

Volumen 1 - Número 2 - Abril/Junio 2014

# REVISTA INCLUSIONES

REVISTA DE HUMANIDADES  
Y CIENCIAS SOCIALES

ISSN 0719-4706

Homenaje a  
**Miguel  
León-Portilla**

MIEMBRO DE HONOR COMITÉ INTERNACIONAL  
REVISTA INCLUSIONES

Portada: Kevin Andrés Gamboa Cáceres



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS  
CAMPUS SANTIAGO

## CUERPO DIRECTIVO

### Directora

**Mg. Viviana Vrsalovic Henríquez**  
*Universidad de Los Lagos, Chile*

### Subdirectora

**Lic. Débora Gálvez Fuentes**  
*Universidad de Los Lagos, Chile*

### Editor

**Drdo. Juan Guillermo Estay Sepúlveda**  
*Universidad de Los Lagos, Chile*

### Secretario Ejecutivo y Enlace Investigativo

**Héctor Garate Wamparo**  
*Universidad de Los Lagos, Chile*

### Cuerpo Asistente

#### Traductora: Inglés – Francés

**Lic. Iliá Zamora Peña**  
*Asesorías 221 B, Chile*

#### Traductora: Portugués

**Lic. Elaine Cristina Pereira Menegón**  
*Asesorías 221 B, Chile*

#### Diagramación / Documentación

**Lic. Carolina Cabezas Cáceres**  
*Asesorías 221 B, Chile*

### Portada

**Sr. Kevin Andrés Gamboa Cáceres**  
*Asesorías 221 B, Chile*

## COMITÉ EDITORIAL

### Mg. Carolina Aroca Toloza

*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,  
Chile*

### Dr. Jaime Bassa Mercado

*Universidad de Valparaíso, Chile*

### Dra. Heloísa Bellotto

*Universidad de San Pablo, Brasil*

### Dra. Patricia Brogna

*Universidad Nacional Autónoma de México,  
México*

### Dra. Nidia Burgos

*Universidad Nacional del Sur, Argentina*

### Mg. María Eugenia Campos

*Universidad Nacional Autónoma de México,  
México*

### Dr. Lancelot Cowie

*Universidad West Indies, Trinidad y Tobago*

### Dr. Gerardo Echeita Sarrionandia

*Universidad Autónoma de Madrid, España*

### Dr. Pablo Guadarrama González

*Universidad Central de Las Villas, Cuba*

### Mg. Amelia Herrera Lavanchy

*Universidad de La Serena, Chile*

### Mg. Mauricio Jara Fernández

*Centro de Estudios Hemisféricos y Polares, Chile*

### Mg. Cecilia Jofré Muñoz

*Universidad San Sebastián, Chile*

**Mg. Mario Lagomarsino Montoya**

*Universidad de Valparaíso, Chile*

**Dr. Claudio Llanos Reyes**

*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,  
Chile*

**Dr. Werner Mackenbach**

*Universidad de Potsdam, Alemania  
Universidad de Costa Rica, Costa Rica*

**Mg. Pablo Mancilla González**

*Universidad Santo Tomás, Chile*

**Ph. D. Natalia Milanesio**

*Universidad de Houston, Estados Unidos*

**Dra. Patricia Virginia Moggia Münchmeyer**

*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,  
Chile*

**Ph. D. Maritza Montero**

*Universidad Central de Venezuela, Venezuela*

**Mg. Julieta Ogaz Sotomayor**

*Universidad de Los Andes, Chile*

**Mg. Liliana Patiño**

*Archiveros Red Social, Argentina*

**Dra. Rosa María Regueiro Ferreira**

*Universidad de La Coruña, España*

**Mg. David Ruete Zúñiga**

*Universidad Nacional Andrés Bello, Chile*

**Dr. Efraín Sánchez Cabra**

*Academia Colombiana de Historia, Colombia*

**Dra. Mirka Seitz**

*Universidad del Salvador, Argentina*

**Lic. Rebeca Yáñez Fuentes**

*Universidad de la Santísima Concepción,  
Chile*

## COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

### Comité Científico Internacional de Honor

**Dr. Carlos Antonio Aguirre Rojas**

*Universidad Nacional Autónoma de México,  
México*

**Dr. Horacio Capel Sáez**

*Universidad de Barcelona, España*

**Dra. Isabel Cruz Ovalle de Amenabar**

*Universidad de Los Andes, Chile*

**Dr. Adolfo Omar Cueto**

*Universidad Nacional de Cuyo, Argentina*

**Dr. Carlo Ginzburg Ginzburg**

*Scuola Normale Superiore de Pisa, Italia  
Universidad de California Los Ángeles,  
Estados Unidos*

**Dra. Antonia Heredia Herrera**

*Universidad Internacional de Andalucía, España*

**Dr. Miguel León-Portilla**

*Universidad Nacional Autónoma de México,  
México*

**Dr. Miguel Rojas Mix**

*Coordinador de la Cumbre de Rectores de  
Universidades Estatales de América Latina y  
el Caribe*

**Dr. Luis Alberto Romero**

*CONICET / Universidad de Buenos Aires,  
Argentina*

# REVISTA INCLUSIONES

REVISTA DE HUMANIDADES  
Y CIENCIAS SOCIALES



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS  
CAMPUS SANTIAGO

**Dr. Adalberto Santana Hernández**  
*Universidad Nacional Autónoma de México,  
México*  
*Director Revista Cuadernos Americanos,  
México*

**Dr. Miguel Ángel Verdugo Alonso**  
*Universidad de Salamanca, España*

**Dr. Eugenio Raúl Zaffaroni**  
*Universidad de Buenos Aires, Argentina*

## Comité Científico Internacional

**Mg. Elian Araujo**  
*Universidad de Mackenzie, Brasil*

**Dr. Miguel Ángel Barrios**  
*Instituto de Servicio Exterior Ministerio  
Relaciones Exteriores, Argentina*

**Dra. Ana Bénard da Costa**  
*Instituto Universitario de Lisboa, Portugal*  
*Centro de Estudios Africanos, Portugal*

**Dra. Noemí Brenta**  
*Universidad de Buenos Aires, Argentina*

**Ph. D. Juan R. Coca**  
*Universidad de Valladolid, España*

**Dr. Antonio Colomer Vialdel**  
*Universidad Politécnica de Valencia, España*

**Dr. Christian Daniel Cwik**  
*Universidad de Colonia, Alemania*

**Dr. Carlos Tulio da Silva Medeiros**  
*Universidad Federal de Pelotas, Brasil*

**Dr. Miguel Ángel de Marco**  
*Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
*Universidad del Salvador, Argentina*

**Dr. Andrés Di Masso Tarditti**  
*Universidad de Barcelona, España*

**Ph. D. Mauricio Dimant**  
*Universidad Hebrea de Jerusalén, Israel*

**Dr. Jorge Enrique Elías Caro**  
*Universidad de Magdalena, Colombia*

**Dra. Claudia Lorena Fonseca**  
*Universidad Federal de Pelotas, Brasil*

**Dra. Patricia Galeana**  
*Universidad Nacional Autónoma de México,  
México*

**Mg. Francisco Luis Giraldo Gutiérrez**  
*Instituto Tecnológico Metropolitano,  
Colombia*

**Dra. Andrea Minte Münzenmayer**  
*Universidad de Bio Bio, Chile*

**Mg. Luis Oporto Ordóñez**  
*Universidad Mayor San Andrés, Bolivia*

**Dra. María Laura Salinas**  
*Universidad Nacional del Nordeste, Argentina*

**Dra. Emilce Sena Correa**  
*Universidad Nacional de Asunción, Paraguay*

**Dra. Jaqueline Vassallo**  
*Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*

**Dr. Evandro Viera Ouriques**  
*Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil*

Asesoría Ciencia Aplicada y Tecnológica:  
**CEPU – ICAT**

Centro de Estudios y Perfeccionamiento  
Universitario en Investigación  
de Ciencia Aplicada y Tecnológica  
Santiago – Chile

## Indización

Revista Inclusiones, indizada en:



Information Matrix for the Analysis of Journals



**ASTRONOMÍA, GEOMETRÍA Y ARQUITECTURA EN CHICHÉN ITZÁ**  
**ASTRONOMY, GEOMETRIE AND ARCHITECTURE IN CHICHÉN ITZÁ**

**Dr. Ismael Arturo Montero García**  
Universidad del Tepeyac, México  
Director del Centro de Estudios de Posgrado, Universidad del Tepeyac, México  
correo@montero.org.mx

