcador, la cueva astronómica de Xochicalco y la cámara astronómica en el interior del edificio P de Monte Albán.²

Un ejemplo temprano de una alineación astronómica adecuada a conceptos relacionados con la cuenta del tiempo es el de la pirámide circular de Cuicuilco. Con sus dos rampas colineales de acceso, esta pirámide se encuentra orientada a la salida del Sol los días 23 de marzo y 20 de septiembre, que difieren por dos días de las fechas de ambos equinoccios. En la madrugada de aquellos días el disco solar se desprende de la cúspide de un cerro, de forma casi semiesférica, llamado Papayo. La posición de este accidente del paisaje señala justamente lo que podría llamarse el equinoccio temporal, a diferencia del equinoccio usual, que corresponde al punto medio de los extremos solsticiales en el horizonte. Los días citados marcan el momento medio temporal entre el día del solsticio de invierno y el de verano, lo que correspondería a la cuarta parte del año. Que hacia el 500 a.C. los cuicuiletecas hubieran ya determinado astronómicamente la posición de su gran pirámide y, además, su alineación solar para esas fechas trascendentes en la cuenta del tiempo, manifiesta claramente la notable perspicacia de los observadores mesoamericanos.

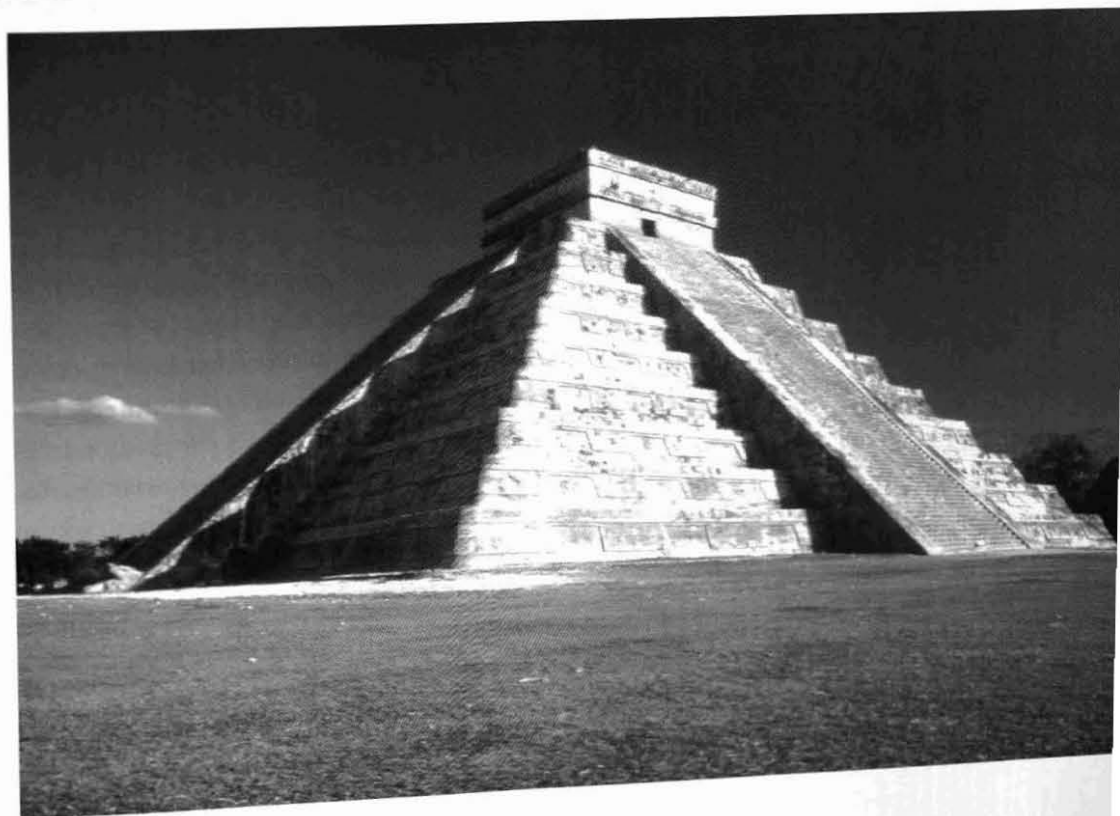
No sólo el Sol motivó la alineación de edificios. La Luna y el objeto celeste nocturno más brillante después de ésta, Venus, fueron considerados también al elegir la orientación de aquéllos. Por ejemplo, el Palacio del Gobernador en Uxmal se construyó alineado con la posición en el horizonte donde Venus surge más hacia el sur,

