

LA ORIENTACION DE LAS PIRAMIDES PREHISPANICAS

Por IGNACIO MARQUINA Y LUIS R. RUIZ

Hace ya algún tiempo habíamos hecho la observación de que los monumentos arqueológicos están orientados de diferentes maneras según la civilización a que pertenecen.

Considerando principalmente los grandes templos piramidales, se comprende que su orientación se consideraba tan importante que determinaba la de toda la ciudad y constituía el motivo principal de ella.

Dos grupos esencialmente pueden considerarse desde el punto de vista de la orientación. El primero comprende un gran número de monumentos mayas de la parte sur de Yucatán, de Campeche, de Chiapas, Tabasco y Guatemala, así como muchos de los de Oaxaca: se caracterizan porque su orientación es casi exacta.

Los templos principales, generalmente tienen su frente al poniente y por consecuencia, su eje principal marca la dirección del oeste astronómico verdadero, siendo simétricos con relación a este eje los lugares de la puesta del sol los días de los solsticios.

El segundo grupo de edificios está orientado de manera diferente: las pirámides principales tienen también su frente hacia el poniente, pero su eje principal no marca como en las anteriores esta dirección, sino que está desviado hacia el norte según un ángulo que varía con la latitud del lugar, pero que es aproximadamente de 17° ya que las variaciones de latitud entre los lugares del centro de México y los del norte de Yucatán en que se levantan los monumentos que estudiamos es muy pequeña.

Una observación más detenida de las características arquitectónicas de estos monumentos nos hace ver que pertenecen todos a la civilización tolteca o a sus derivados, estando comprendidos en este grupo, la Pirámide del Sol de Teotihuacán, la de Cholula, algunas de las de Chichén Itza y Uxmal y la de Tenayuca: hay otras muchas que pudiéramos citar, ya que la civilización tolteca tiene una enorme extensión, en tiempo y en lugar, pero no lo hacemos para referirnos solamente a aquellas que han sido exploradas al

grado de poder conocer exactamente la dirección de sus aristas y de las que contamos con buenos planos y datos astronómicos, para determinar su orientación de un modo preciso.

Pensando que una relación tan constante y definida entre los diferentes monumentos debería obedecer a una razón poderosa, seguramente de origen astronómico, nos propusimos con motivo de las exploraciones de la Pirámide de Tenayuca, recientemente terminadas, investigar los motivos de esta orientación.

Los templos principales estaban generalmente dedicados al sol, como lo demuestran numerosos datos históricos y tradicionales, así como los atributos que aparecen en la decoración. Por consecuencia nuestros primeros esfuerzos se dirigieron a señalar, de acuerdo con la latitud de cada lugar, los puntos de las puestas del sol en los días de los solsticios, de los equinoccios y de los pasos por el zenit.

Es bueno advertir que hay numerosas causas de pequeños errores, por lo que las observaciones deben considerarse como aproximadas. Entre esas causas se encuentran los errores originales al construir el monumento, que sin duda se cometieron algunas veces como lo demuestra el hecho citado por los historiadores de que Moctezuma quería reconstruir el Templo Mayor de México porque estaba "un poco tuerto", después, las destrucciones que sufrieron los monumentos y las desviaciones de sus aristas por el peso excesivo de los escombros acumulados sobre ellos, así como los errores de los levantamientos que no en todos ellos se han hecho con el detalle que se requiere para relacionarlos con observaciones astronómicas precisas.

Además, muchas de estas pirámides, y este es el caso de la de Tenayuca, tenían sobre su meseta superior dos templos semejantes colocados frente a cada uno de los centros de las dos partes en que quedaba dividida la escalinata por una alfarda central.

Las observaciones, como puede verse en representaciones que figuran en distintos códices, se hacían desde la puerta de los templos por medio de maderos cruzados que marcaban la dirección de la línea que pasaba por el centro de la puerta y por el eje de la escalera.

Como estos templos han desaparecido, no es posible tomar el lugar exacto de la observación, pero en vista de que tratándose de los astros se puede considerar su distancia como infinita, resulta más aproximado para determinar la orientación del monumento, relacionar su centro con el de la alfarda central de la escalera.