**Fecha de Recepción:** 11 de marzo 2014 – **Fecha de Aceptación:** 20 de marzo de 2014

**Resumen**

Nuevas observaciones confirman que El Castillo, la pirámide principal de la antigua ciudad de Chichén Itzá, en Yucatán, fue orientada para fungir como un marcador astronómico, a partir del cual los sabios mayas del período Posclásico ajustaban el año, además de ser el centro de un cosmograma que en sus cuatro puntos cardinales mantiene una alineación con los cenotes Sagrado, Holtún, Xtoloc y Kanjuyum. En 2012, el arqueólogo Ismael Arturo Montero García dio a conocer en la revista *National Geographic* del mes de agosto de 2013 -con base en valores de orientación- que el paso cenital del Sol por esta estructura prehispánica ocurre los días 23 de mayo y 19 de julio, asomándose al amanecer en el eje de su esquina noreste en dirección hacia el Templo de las Mesas. La investigación articula la geometría, la astronomía y la arquitectura de una manera extraordinaria gracias al acimut del Sol al amanecer de su día de paso cenital en esta latitud geográfica y a la singular geomorfología de su entorno.

**Palabras Claves**

Chichén Itzá – Paso cenital del Sol – Arqueoastronomía – Mayas

**Abstract**

New observations corroborate that The Castle, the principal pyramid of the ancient city of Chichén Itzá, in Yucatán, was point towards and is useful as an astronomical sign, since the wise Mayas of the Pos-classic adjusted the year, and to be the centre of a cosmograma, which has an alignment in his four cardinal points, this alignment with the springs: Sagrado, Holtún, Xtoloc y Kanjuyum. In 2012, the archeologist Ismael Arturo Montero García showed in the magazine *National Geographic* corresponding to the month of August, year 2013 with a base in direction values- that the zenith way for this pre-Hispanic structure arrives on May 4<sup>th</sup> and on June 19<sup>th</sup>, appearing at daybreak in the axle of its north corner towards Templo de las Mesas. The research organizes the geometry, the astronomy, and the architecture in an extraordinary way thanks to the azimuth of the sun when this one wakes up of its zenithal way's day for this geographic latitude and to the peculiar geomorphology of its environment.

**Keywords**

Chichen Itzá – Zenithal way of the Sun – Arqueoastronomy – Mayas

**Dr. Ismael Arturo Montero García**  
Universidad de Tepeyac, México  
Director del Centro de Estudios de Posgrado, Universidad de Tepeyac, México

**ASTRONOMY, GEOMETRIE AND ARCHITECTURE IN CHICHÉN ITZÁ**

**ASTRONOMIA, GEOMETRIA E ARQUITETURA EM CHICHÉN ITZÁ**

**ASTRONOMIE, GÉOMÉTRIE ET ARCHITECTURE À CHICHEN ITZÁ**

**Abstract**

New observations corroborate that The Castle, the principal pyramid of the ancient city of Chichén Itzá, in Yucatán, was point towards and is useful as an astronomical sign, since the wise Mayas of the Pos-classic adjusted the year, and to be the centre of a cosmograma, which has an alignment in his four cardinal points, this alignment with the springs: Sagrado, Holtún, Xtoloc y Kanjuyum. In 2012, the archeologist Ismael Arturo Montero García showed in the magazine National Geographic corresponding to the month of August, year 2013 with a base in direction values- that the zenith way for this pre-Hispanic structure arrives on May 4<sup>th</sup> and on June 19<sup>th</sup>, appearing at daybreak in the axle of its north corner towards Templo de las Mesas. The research organizes the geometry, the astronomy, and the architecture in an extraordinary way thanks to the azimuth of the sun when this one wakes up of its zenithal way's day for this geographic latitude and to the peculiar geomorphology of its environment.

**Resumo**

Novas observações confirmam que El Castillo, a principal pirâmide da antiga cidade de Chichén Itzá, em Yucatán, foi orientada para funcionar como um marcador astronômico, a partir do qual os sábios maias do período pós-clássico regulavam o ano, além de ser o centro de um cosmograma que, em seus quatro pontos cardeais, mantém um alinhamento com os zênites Sagrado, Holtún, Xtoloc y Kanjuyum. Em 2012 o arqueologista Ismael Arturo Montero García deu a conhecer, na revista *National Geographic* do mês de agosto de 2013, com base nos valores de orientação, que a passagem zenital do sol por esta estrutura pré-hispânica ocorre nos dias 23 de maio e 19 de julho, aparecendo ao amanhecer no eixo do seu canto nordeste em direção ao Templo de las Mesas. A pesquisa articula a geometria, a astronomia e a arquitetura de uma forma extraordinária ao azimute do sol ao amanhecer do seu dia de passagem zenital nesta latitude geográfica e à singular geomorfologia do seu ambiente.

**Résumé**

Des nouvelles observations corroborent que Le Château, la pyramide principale de l'ancienne ville de Chichen Itzá, à Yucatán, a été orientée et serve comme un marqueur astronomique, à partir duquel les savants mayas de la période Post-classique ajustaient l'année, en plus d'être le centre d'un cosmograma qui a dans ses quatre points cardinaux un alignement avec les sources, Sagrado, Holtún, Xtoloc et Kanjuyum. En 2012, l'archéologue Ismael Arturo Montero García a montré dans le magazine National Geographic du mois d'août du 2013- avec une base en valeurs d'orientation-que le chemin zénithal du soleil par cette structure prehispanique arrive le 23 mai et le 19 juin, en apparaissant au lever du jour dans l'axe de son coin nord-est vers le Templo de las Mesas. La recherche organise la géométrie, l'astronomie et l'architecture d'une façon extraordinaire grâce à l'azimut du Soleil quand il est en train de lever son jour et quand on cède son passage zénithal dans cette latitud géographique et à la singulière géomorphologie de son environnement.

**Keywords**

Chichen Itzá – Zenithal way of the Sun – Arqueoastronomy – Mayas

**Palavras-Chaves**

Chichén Itzá – Passagem zenital do sol – Arqueoastronomia – Maias

**Des mots clés**

Chichén Itza – Passage zénithal du Soleil – Arqueoastronomie – Mayas

La pirámide de El Castillo en Chichén Itzá, denominada en el año de 2007 por una campaña mediática una de las 7 Maravillas del Mundo Moderno,<sup>1</sup> cobra nueva notoriedad internacional al convertirse en edificio emblemático para los pregoneros de las supuestas profecías apocalípticas mayas del año 2012. Ciertamente es que nunca disminuye su popularidad, pues durante cada equinoccio de primavera es centro de atención para miles de turistas que se congregan para apreciar el “descenso de Kukulcán”, a tal escala que la NASA en el año 2005 fijó su atención en este fenómeno. Por otra parte, cuenta con un sinnúmero de publicaciones de todo tipo y en varios idiomas, que la hacen una verdadera celebridad. Su perfil es un icono tan reconocible para todo el mundo que ciertamente es una imagen de identidad para México, opinión adecuada pues en conjunto con todo el sitio arqueológico la pirámide está inscrita en la lista del Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO desde 1998, bajo el criterio de erigirse como una obra maestra del genio creativo humano.

La observación realizada durante el paso cenital del Sol el pasado 23 de mayo de 2012,<sup>2</sup> demostró la perfecta sincronía entre: astronomía, geometría y arquitectura. Esto nos lleva a plantear que El Castillo no solo estaba destinado al culto religioso, sino que también funcionaba como punto focal para la observación del cielo. Durante el transcurso de un año, los mayas percibían durante el amanecer y el ocaso cómo el Sol cambiaba de posición, el astro parecía moverse cada día, este cambio de posición permitió establecer una relación temporal y espacial respecto al horizonte destacado por otros edificios al este y oeste. Realizaban así una lectura del espacio y el tiempo sobre puntos bien definidos, a los cuales el Sol retornaba de manera cíclica, estos retornos fueron referencia obligada para regir el sistema calendárico de Chichén Itzá.