² Rubén B. Morante López, "Las cámaras astronómicas subterráneas", en *Arqueología Mexicana*, vol. vii, núm. 47, 2001, págs. 46-51.

justamente indicada por una pirámide en la ciudad vecina de Cehtzuc.³ En reforzamiento de la trascendencia de este planeta para el edificio, se elaboró un gran mosaico tridimensional a lo largo de su parte superior. Allí, grandes mascarones antropomorfos muestran, en sus párpados inferiores, el glifo maya de Venus.

Una alineación lunar se encuentra en la isla de Cozumel. El sitio de San Gervasio fue un lugar de peregrinaje de los devotos de la diosa maya de la Luna, Ixchel. Ahí se encuentra su santuario, una pequeña pirámide cuyo recinto superior constaba de dos cuartos contiguos. En el cuarto frontal se tenía un ídolo parlante que servía de oráculo para contestar las preguntas de los creyentes. Esta pirámide está orientada a la puesta de la Luna en su parada mayor norte, que es análoga a la posición del Sol en el ocaso del solsticio de verano, pero en el caso lunar tal posición extrema está desplazada aproximadamente diez diámetros solares más hacia el norte. Por la complejidad del movimiento aparente de la Luna, la parada mayor se alcanza sólo cada 18.6 años. En esos momentos se tendría la iluminación directa de la representación de Ixchel en la Tierra por los rayos lunares al ponerse en el horizonte su imagen celeste.

Aunque las orientaciones astronómicas están ampliamente representadas en Mesoamérica, no son las más abundantes. En épocas tempranas el observador prehispánico se percató de diversos eventos singulares que definían direcciones particulares en el paisaje. Reconociendo su importancia, las adoptó para añadir un valor ritual adicional a cada estructura arquitectónica alineada a lo largo de ellas. En el transcurso del tiempo la trascendencia y el prestigio del calendario, como una ma-



nera altamente evolucionada de observación astronómica, fueron en aumento. El calendario llegó entonces a establecer alineaciones basadas en varias propiedades del mismo.

Como se sabe, el sistema calendárico mesoamericano consta de dos cuentas: una solar, conocida como Xiuhpohualli, de 365 días, dividida en 18 periodos de 20 más cinco días adicionales, y otra ritual, conocida como Tonalpohualli, de 260 días, organizada en 20 trecenas. Ambas cuentas comenzaban al mismo tiempo, pero después de 260 días se desfasaban y avanzaban independientemente. Sin embargo, había que esperar 52 años de 365 días para que de nuevo las dos cuentas coincidieran y reiniciaran de manera simultánea. En ese periodo de años la cuenta ritual se había completado 73 veces, es decir, se cumplía la relación $52/73 = 260/365$. En ocasión del fin y del inicio de cada periodo de 52 años se efectuaban solemnes ceremonias en las que se encendía el llamado Fuego Nuevo. Una peculiaridad de la variante zapoteca del calendario es que dividía la cuenta ritual en cuatro partes de 65 días; a cada una de éstas se le llamaba Cocijo y se le consideraba una deidad a la que se le debían dar ofrendas. Se trataba de la deificación del tiempo.

En el transcurso de la última década, la investigación arqueoastronómica ha identificado tres familias de alineamientos calendárico-astronómicos.⁴ Para ilustrar esta práctica de origen puramente mesoamericano, describiremos con detalle un ejemplo representativo de cada familia y citaremos en forma concisa algunos otros ejemplos de diversas regiones de Mesoamérica.