Tomando en cada caso los mayores datos posibles, hemos determinado el centro de las pirámides por medio de los ejes de las

PLANO DE LA PIRAMIDE DE TENAYUCA, ESTADO DE MEXICO, EN EL QUE SE INDICAN LOS OCASOS DEL SOL EN LOS DIAS DE LOS SOLSTICIOS, DE LOS EQUINOCCIOS Y DE SUS PASOS POR EL ZENIT, ASI COMO DE ALGUNAS CONSTELACIONES. LOS AZIMUTS HAN SIDO CALCULADOS CON LA FORMULA:

$$\cos a = \frac{\text{Sen } D - \text{sen } h \text{ sen } l}{\cos h \cos l}$$

Azimut en el horizonte (h=0)

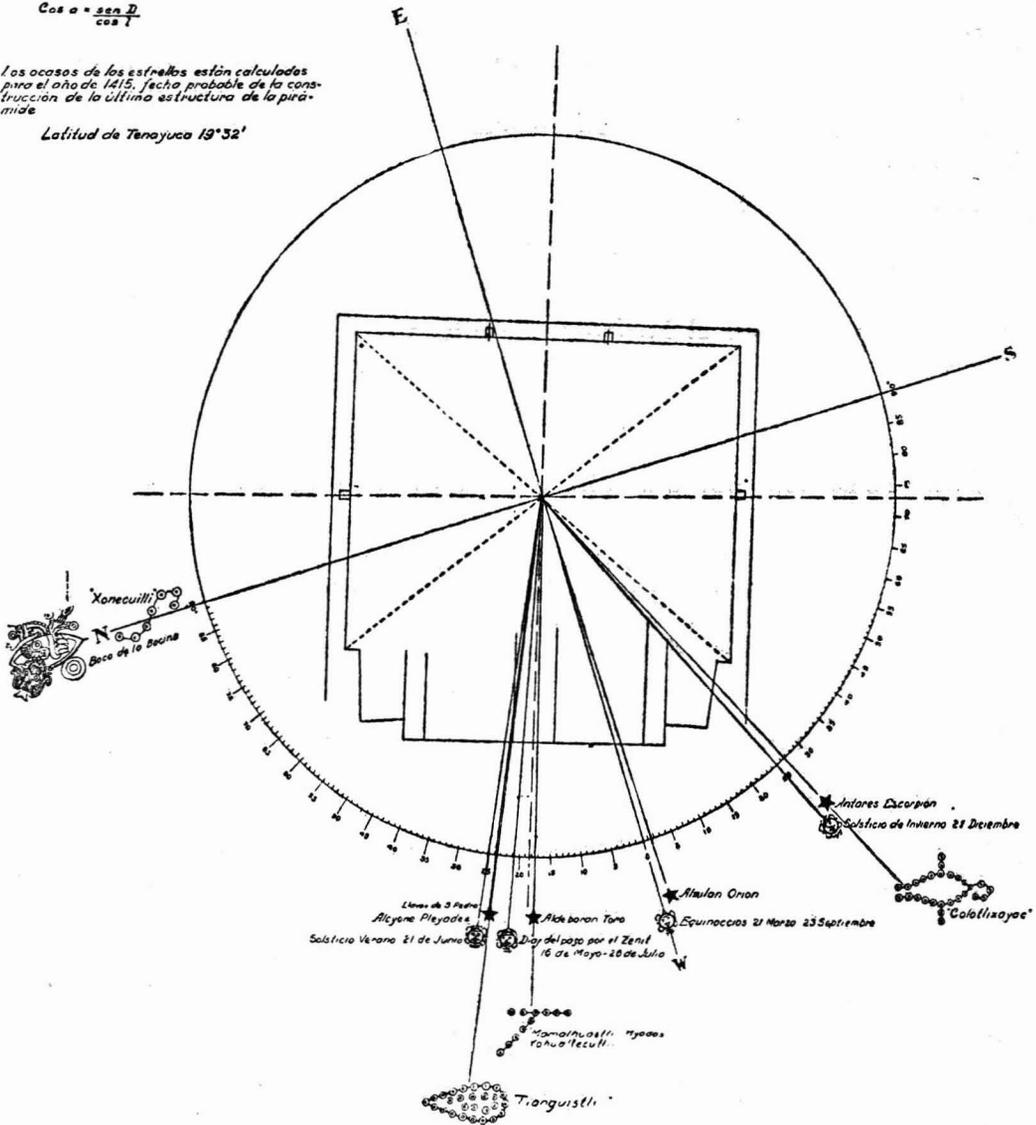
$$\cos a = \frac{\text{sen } D}{\cos l}$$

Los ocasos de las estrellas están calculados para el año de 1415, fecha probable de la construcción de la última estructura de la pirámide.

Latitud de Tenayuca 19°32'

ARQUITECTOS IGNACIO MARQUINA-LUIS R. RUIZ.

Escalas



Dr. O. Velázquez

escaleras y del cruzamiento de las diagonales de su base a la altura de cada cuerpo escogiendo los ángulos mejor conservados.

En el dibujo adjunto, correspondiente a la Pirámide de Tenayuca, puede verse claramente el procedimiento seguido. En él se señalan las direcciones de las puestas de sol los días de los solsticios, 21 de junio y 22 de diciembre; los de los equinoccios, 21 de marzo y 23 de septiembre y los de su paso por el zenit del lugar los días 16 de mayo y 26 de julio.