Apostados en diferentes ángulos de El Castillo, los sabios de aquel entonces realizaban la lectura del aparente movimiento solar desplegando una astronomía posicional que se completaba con ingeniosos juegos de luz y sombra. Desde la pirámide como observatorio, se marcaba el “eterno retorno” del Sol que remitía a la sociedad a instancias temporales que iban más allá de la existencia humana en la construcción de un tiempo de extensa duración. El “eterno retorno” tenía como punto prominente la posición del Sol sobre el horizonte para el día de su paso cenital, a este suceso se sumaban los solsticios y los equinoccios, además de otras fechas señaladas por su calendario ritual. Este conocimiento era indispensable para sincronizar los ciclos agrícolas con las temporadas de lluvia y sequía. Así que estos marcadores de horizonte, funcionaban como instrumentos para la sincronización del tiempo, y aunque no proporcionaron un registro histórico, si lograban con certeza registrar fechas específicas.

Las posiciones extremas en el horizonte que alcanza el Sol en un año corresponden a los solsticios de verano e invierno. Se trata de un recorrido que ya sea durante el amanecer o el ocaso asemeja un gigantesco movimiento pendular de norte a sur y viceversa que es constante de un solsticio a otro. Los solsticios son momentos claves para un calendario de horizonte, pues el Sol parece detenerse por cuatro o cinco

---

<sup>1</sup> Junto con La Muralla China, El Monumento de Petra, El Cristo Redentor en Brasil, Machu Picchu, El Coliseo de Roma y El Taj Mahal, contó con el reconocimiento de millones de votantes alrededor del mundo.

<sup>2</sup> Agradezco a las autoridades del INAH las facilidades otorgadas para realizar las observaciones en Chichén Itzá y por la difusión que se le dio a esta noticia en los medios de comunicación. Así también al doctor Jesús Galindo de la UNAM por sus oportunos comentarios y asesoría.

días en cada uno de estos extremos.<sup>3</sup> Por su parte, los equinoccios de primavera y otoño están justamente a la mitad de ese recorrido pendular.<sup>4</sup> En un horizonte raso como el de la península de Yucatán su registro como punto medio es preciso, a diferencia de otras regiones de Mesoamérica atiborradas de montañas, donde el observador no encontrará coincidencia entre el día del equinoccio y el punto medio porque el Sol sigue una trayectoria oblicua en el firmamento,<sup>5</sup> al pasar por detrás de las montañas y ganar altura, no lo veremos aparecer justamente al este que corresponde a la orientación de  $\sim 90^\circ$  para el equinoccio, sino desviado hasta en  $3^\circ$ , o más según la altura de la montaña. Esto hizo particularmente importante las observaciones astronómicas en las planicies de la península de Yucatán, pues de la perpendicular de la orientación equinoccial se podía establecer con certeza el norte astronómico.

Imaginemos que observamos el aparente movimiento pendular del Sol durante un año desde cualquier lugar del mundo, veremos que los equinoccios suceden en la misma fecha, y que el Sol sale a aproximadamente a  $90^\circ$  y se oculta de igual manera a  $270^\circ$  en todas partes, con los solsticios es diferente, aunque la fecha es similar para todas las posiciones, los rumbos para el amanecer y el ocaso varían según la latitud de cada sitio. Pero el paso cenital del Sol es un caso más complicado, porque la fecha y la posición varían diametralmente según la latitud, y el fenómeno solo es perceptible dentro de la zona intertropical de la Tierra. Este contexto que si bien es complejo por su particularidad, brindó a cada ciudad de la antigüedad de una característica que la hacía diferente a otras, y como propongo para Chichén Itzá, la consagró con particular relevancia.

El paso cenital del Sol es un fenómeno natural que ocurre cuando la posición del astro es completamente vertical, ocupando el lugar más alto en el cielo. Esto sucede únicamente dos días al año, durante los cuales no se proyecta sombra lateral alguna al mediodía. Este fenómeno sólo es perceptible en las regiones situadas al sur del Trópico de Cáncer y al norte del Trópico de Capricornio; más al norte y más al sur, el Sol nunca llega al cenit. Las fechas para este suceso, como ya se apuntó cambian según la latitud de cada lugar, esto obedece a la inclinación del eje de rotación de la Tierra respecto al plano de su órbita; así pues, el Sol ilumina a plomo distintas zonas del planeta en diferentes fechas (fig. 1), para el caso de Chichén Itzá esto sucede los días 23 de mayo y 19 de julio.

---

<sup>3</sup> La palabra solsticio proviene del latín solstitium, de Sol y statum, que significa literalmente cuando el Sol está estático.

<sup>4</sup> Véase por ejemplo la alineación del Grupo E de Uaxactún donde se destaca el este a  $90^\circ$  con edificaciones señaladas por el equinoccio [Broda, 1982: 94].

<sup>5</sup> El ángulo que sigue el Sol durante su ascenso varía según la latitud geográfica de cada sitio.

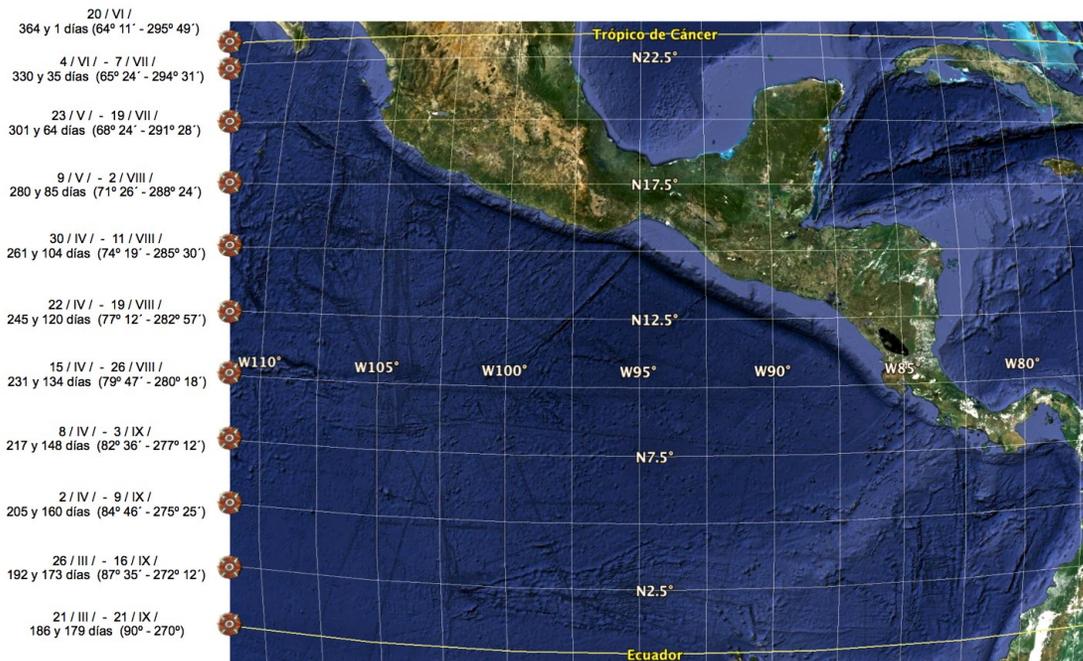


Figura 1.

El Sol tiene paso cenital en el Hemisferio Norte sólo entre el Ecuador y el Trópico de Cáncer, el fenómeno ocurre en diferentes fechas según la latitud geográfica. En la figura se destaca además de las fechas para el año 2012, la diferencia de días entre ambos pasos, y la orientación del alba y el ocaso.

Los sabios del cielo en el México antiguo conocían este fenómeno y le asignaron gran importancia. Evidencias arqueológicas de la observación sistemática de este fenómeno las tenemos al menos en Monte Albán, Xochicalco, Cantona y Teotihuacán [v. Morante: 2001: 46-51]. Los moradores de estas ciudades construyeron observatorios especiales para apreciar el paso cenital del Sol. En Xochicalco, hay una cueva acondicionada al interior del centro ceremonial, perforaron el techo y elaboraron una chimenea de forma hexagonal que permite iluminar la cueva con un haz de luz. En Monte Albán, en la pirámide denominada Edificio P, en su interior construyeron una cámara oscura, para lograr el mismo efecto que en Xochicalco, una chimenea permite entrar la luz de manera espectacular, así también en Cantona y Teotihuacán. En Chichén Itzá se valieron de la orientación de El Castillo como veremos más adelante.