La pirámide del Sol en Teotihuacán fue el principal templo en esa gran urbe. Su eje de simetría y su perpendicular, es decir, la avenida de Los Muertos, definen la traza urbana. La alineación solar al frente de esta pirámide se da en el ocaso de los días 29 de abril y 13 de agosto. Por otra parte, en la madrugada de los días 12 de febrero y 29 de octubre, la pirámide se alinea con el Sol naciente. Como resulta obvio, esas fechas no corresponden a ningún evento astronómico importante, como equinoccios o solsticios. La importancia de esta elección radica en que ambas parejas de fechas dividen el año solar en una proporción que se obtiene a partir de ciertos números calendáricos. Si nos colocáramos en la cúspide de esta impresionante pirámide y observáramos todas las puestas solares, empezando el 29 de abril, con la primera alineación del año, observaríamos 52 puestas solares antes de que el Sol alcance el solsticio de verano, el 21 de junio; entonces el disco solar llegará a su posición extrema norte en el horizonte. A partir de esta fecha, observaríamos a lo largo de otros 52 días cómo regresa el Sol a su segunda alineación una vez transcurrido este número de días, el 13 de agosto. Continuando el seguimiento del Sol en su ocaso, notaríamos que, conforme avanza el año, la puesta sucede más hacia el sur y alcanza su posición extrema sureña el día del solsticio de invierno, el 22 de diciem-



⁴ Jesús Galindo Trejo, *Arqueoastronomía en la América antigua*, Conacyt/Equipo Sirius, México-Madrid, 1994, y "La astronomía prehispánica en México", en *Lajas celestes: astronomía e historia en Chapultepec*, Conaculta-INAH, México, 2003.



bre. Lentamente el disco solar irá regresando, día tras día, en el horizonte, de tal forma que el 29 de abril del siguiente año el Sol completará su ciclo de movimiento aparente y nuevamente se alineará con la pirámide del Sol. Contando el 13 de agosto, la puesta de Sol 260 llegará justamente el 29 de abril del siguiente año. Por lo anterior, concluimos que los teotihuacanos escogieron la orientación de su gran pirámide para mostrar su pertenencia al sistema mesoamericano de medición del tiempo. La relación 104/260 está definida a partir del periodo de coincidencia de ambas cuentas, expresado en días, y de la duración de la cuenta ritual. Esta misma relación se da con la alineación de la pirámide con el Sol en la madrugada, pero respecto al solsticio de invierno. Probablemente este tipo de alineación no lo inventaron los teotihuacanos, sino que lo adoptaron de los pueblos del sureste mesoamericano.

Otros ejemplos de estructuras alineadas con el Sol en las mismas fechas que la pirámide del Sol en Teotihuacán son el Templo Superior de los Jaguares en la cancha del juego de pelota en Chichén Itzá. La ventana central del observatorio de El Caracol, en esta misma ciudad. La casa E del Palacio de Palenque. El Templo Mayor de Tula. El edificio de los Cinco Pisos en Edzná. El observatorio cenital de Xochicalco, construido de tal forma que el primer día en que los rayos solares penetran hasta el suelo de la cámara de observación es el 29 de abril, y el último día después del cual ya no alcanza a incidir el haz luminoso sobre el suelo es el 13 de agosto. Estamos frente a una manera mesoamericana de orientar edificios. Diríamos que se trata de una orientación en el tiempo. El Sol brinda el escenario maravilloso para indicar que las fechas importantes han llegado.