Los cálculos han sido hechos sobre el horizonte ficticio, teniendo en cuenta que en el horizonte aparente determinado por montañas de poca altura, las variaciones son insignificantes, más si se considera que la observación se hacía desde la parte alta de las pirámides.

Los azimuts se calcularon con la fórmula:

$$\cos. a = \frac{\text{sen. } D. - \text{sen. } h \text{ sen. } l}{\cos. h \cos. l}$$

como el azimut es en el horizonte, la altura es $h = 0$ y la fórmula se reduce a

$$\cos. a = \frac{\text{sen. } D}{\cos. l}$$

Para Tenayuca, por ejemplo, cuya latitud es de $19^{\circ}32'$ las declinaciones del sol son:

Día del solsticio de Verano	+23°27'
Día del paso por el zenit	19°32'
Día de los equinoccios	0°00'
Día del solsticio de Invierno	-23°27'

Solsticios	Pasos por el zenit
1 sen. $23^{\circ}27' = 9.59982$	1 sen. $19^{\circ}32' = 9.52420$
1 cos. $19^{\circ}32' = 9.97425$	1 cos. $19^{\circ}32' = 9.97425$
1 cos. $65^{\circ} 1' = 9.62557$	1 cos. $69^{\circ}13' = 9.54995$

Así el ángulo contado desde la línea EW es de $24^{\circ}59'$ al N. para el solsticio de Verano.

de $24^{\circ}59'$ al S. para el solsticio de Invierno.

de $20^{\circ}47'$ para los días de los pasos por el zenit.

Trazadas estas direcciones es fácil observar que el eje EW de la pirámide señala con bastante precisión el lugar de la puesta del sol el día de su paso por el zenit del lugar.

Este hecho indica que para los constructores de la pirámide el día más importante era el del paso del sol por el zenit, ya sea el 16 de mayo o el 26 de julio de nuestro actual calendario, y así por la simple observación del sol, el día que se ponía en la dirección fijada al monumento, podían comprobar que había transcurrido

un año solar, rectificándolo por la ausencia de sombra de los gnomones a las 12 h. de estos días y corrigiendo con estos datos las observaciones de su calendario.

Al mismo tiempo viene este hecho a apoyar la idea de que estos monumentos tenían un carácter esencialmente solar.

Averiguando este primer punto pensamos qué relación podría haber entre estas observaciones y las de las estrellas que más observaban los indios en sus templos.

Citamos a continuación los conocidos párrafos de Tezozomoc y Sahagún que se refieren a este asunto:

Tezozomoc.—*Crónica Mexicana*, pág. 574.—Elección de Moteczuma . . . "el tener especial cuidado de levantarnos a media noche . . . que llaman Yohualitqui, Mamalhuaztle, las llaves que llaman de San Pedro, de las estrellas del cielo citlaltachtli, el norte y su rueda y tianquiztli, las cabrillas, la estrella del alacrán figurada Colotlixayac, que son significado de las cuatro partes del mundo, guiadas por el cielo; y al tiempo que vaya amaneciendo tener gran cuenta con la estrella Xonecuilli, que es la encomienda de Santiago, que es la que está por la parte del Sur hacia las Indias y China; y tener cuenta con el lucero de la mañana y alborada que llaman Tlahuizcalpan Teuctli os habéis de bañar y hacer sacrificios."

Sahagún, *Tomo II*.

"Hacia esta gente particular reverencia y también particulares sacrificios a los mastelejos del cielo que andan cerca de las cabrillas que es el signo de Toro. Ejecutábanlos con varias ceremonias cuando nuevamente parecían por el oriente acabada la fiesta del Sol, después de haber ofrecido incienso decían "ya han salido Yoaltecutli y Yacavistli. ¿Qué acontecerá esta noche o qué fin tendrá, próspero o adverso? Tres veces pues ofrecían incienso y debe ser, por que ellos son tres estrellas: la una vez a prima noche, la otra a hora de las tres, la otra cuando comienza a amanecer; llaman a estas estrellas mamahoastli y por este mismo nombre llaman a los palos con que sacan lumbre, porque les parece que tienen semejanza con ellas, y que de allí les vino esta manera de sacar fuego. De aquí tomaron por costumbre de hacer quemaduras en la muñeca los varones, a honra de aquellas estrellas. Decían que el que no fuese señalado con ellas, cuando se muriese, que alla en el infierno habían de sacar el fuego de su muñeca barrenándola, como cuando acá sacan el fuego del palo. A la estrella Venus la llamaba esa gente citlalpulveycitlalin (estrella grande o del alba) y decían que cuando sale por el oriente hace cuatro arremetidas y a las tres luce poco, y vuélvese a esconder y a la cuarta sale con toda su claridad y procede por su curso; y dicen de su luz que procede de la luna.