La importancia de registrar sistemáticamente el paso cenital del Sol permite ajustar con eficiencia un calendario de tal manera que a través de los años este no quede desfasado. Hay que distinguir, por lo tanto, que una corrección al calendario se hace necesaria periódicamente en todas las civilizaciones. Por ejemplo, en Occidente representó un inconveniente para el papa Gregorio XIII que solucionó en el año de 1582, al sustituir el calendario juliano por el gregoriano eliminando 10 días que se venían acumulando desde el Primer Concilio de Nicea del año 325. Esta diferencia provenía de un equivocado cómputo para el número de días con que cuenta un año trópico, esta alteración procede del hecho de que el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol no coincide con una cantidad exacta de días con respecto a la rotación sobre su eje.

Una solución pragmática para quedar al margen de esta situación es lo que suponemos hicieron sistemáticamente los astrónomos prehispánicos al calibrar el calendario a través de la posición del Sol con referencia a un marcador de horizonte. Pero todo procedimiento científico requiere de una comprobación, y los mayas lo consiguieron al articular tres sucesos para un mismo día en Chichén Itzá: la observación de la salida del Sol alineada a la esquina noreste de El Castillo; la ausencia de sombra lateral al medio día que podía ser registrada con un gnomon o una estela; y finalmente, valiéndose de la orientación de la escalinata oeste de El Castillo que corresponde al rumbo por donde el Sol se oculta para ese mismo día.

Los rumbos por los que el Sol aparece y se oculta para su día de paso cenital son el punto clave, una magnífica precisión geométrica se guarda solamente en la latitud de Chichén Itzá apostada a 20° 40' norte. Consideremos primero la salida y ocaso del Sol a través del horizonte durante un año, el movimiento pendular que hemos señalado ocupa un arco, y como ya se había dicho tiene sus extremos en los solsticios (fig. 2)

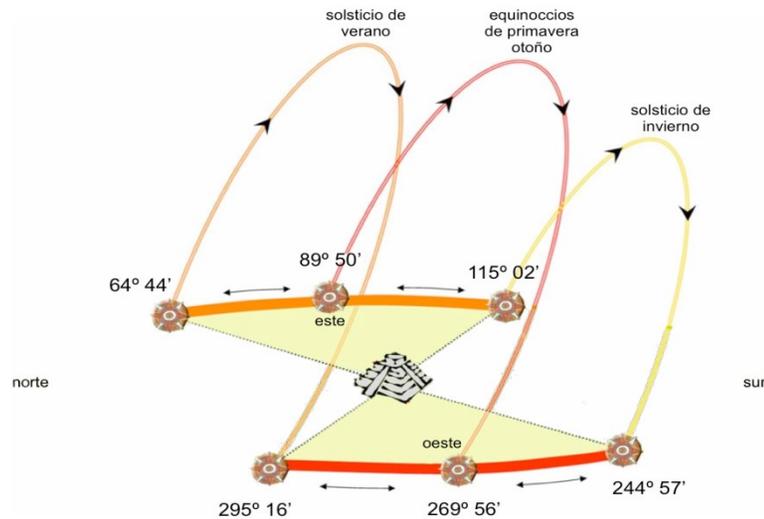


Figura 2.  
Rango del arco solar en color naranja para el amanecer  
y en rojo para el ocaso en Chichen Itzá.

Consideremos que alrededor de la pirámide de El Castillo están las orientaciones por las que asciende y desciende el Sol junto con los demás astros, es un arco aparente donde el horizonte queda plateado como un círculo que tiene por centro la pirámide: de ella se irradian en el imaginario los rumbos del cosmos. Para trazar una circunferencia es imprescindible un punto fijo que se constituye como el centro que marca un origen y un orden, es el *axis mundi*,<sup>6</sup> pues una circunferencia depende de un punto central y no a la inversa. El centro se comunica con el horizonte o periferia a través de trayectorias, dividir geométricamente al círculo en partes iguales por un diámetro es necesario para hacer conmensurable el cosmos. La primera división es la bipartición, consideremos entonces la línea este-oeste: ascenso y descenso del Sol durante el equinoccio como el eje primordial; la segunda partición es la perpendicular que se desprende de la primera

<sup>6</sup> Axis mundi: el eje del mundo. Símbolo ubicuo presente en numerosas culturas. La idea expresa un punto de conexión entre el cielo y la tierra en el que convergen los rumbos.

trayectoria por su centro, obtenemos entonces el eje astronómico norte-sur. El círculo está dividido en cuatro partes, continuemos dividiéndolo por mitades hasta obtener 16 divisiones, tenemos un hexadecágono.

Ahora lo sorprendente, cada ángulo externo del hexadecágono regular mide  $22^{\circ} 30'$ , aproximadamente esta es la desviación del eje de la pirámide con respecto al norte.<sup>7</sup> Pero esto no es todo, dos divisiones más de  $22^{\circ} 30'$  y sumamos  $67^{\circ} 30'$ , este es el rumbo que corresponde a la salida del Sol durante su paso cenital, asombrosamente el ocaso del Sol está orientado para ese mismo día a  $292^{\circ} 30'$  que es otro de los múltiplos de  $22^{\circ} 30'$ . Con un norte exacto establecido y un rumbo determinado por el paso cenital del Sol dentro de un hexadecágono regular, sugiero que los mayas dieron cuenta de ello y lo plasmaron en la magnífica pirámide de El Castillo, conjuntando astronomía y geometría en un edificio inmortalizado a través de los tiempos (fig. 3).

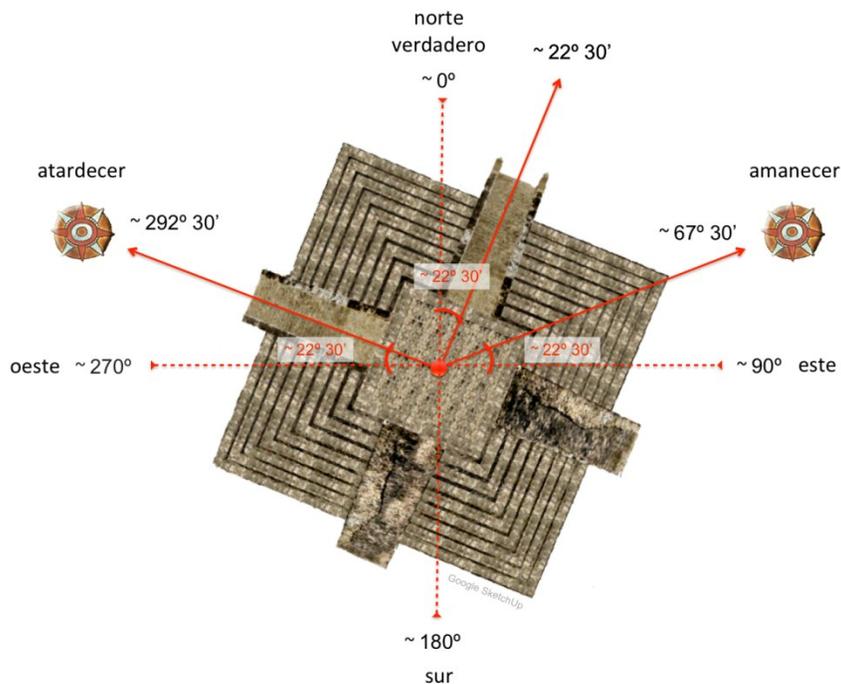


Figura 3.

La pirámide de El Castillo en planta. Se destaca la orientación de la escalinata norte desviada intencionalmente  $\sim 22^{\circ} 30'$  al este del norte verdadero o astronómico; comparten este ángulo la esquina noreste a  $67^{\circ} 30'$  y la escalinata oeste a  $292^{\circ} 30'$  ambas múltiplo de  $22^{\circ} 30'$ , que son los rumbos por los que levanta y oculta el Sol para su día de paso cenital.