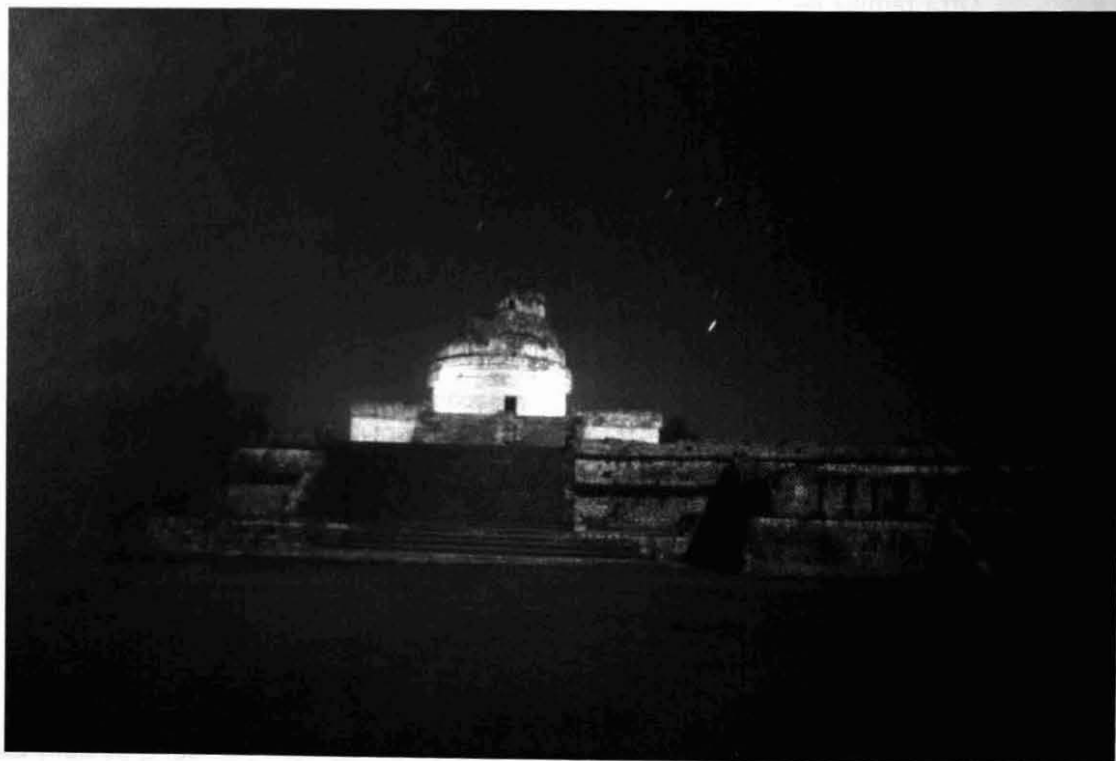
Otra familia de alineaciones mesoamericanas se ilustra con el Templo Mayor de Tenochtitlán. El sitio donde se erigió el principal edificio mexica fue sujeto a una cuidadosa selección y su orientación fue de capital importancia para los tlatoanis: "Esta fiesta caía estando el Sol en medio del Uchilobos que era equinoccio y porque estaba un poco tuerto [el Templo Mayor] lo quería derrocar Motecuhzoma y enderezalo".⁵ El frente del Templo Mayor veía hacia el ocaso solar, pero como el santuario superior poseía dos aposentos separados por un estrecho pasillo, era posible la observación hacia el oriente. El aposento en el norte estaba dedicado al dios Tláloc y el del sur, al dios de la guerra con atributos solares, Huitzilopochtli. La alineación solar del Templo Mayor sucede el 9 de abril y el 2 de septiembre. En esos días ambos dioses verían directamente desaparecer el disco solar frente a ellos. La alineación en la madrugada sucede el 4 de marzo y el 9 de octubre. Haciendo el mismo ejercicio de observación durante un año, como en el caso de la pirámide del Sol, notaríamos que desde la primera alineación, el 9 de abril, transcurrirán 73 días para que llegue el día del solsticio de verano; 73 días después de éste tendríamos la segunda alineación, el 2 de septiembre. A partir de esta fecha, las puestas solares serán cada vez más hacia el sur, hasta llegar al día del solsticio de invierno, el 22 de diciembre. Lentamente el disco solar emprenderá su regreso en cada ocaso, hasta que finalmente alcance la próxima alineación, el 9 de abril del siguiente año. El tiempo transcurrido entre la alineación del 2 de septiembre y la del 9 de abril es

⁵ Fray Toribio de Benavente, Motolinía, *Memoriales*, 1527-1541, N. J. Dyer (ed.), El Colegio de México, México, 1996, pág. 170.

justamente de 219 días, es decir, tres veces 73 días. En forma similar, las alineaciones en la madrugada del 4 de marzo y del 9 de octubre dividen el año solar en los mismos múltiplos de 73 días, pero respecto al día del solsticio de invierno. Nótese que 73 es la quinta parte de 365 y que representa las veces que debe transcurrir el Tonalpohualli para alcanzar al Xiuhpohualli una vez que se completaron 52 años de 365 días. Se trata, por lo tanto, de una alineación definida por otro número calendárico fundamental.