En la primera arremetida teníanla de mal agüero, diciendo que traía enfermedad consigo, y por esto cerraban las puertas o ventanas, por que no entrase su luz, y a veces la tomaban por buen agüero, según el principio del tiempo en que comenzaba a salir por el oriente. Llamaba esa gente al cometa citlalinpococa que quiere decir estrella que humea: teníanla por pronóstico de la muerte de algún príncipe o rey, o de guerra, o de hambre: la gente vulgar decía esta es nuestra hambre. A la inflamación de la cometa llamaba esta gente citlalintlamina o exhalación del cometa que quiere decir, la estrella tira saeta y decían que siempre que aquella saeta caía sobre alguna cosa viva, liebre, conejo u otro animal, donde hería luego se criaba un gusano, por lo cual aquel animal no era de comer. Por esta causa, procuraban estas gentes abrigarse de noche, porque la inflamación del cometa no cayese sobre ellas. Las estrellas que están en la boca de la bocina llamaba esta gente citlalxunecuilli, píntanla a manera de S. revueltas siete estrellas: dicen que están por sí apartadas de las otras, y que son resplandecientes: llamanlas citlalxunecuilli porque tienen semejanza con cierta manera de pan que hacen a modo de S. el cual llaman xunecuilli, el cual se comía en todas las casas un día del año que llamaban xuchilhuitl; a aquellas estrellas que en algunas partes se llaman el Carro esta gente llama Escorpión, porque tiene figura de él o de alacrán, y así se llaman en muchas partes del mundo. Nota de Orozco y Berra, llaves de San Pedro en Aries estrella, etc. Colotl o alacrán. Constelación del Escorpión."

De los párrafos citados puede deducirse, a pesar de lo obscuro de su redacción, que además ha sido alterada en las diferentes traducciones y publicaciones, así como de las ilustraciones que aparecen en el Códice Matritense que se refieren al párrafo de Sahagún que las estrellas que observaban eran principalmente: la Osa Mayor, que se designa con el nombre de Xonecuilli y que ocupa la parte norte, llamado norte y su rueda, o boca de la bocina, figurada en el dibujo por siete estrellas en forma de S. Las Pléyades designadas con el nombre de Tianquistli, que probablemente corresponde también a la designación de llaves de San Pedro. Las Hyadas y Aldebarán forman la constelación llamada Mamalhuastli, relacionada por su forma con los maderos que servían para sacar el fuego nuevo y Aldebarán lleva el nombre de Yohualtecutil—El Señor de la Noche—.

El Alacrán con el nombre de Colotlixayac era también observado y la estrella a que se refiere Tezozómoc, será seguramente Antares, la más brillante de la constelación.

Observaban además los planetas, principalmente Venus y también los movimientos de la Luna.

Muchos estudios se han hecho tomando como base las ascensiones rectas y las culminaciones de estas estrellas sin llegar a conclusiones efectivas, pero si de la misma manera que hicimos con el sol señalamos en el plano, los lugares en que se ponen las estrellas más brillantes, principalmente las que se citan en los textos a que acabamos de referirnos, calculando sus azimuts para la época probablemente de construcción de la Pirámide, encontramos que estos lugares coinciden casi exactamente con los de los ocasos del Sol en los días de los solsticios, de los equinoccios y de sus pasos por el zenit.

Así, como puede verse en el plano adjunto, las Pléyades marcan al ponerse, el lugar del ocaso del Sol el día del solsticio de Verano, y Antares del Escorpión, el del solsticio de Invierno; Orión, el de los equinoccios, y Aldebarán el de los pasos por el zenit.

De esta manera la observación de estas estrellas tenía por objeto tener constantemente una referencia fija con relación al movimiento aparente del Sol.

El hecho de que el día más importante del año era el del paso del Sol por el zenit, relacionado con el de que su ocaso en este día, era marcado por Aldebarán, que a su vez es el señor de la Noche y estrella principal de la constelación del fuego nuevo, nos hace deducir con mucha probabilidad, que en el día del paso del Sol por el zenit ya sea el 16 de mayo o el 26 de julio, se hacía la fiesta de la renovación del fuego, y por consecuencia era el principio del año.

El lugar del ocaso de Aldebarán se va alejando cada día más del del Sol el día de su paso por el zenit, pero hubo un tiempo en que casi coincidieron exactamente: sería digno de estudiarse si las pirámides construídas en los últimos tiempos se orientaron en la dirección real del ocaso del sol el día de su paso por el zenit, o conservando la tradición de épocas más lejanas se prefirió la del ocaso de Aldebarán. De todos modos la diferencia es muy pequeña y los estudios que con datos más precisos y en mayor número de monumentos estamos haciendo tal vez puedan aclararlo.

Este estudio basado en el hecho real de la orientación de los monumentos toltecas sirve de motivo a otro estudio del señor E. Juan Palacios, fundado en otro orden de consideraciones.