La base de la pirámide es un cuadrado perfecto de 55 metros por lado. A través de la cosmovisión el cuadrado se hace análogo al círculo, podría decirse que el cuadrado es la solidificación del círculo porque la rigidez de las aristas y el ancho preciso de las

<sup>7</sup> El lector encontrará en el texto y en algunas ilustraciones un tilde que antecede al valor de un ángulo, con esto se expresa un valor aproximado suficientemente fiel como para ser útil. Aunque en matemáticas la aproximación típicamente se aplica a números, también puede emplearse a figuras geométricas.

escalinatas marcan perfectamente los 16 vértices del hexadecágono que en la figura 4 se destacan con puntos rojos. La asociación del círculo con el cuadrado resulta extraordinaria en Chichén Itzá, pues está determinada por una alineación astronómica que sólo es posible advertir en esta latitud, si la pirámide se hubiera construido tan sólo 15 kilómetros más al sur o al norte, la coincidencia se desvanecería.

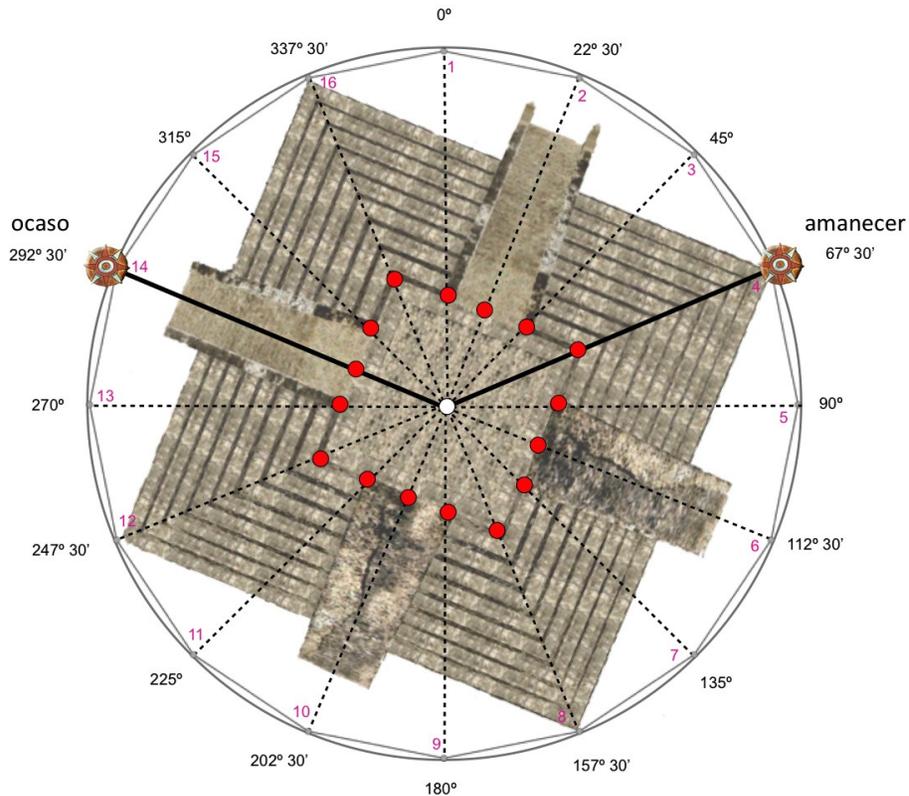


Figura 4.

Lo que es válido para el círculo también lo es para el cuadrado: argumentación simbólica desde una propuesta geométrica desprendida de un hexadecágono orientado al rumbo del amanecer y el ocaso del Sol para su día de paso cenital.

El lector podrá inferir que posiblemente esta precisión resulte de la casualidad, y que los constructores de El Castillo en cualquiera de sus dos etapas constructivas no siguieron criterios de orientación como se plantea en esta entrega. Sin embargo, hay argumentos para esta hipótesis. Atendamos primero los simbólicos que hacen manifiestan la cuenta sistemática del transcurso del tiempo desde este edificio: la referencia al calendario solar se encuentra en los escalones, son un registro en piedra del año, pues se cuentan 91 por lado, así que cuatro lados más el nivel de la plataforma superior resultan 365, con lo cual tenemos un peldaño por cada día; pasemos ahora a la austera decoración del edificio, contamos 52 retablos por cada fachada representados en dos grupos de 26 ornamentos divididos por una escalinata, así se hace referencia al periodo de 52 años que conformaba un “siglo mesoamericano”; continuamos con la base piramidal, se cuentan nueve cuerpos escalonados en talud, asociados al número que representaba calendáricamente a los Nueve Señores de la Noche o el Inframundo;

finalmente, los 18 meses del calendario los contamos en cada frente exhibidos en dos grupos, un grupo por cada alfarda que biseca cada una de las nueve plataformas. De todo esto resulta que la armónica simetría de El Castillo era la revelación de lo sagrado del calendario en una edificación que hacía evidente la hierofanía del “eterno retorno” del Sol (fig. 5).



Figura 5.  
La cuenta sistemática del transcurso del tiempo expresada en la arquitectura de El Castillo.

Revisemos ahora la propuesta del hexadécágono, esta geometría no era ajena en la cultura de Chichén Itzá pues el polígono resulta de un círculo dividido en segmentos, al menos así lo apreciamos en un disco o escudo solar que formaba parte de la ofrenda depositada en El Castillo,<sup>8</sup> el disco estaba al interior de una cista cilíndrica que ocupaba la parte baja de la escalera central [Marquina, 1981: 853-855]. Este disco es una pieza de madera con motivos de cuatro serpientes, el trabajo de turquesa nos remite a lo precioso, al año, y al Sol, en el centro posiblemente albergaba un espejo de pirita que se utilizaba durante el ritual del fuego solar, la composición de las líneas me conduce metafóricamente a los rumbos de las escalinatas que se irradian de un centro a una periferia destacado cuatro motivos con cabezas de serpiente. No encuentro mejor analogía para el hexadécágono, que una de las reliquias encontradas dentro del edificio exprese su geometría de manera tan sugestiva.

<sup>8</sup> Es necesario advertir la diversidad de formas que van desde círculos hasta poligonales de 14 a 16 lados en otros discos de mosaico de turquesa alusivos al culto solar que han sido extraídos de diferentes ofrendas en Tula y Chichén Itzá.



Figura 5.  
Escudo solar de mosaico elaborado con turquesa y concha montadas sobre madera, formaba parte de la ofrenda de El Castillo, nos refiere a la importancia simbólica del hexadecágono. MNA, 24 cm de diámetro.

La geometría esbozada no se reduce únicamente al polígono y al círculo, también atiende al cuadrado cuando destacamos la planta del edificio, respecto a esta figura se puede advertir que los mayas utilizaban un modelo geométrico basado en la subdivisión del cuadrado, así que la planta de la pirámide se divide en cuatro partes por las escalinatas formando así un quadri-vértice, donde un cuadrado queda inscrito dentro otro. Para Icaza [INAH, 2008] esta división parte de un patrón reconocido en el dorso de la víbora de cascabel, es el canamayté (fig. 6), figura que representaba la cosmovisión maya a partir de cuatro esquinas y cuatro lados, un modelo que fue plasmado en la construcción de varias ciudades, y que sin duda es sugestiva para El Castillo, pues la escalera norte, que es la principal, está limitada por anchas alfardas que empiezan por una gran cabeza de serpiente, así también el templo que ocupa la parte alta encontramos que la cabeza de la serpiente es la base, el cuerpo el fuste, y los crótalos el capitel, en conjunto apreciamos arquitectónicamente un culto ofidio.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> La geometría de El Castillo de Chichén Itzá ha despertado el interés de varios autores, así tenemos la formulada por José Díaz Bolio, quien desde 1955 planteaba en su libro *La serpiente emplumada, eje de culturas*, la relevancia del canamayté como patrón iconográfico de los conocimientos matemáticos y astronómicos de los mayas; es necesario mencionar también a Luis E. Arochi [1984: 51 - 63] por su interesante aportación sobre la geometría piramidal, que ya había sido advertida desde 1940 por Alberto Escalona Ramos, como el mismo Arochi lo señala.

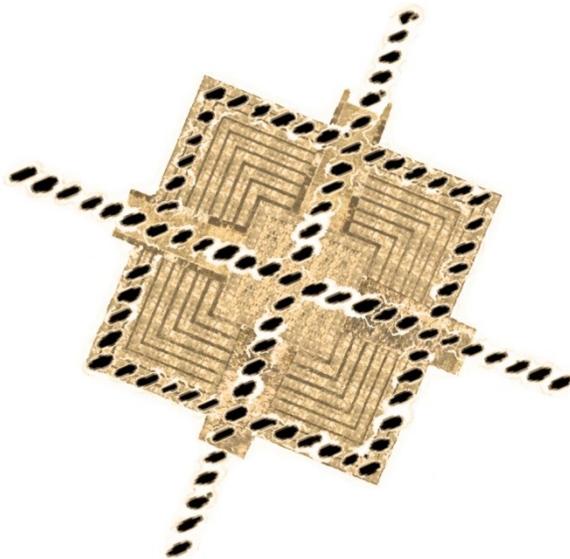


Figura 6.