Otros ejemplos de esta familia son la pirámide de Los Nichos en El Tajín, lo cual demuestra claramente su sospechada transcendencia calendárica. La gran pirámide de Xochitécatl en sus dos últimos cuerpos, construidos por los olmeca-xicalanca. El Templo Calendárico de Tlatelolco, con lo que se refuerza la importancia de los glifos grabados en sus tableros. El Gran Mascarón Solar en el Patio Hundido de Copán, que muestra al dios Kin con sus llamativos atributos, flanqueado por dos grandes glifos de Venus: la alineación solar del mascarón al amanecer sucede en las mismas fechas que en el Templo Mayor de Tenochtitlán. Aquí los sacerdotes-astrónomos mayas nos indican una relación directa con Venus: su periodo sinódico de 584 días se obtiene al acumular ocho veces 73 días. Es decir, esta familia de alineaciones es la única que permite calibrar tal periodo a través del registro de eventos de salida y puesta solar en sus fechas asociadas.

La tercera familia de alineaciones parece ser exclusiva de la región zapoteca. En la plataforma norte de Monte Albán se encuentra la Embajada Teotihuacana o el





Templo Enjoyado, llamado así porque muestra elementos arquitectónicos de estilo teotihuacano –además, se excavó cerámica y otros objetos de fuerte influencia de esa cultura–. Sin embargo, su orientación no tiene relación con la gran urbe del norte. La alineación solar sucede en la madrugada del 25 de febrero y del 17 de octubre. Ambas fechas están separadas por 65 días de la fecha del solsticio de invierno, es decir, por un cocijo. La alineación hacia el poniente no se da en este caso porque el edificio está adosado al Complejo del Vértice Geodésico, que alcanza una altura considerable.

En el patio I del Grupo del Arroyo en Mitla, en su cuarto norte, se tiene un dintel pintado con una escena de obvio significado astronómico: un disco solar entre dos estructuras escalonadas, atado por sendas cuerdas que sostienen dos personajes; uno de ellos desciende de un cielo estrellado y su pie parece surgir de éste; el otro, con cuerpo de cuchillo de pedernal, parece colgarse de la cuerda. Esta parte del dintel, que es la central, puede interpretarse justamente al considerar la alineación rasante, es decir, su iluminación por los rayos solares cuando inciden a lo largo del mismo. Esto sucede en la madrugada del 25 de febrero y del 17 de octubre. Por lo tanto, los personajes pueden identificarse con los cocijos, que mantienen estático el disco solar, como en apariencia sucede en los solsticios; la separación de 65 días en torno al solsticio confirma la conexión simbólico-calendárica del diseño. En este caso sí se tiene alineación rasante en el ocaso, que sucede los días 17 de abril y 25 de agosto, nuevamente separados por un cocijo de 65 días del solsticio de verano.

Cuando Rubén Morante analizó el observatorio cenital del edificio P de Monte Albán, encontró precisamente que en estas últimas fechas se daba la primera y la última entrada extrema del haz de rayos solares a la cámara de observación.⁶

En otros edificios zapotecos se indican reiteradamente, a través de sus alineaciones, las fechas citadas con anterioridad, con lo que se confirma la importancia del intervalo de 65 días para la variante zapoteca del calendario.⁷ Por otra parte, es justo señalar que en la región zapoteca también se erigieron estructuras alineadas de acuerdo con las otras dos familias descritas.

A través de este breve recorrido hemos mostrado claramente el excepcional y fundamental papel que jugó la astronomía en las sociedades mesoamericanas. La observación del cielo representó un medio necesario para concebir una cosmovisión que estableciera la relación del hombre con la naturaleza. La práctica ancestral de seguir el movimiento de los astros condujo a la invención de un sistema calendárico que acompañó al hombre prehispánico por varios milenios y le permitió generar ciertos patrones espaciales y temporales, con los cuales orientó sus principales estructuras arquitectónicas e incluso sus ciudades. Puso así sus obras materiales en armonía con principios de orden provenientes de las deidades que habitaban en el firmamento. El agudo ingenio del hombre mesoamericano al observar la naturaleza en conjunto, incluyendo el firmamento, le permitió alcanzar impresionantes logros en diversas áreas del conocimiento, como en la astronomía, y que en parte aún podemos admirar hoy en día. ☼

⁶ R. B. Morante López, "Los observatorios subterráneos", *La Palabra y el Hombre* (Jalapa), abril-junio de 1995.

⁷ J. Galindo Trejo, "Calendario y orientación astronómica: una práctica ancestral en Oaxaca prehispánica", en Beatriz de la Fuente (ed.), *La pintura mural prehispánica en México*, UNAM, México, en prensa.