El canamayté es el rombo central de la hilada de cuadros que se aprecian en el escamado dorso de la víbora de cascabel, *Crótalus Durissus Tzabcán*, endémica de la zona maya. En la imagen se ha sobrepuesto el canamayté a la planta de la pirámide de El Castillo.

Johanna Broda [1991] ha planteado la importancia de las características topográficas y geomorfológicas en el propósito de situar y orientar construcciones prehispánicas, siguiendo esta línea encontramos topográficamente en Chichén Itzá un horizonte plano, como ya se apuntó la ausencia de alteraciones orográficas facilita el ejercicio de una astronomía posicional, pues es posible determinar con precisión el rumbo que sigue un cuerpo celeste desde su aparición hasta su ocultamiento. Con referencia a la geomorfología tenemos que El Castillo se levanta justamente entre dos cenotes, esta particularidad ya la había apuntado en su momento Ignacio Marquina [1981: 836] destacando al norte el Cenote de los Sacrificios y al sur el cenote de Xtoloc; esta alineación hoy se complementa con la propuesta de Guillermo de Anda quien encuentra al este el cenote de Kanjuyum y al oeste el cenote de Holtúm, se forma así un patrón significativo asociado a las entradas al Inframundo, región inferior del plano terrestre por donde míticamente tenía que pasar el Sol una vez que se ocultaba por el oeste para resurgir después de su viaje nocturno por el este. Resulta extraordinario para un análisis desde la geografía sagrada, que la escalinata oeste de El Castillo orientada a  $\sim 292^{\circ} 30'$  apunte al ocaso del paso cenital con sólo un grado de desviación respecto a la minúscula entrada del cenote de Holtúm, receptáculo de interesantes ofrendas que se encuentran en proceso de estudio.

Continuando con las alineaciones, es pertinente mencionar que el rumbo planteado de  $\sim 22^{\circ} 30'$  para El Castillo ya había sido determinado dentro de un margen mayor de  $21^{\circ}$  a  $23^{\circ}$  por Anthony Aveni [1991: 269-270] para las construcciones del Templo de los Guerreros, la plataforma superior de El Caracol y El Castillo. Sin embargo,

mediciones previas ya apuntaban a esos 23° para El Castillo, estas fueron realizadas por Rivard [1969: 51-52] valiéndose de un método de fotografía astronómica. A todo esto es necesario apuntar que en 1988, Susan Milbrath [1988a] planteó la posibilidad de alineación entre El Castillo y el paso cenital, su propuesta consideraba únicamente la escalinata oeste que admitía estaba orientada a 291° [Milbrath, 1988b: 60], este valor representa una desviación considerable respecto a nuestros cálculos (tabla 1) con 1° 30', lamentablemente este avance no prospero por carecer de argumentos.

Tabla 1.  
Memoria de cálculo con los resultados preliminares del visado con brújula y su argumentación cartográfica sustentada con diversos programas de cómputo y su correlación calendárica.

Sitio de observación	Pirámide El Castillo o Templo de Kukulcán, Chichén Itzá, Yucatán, México.			
Ubicación	$\phi$ 20°40'58.46" $\lambda$ - 88°34'07.03"	16 Q 336618 m E 2287844 m N	Altitud 60 m/nm	Datum WGS84
Paso cenital del Sol: 23 de mayo y 19 de julio	amanecer	Z = 67° 41'	h = 0° 15'	
Paso cenital del Sol: 23 de mayo y 19 de julio	ocaso	Z = 292° 25'	h = 0° 15'	

Cabe apuntar que el seguimiento dado a los estudios del paso cenital respecto a la latitud geográfica no son recientes, aportaciones significativas las encontramos en Tichy [1992] y Broda [2006]. Broda [2006: 187] propone en su estudio que el conocimiento alcanzado por las culturas mesoamericanas era tal, que les permitía seleccionar cuidadosamente la ubicación para la fundación de sus centros ceremoniales considerando el aparente movimiento del Sol sobre el horizonte y observando los pasos cenitales, con estas herramientas tenían una idea concreta de la posición geográfica que ocupaban.<sup>10</sup> Pasemos a la calendárica, pues aporta fundamentos para la elaborar un modelo de tiempo que siguiendo la orientación del edificio permite una correlación de días interesante entre el paso cenital del Sol el 23 de mayo y el solsticio de verano, pues la diferencia entre ambos sucesos es de 28 días, lo cual corresponde a un período lunar, este valor se desprende de la media aritmética de los ciclos básicos de la Luna: el orbital o sidéreo de 27.3 días y el de fases o sinódico de 29.5 días. De igual modo tenemos otros 28 días partiendo del solsticio de verano hasta el segundo paso cenital que ocurre el 19 de julio. Veintiocho es un valor a considerar porque podemos dividir un año en 13

<sup>10</sup> No son pocos los especialistas en arqueoastronomía que han fijado su atención en el paso cenital del Sol para Mesoamérica, por ej. Nuttall [1928], Malmstöm [1997], Aveni y Hartung [1981], Aveni [1991], Coggins [1982], Tichy [1992], Šprajc [2001], Ponce de León [1991], Galindo [2001 y 2007], Montero [2009], Morante [2001], Flores y Wallrath [2002] e Iwaniszewski [1999] entre otros.

períodos de 28 días, que resulta en 364, cifra que evoca el número de escalones de El Castillo (91 por lado).

Revisemos las treceñas<sup>11</sup> el calendario maya conocido como *t'zolk'in* contempla 20 “meses” de trece días con lo cual se obtienen 260 días (*kines*) combinando los numerarles del 1 al 13, con los 20 glifos de los días. De igual manera entre los zapotecos del Posclásico el calendario ritual de 260 días se divide en 4 cocijos de 65 días, cada cocijo consta de 5 treceñas y cada uno estaba asociado a un punto cardinal, para el caso que nos ocupa, es necesario indicar que contamos un cocijo entre el 19 de marzo y el día del paso cenital que corresponde al 23 de mayo.<sup>12</sup> Nos resulta interesante que alrededor del 19 de marzo empieza a observarse en El Castillo la sacralidad del equinoccio con “el descenso de Kulkán”, el cual parece deslizarse con dirección al Cenote de los Sacrificios para descender al Inframundo, la presencia de la serpiente emplumada<sup>13</sup> con su arreglo de cadenas luminosas en forma de diamante sucede por varios días en la alfarda norte, así que es difícil utilizar este suceso para referir con exactitud algún evento astronómico o un día en particular, sin embargo, como arreglo estructurado entre la arquitectura y la astronomía resulta significativa para la experiencia religiosa.

Otro hecho notable respecto a treceñas, que si bien casual, llamó nuestra atención, pues exactamente 13 días después del paso cenital del 23 de mayo, admiramos el tránsito de Venus en Chichén Itzá. Para Jesús Galindo, en la pintura mural de la Sala de los Frescos en Mayapán, los mayas representaron el tránsito de Venus por el disco del Sol, con esta propuesta se formula que los 13 baktunes que algunos alarmistas relacionan con el fin del mundo para el 21 de diciembre del 2012,<sup>14</sup> ya se completaron el pasado 5 de junio, de modo que se tendría una nueva correlación calendárica con una fecha era fijada para el 24 de enero de 3114 a. C [Galindo, 2010].

Para concluir con la calendárica revisemos la propuesta de Malmström [1991], quien considera que el inicio del año *Haab* según informaciones ofrecidas en 1841 a John Lloyd Stephens [2008: 280] por Don Juan Pio Pérez, jefe político de Peto y al obispo fray Diego de Landa en el siglo XVI, era el 26 de julio (calendario gregoriano). Fecha que pudo ser calibrada por el paso cenital del Sol en un lugar específico como Edzná en coincidencia con el día 1 *Pop* del calendario secular maya. Cabe la pregunta si acaso podría haber sido así para Chichén Itzá en alguno de sus pasos cenitales, porque retomando el manuscrito de Don Juan Pio presentado por Stephens [ibid.], encontramos que el decimosexto mes denominado *Pax*, uno de los 18 meses del *Haab*, tenía por inicio

<sup>11</sup> Período de 13 días usado en los calendarios mesoamericanos precolombinos.

<sup>12</sup> Agradezco a David Wood, el haberme proporcionado datos pertinentes para considerar el período lunar y el cosijo como elementos necesarios para elaborar un modelo calendárico para El Castillo.

<sup>13</sup> Conocido en el Altiplano como Quetzalcóatl, en la figura de este numen se amalgama el dios del Sol naciente con una deidad de la lluvia y el agua [León-Portilla, 1983:540], era el dios solar regía el cielo, de donde pudo desprenderse que dominaba el viento y los meteoros [Pancorbo, 2011: 147].

<sup>14</sup> El 21 de diciembre de 2012, el sistema calendárico maya de la cuenta larga retornará a cero para reiniciar su ciclo de 1,872,000 días (5,125.36 años). Al acercarse la fecha, proliferan en los medios, la prensa, Internet y hasta en películas las profecías asociadas al fin del mundo. Alarmistas anuncian: hay un agujero negro en el centro de nuestra galaxia que atrae energía, materia y tiempo, al abrirse por primera vez en 26,000 años. Fantásticamente suponen que se romperá el equilibrio del sistema solar debido a una singular alineación del Sol con el plano de la Vía Láctea, afirman que los mayas predijeron este cataclismo [véase Aveni, 2010:52 - 57].

el 22 de mayo, fecha inmediata al suceso de nuestra atención; asimismo la siguiente cita nos revela como el paso cenital del Sol era relevante en la cronología y el cómputo del tiempo para los antiguos mayas:

*To this day the Indians call the year Jaab or Haab, and, while heathens, they commenced in on the 16<sup>th</sup> of July (calendario juliano). It is worthy of notice that their progenitors, having sought to make it begin from **the precise day on which the sun returns to the zenith of this peninsula** on his way to the southern regions, but being destitute of instruments for their astronomical observations, and guided only by the naked eye, erred only forty-eight hours in advance. That small difference proves that they endeavored to determine, with the utmost attainable correctness, **the day on which the luminary passed the most culminating point of our sphere**, and that they were not ignorant of the use of the gnomon in the most tempestuous days of the rainy season.*

Pío Pérez, ca. 1841, cit. por Stephens [ibíd.].<sup>15</sup>

Finalmente la comprobación. La orientación de la pirámide en su vértice noreste en  $\sim 67^\circ 40'$  fue proyectada a la salida del Sol para el día de paso cenital.<sup>16</sup> Para destacarlo, los arquitectos mayas se valieron de una cuidadosa planeación en la disposición de dos edificios. Si trazamos una línea recta desde el centro de El Castillo y la prolongamos por la esquina noreste pasando por cada uno de sus nueve cuerpos, y la continuamos por la plaza principal llegamos exactamente al centro del Templo de las Mesas como advertimos en la figura 7.

---

<sup>15</sup> Don Juan Pío Pérez Bermón (1798-1858), es autor de la *Cronología antigua yucateca, o exposición sencilla del método que usaban los antiguos habitantes de la Península de Yucatán para computar el tiempo*. Esta obra fue publicada en varios lugares como el *Registro Yucateco* y figura también como apéndice en la obra de John Lloyd Stephens, *Incidents of Travel Yucatán*, y en la del viajero francés, el abate Brasseur de Bourbourg, *Relations de Choses du Yucatán*, habiendo ambos recogido el material directamente del autor, durante sus respectivas estancias en Yucatán.

<sup>16</sup> El lector encontrará una diferencia de 10 minutos entre el valor de esta afirmación y el propuesto para el hexadecágono de  $62^\circ 30'$ , sucede que esta variación es mínima y lo suficientemente válida para ser útil por las siguientes razones: en un calendario promedio de 365.25, el Sol no aparece siempre por el mismo lugar, pues hay una oscilación anual de 20 minutos, o sea  $\frac{2}{3}$  del disco solar, ya que el Sol tiene un diámetro de 32 minutos (Galindo, 2008, comunicación oral), por tanto estamos dentro del rango de oscilación; por otra parte, a simple vista  $\frac{1}{3}$  del disco solar es imperceptible al ojo humano, de tal suerte que la variación de 10 minutos sólo es sensible a través de modernos instrumentos; por último, consideremos que no medimos sobre la orientación original del edificio, pues en su lógico deterioro por cientos de años la estructura ha perdido su forma original, no obstante que ha sido restaurada.



Figura 7.

Proyección desde el centro de la pirámide de El Castillo al Templo de las Mesas siguiendo la esquina noreste del edificio (línea roja), justamente esta es la orientación que corresponde a la salida del Sol para su día de paso cenital.

La alineación entre los dos edificios se complementa con el Sol apareciendo sobre el horizonte. Para verificarlo sólo es necesario estar en el lugar indicado, a la hora precisa y en la fecha señalada. Eso fue lo que hicimos el pasado 23 de mayo de 2012, parados en la esquina noreste de El Castillo desde las seis de la mañana esperando al Sol para verlo levantarse sobre el Templo de las Mesas, felizmente el tiempo atmosférico fue propicio y pudimos comprobar la alineación tal y como se aprecia en la figura 8. La dicha nos invadió al ser testigos de la erudición ancestral reservada por siglos, y que gracias a las aportaciones de tantos investigadores e informantes que nos antecedieron y a los colegas que nos han compartido su conocimiento, ese día podíamos advertir impresionados.

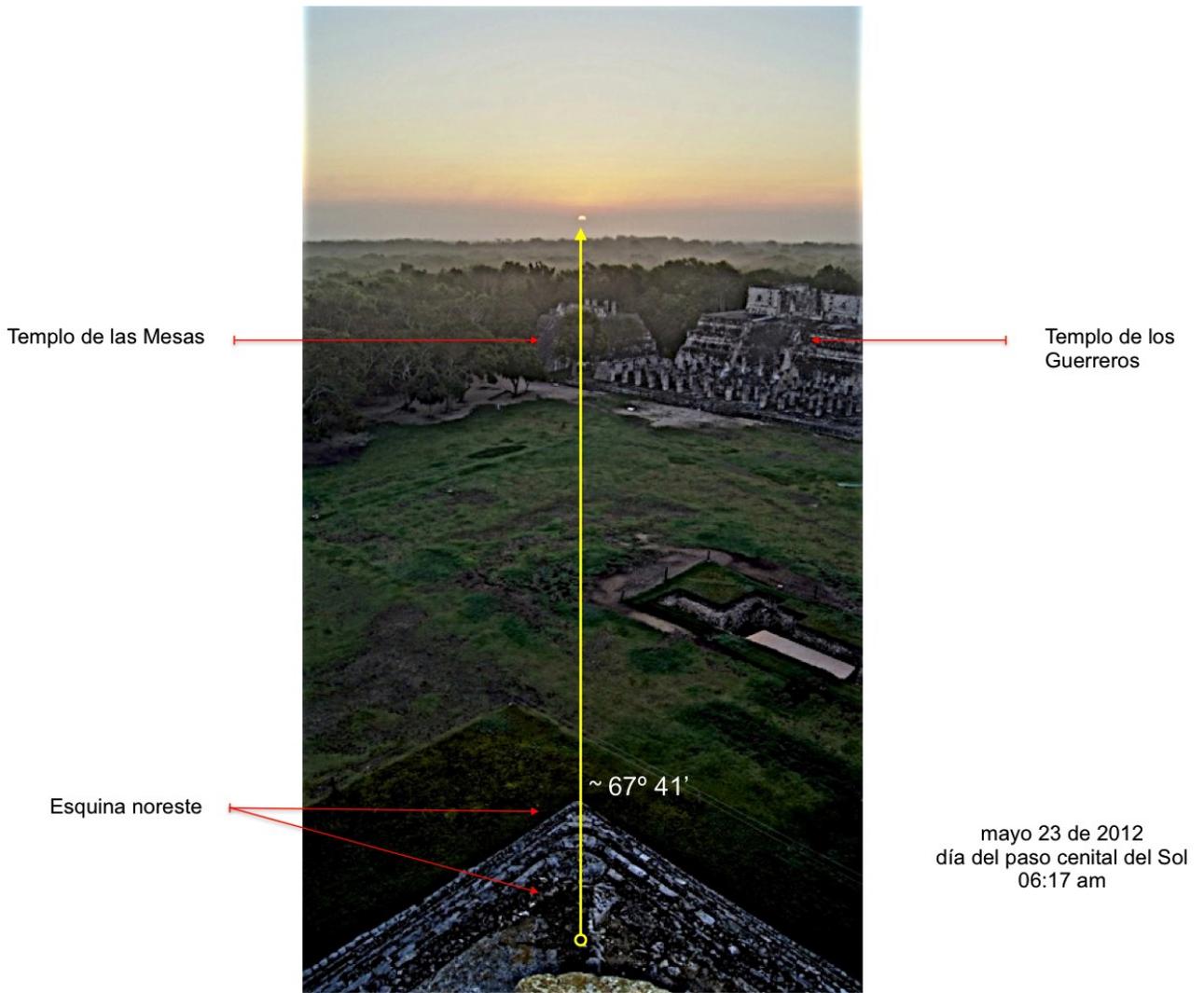


Figura 8.

Comprobación de la orientación de El Castillo con el paso cenital del Sol durante el amanecer. La línea amarilla marca la dirección entre la mediana de los triángulos formados por los nueve cuerpos de El Castillo con el Templo de las Mesas y la posición del Sol.

## Conclusiones

Cada día son más los especialistas que se adhieren a la propuesta de que los edificios dedicados al culto religioso obedecían en su ordenamiento a ideas emanadas de la cosmovisión, es decir, a las creencias que esas culturas tenían sobre el funcionamiento del universo. Estas ideas llegaron a ser particularmente importantes y sofisticadas en el México antiguo. Chichén Itzá, es un claro ejemplo que sustenta esta propuesta. Aunque es necesario advertir, que no toda la traza urbana obedeció a este criterio, pues construcciones con funciones seculares estuvieron determinadas por necesidades pragmáticas.

El Templo de las Mesas al noreste y el cenote de Holtúm al oeste, fueron incorporados desde El Castillo al telón de lo sagrado, en un escenario que permitía una lectura teológica y sideral donde se concatenaban como en ningún otro lugar las orientaciones y los alineamientos. Chichén Itzá, fundada al final del Clásico Terminal fue abandonada paulatinamente desde el siglo XIII, aunque por siglos El Castillo y el Cenote de los Sacrificios mantuvieron su importancia y continuaron siendo objeto de culto y destino de peregrinaciones aun cuando la ciudad ya estaba abandonada [Arqueología Mexicana, 2011: 81].

La pirámide de El Castillo es la cosmovisión ancestral expresada a través de una arquitectura que hace referencia directa al movimiento del Sol. Como edificio, es la herramienta de una cultura que así demuestra sus creencias vinculadas con la astronomía y la geometría; sus códigos y estructuras se conjugan con tal coherencia que conforman un lenguaje posible de interpretar siglos después. Los códigos geométricos y aritméticos presentados, expresan realidades arquetípicas que constituyen categorías propias del pensamiento y que hacen del hombre un auténtico intermediario entre lo conocido y lo desconocido del Universo.

### Obras citadas

Arqueología Mexicana

2000 «Chichén Itzá», en Arqueología Mexicana, edición especial núm. 39, pp. 80-83, México, D. F.

Arochi, Luis E.

1984 La pirámide de Kukulcán, su simbolismo solar, Panorama Editorial, S. A., México, D. F.

Aveni, Anthony

1991 Observadores del cielo en el México antiguo, editado por el FCE, México, D. F.

2010 «Las profecías mayas de 2012», en Arqueología Mexicana, vol. XVII, núm. 103, pp. 52-57, México, D. F.

Aveni, Anthony y Hartung H.

1981 «The observation of the sun at the time of passage through the zenith in Mesoamerica», en Archaeoastronomy, núm. 3, S 51, Cambridge, Reino Unido.

Broda, Johanna

1982 «Arqueoastronomía y desarrollo de las ciencias en el México prehispánico», en Historia de la astronomía en México, pp. 69 - 118, editado por la UNAM y el Observatorio Astronómico Nacional, México, D. F.

1991 «Cosmovisión y observación de la naturaleza: el ejemplo del culto de los cerros en Mesoamérica», en Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica, pp. 461-500, (Johanna Broda, Stanislaw Iwaniszewski y Lucrecia Maupomé, coord.), editado por el IIA-UNAM, México, D. F.

2006 «Zenith observations and the conceptualization of geographical latitude in ancient Mesoamerica: A historical interdisciplinary approach», en Viewing the sky through past and present cultures, Selected papers from the Oxford VII International Conference of Archaeoastronomy, edited by Todd W. Bostwick and Bryan Bates, Pueblo Grande Museum Anthropological papers, no. 15, EE.UU.

Coggins, Clemency C.

1982 «The zenith, the mountain, the center, and the sea», en Annals, New York Academy of Sciences, vol. 385, pp. 11 - 24, EE. UU.

Días Bolio, José

1955 La serpiente emplumada: eje de culturas, editado por el Registro de Cultura Yucateca, Mérida, México.

Flores Daniel y Matthew Wallrath Boller

2002 «Teotihuacán: ciudad orientada mediante observación de estrellas circumpolares», en Ideología y política a través de materiales, imágenes y símbolos, Memoria de la Primera Mesa Redonda de Teotihuacán, pp. 231 – 254, UNAM - INAH, México, D. F.

INAH

2007 «Víbora de cascabel», en Boletines, septiembre 4 de 2008, en línea el 14 de agosto <<http://www.inah.gob.mx/index.php/boletines/2-actividades-academicas/1686-vibora-de-cascabel>>.

Galindo Trejo, Jesús

2001 «Transfiguración sagrada de visiones celestes: alineación astronómica de estructuras arquitectónicas en cuatro sitios mayas», en La Pintura Mural Prehispánica en México, vol. II, área maya, tomo III, pp. 294-310, (Beatriz de la Fuente y Patricia Staines, coord.), editado por el IIE-UNAM, México, D. F.

2007 «Las Civilizaciones Mesoamericanas: Arqueoastronomía Prehispánica», en Breve Historia de la Astronomía en México, Dirección General de Divulgación de la Ciencia - Instituto de Astronomía, UNAM, 9-21, México, D. F.

2010 «El tránsito de Venus por el disco del Sol de 2012», en Arqueología Mexicana, vol. XVII, núm. 103, pp. 49-51, México, D. F.

Iwaniszewski, Stanislaw

1999 «El tiempo y la numerología en Mesoamérica», en Ciencias, núm.54, pp. 28-34, UNAM, Méx., D. F.

Landa, fray Diego de

1982 Relación de las cosas de Yucatán, 1560, Editorial Porrúa, México, D. F.

León-Portilla, Miguel

1983 De Teotihuacán a los aztecas, antología de fuentes e interpretaciones históricas, UNAM, Méx.,D.F.

Malmström, Vincent H.

1991 «Edzna: Earliest astronomical center of the maya?», en *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, pp. 37-47, (Johanna Broda, Stanislaw Iwaniszewski y Lucrecia Maupomé, coord.), editado por el IIH-UNAM, México, D. F.

1997 *Cycles of the Sun, Mysteries of the moon: The calendar in Mesoamerica Civilization*, University of Texas Press, Austin, EE. UU.

Marquina, Ignacio

1981 *Arquitectura prehispánica*, tomo II, INAH, México, D. F.

Milbrath, Susan

1988a «Astronomical images and orientations in the architecture of Chichen Itza», en *New directions in American archaeoastronomy*, Anthony F. Aveni (editor), *Proceedings of the 46th International Congress of Americanists*, *British Archaeological Review (BAR)*, International Series 454, pp. 57-79. Oxford, England.

1988b «Representación y orientación astronómica en la arquitectura de Chichén Itzá», en *Boletín de la Escuela de Ciencias Antropológicas de la Universidad de Yucatán*, vol. 15, núm. 89: 25 - 40, Mérida, México

Montero García, Ismael Arturo

2009 «Arqueoastronomía», en *Las aguas celestiales. Nevado de Toluca*, pp. 68-79, editado por el INAH, México, D. F.

Morante López, Rubén

2001 «Las cámaras astronómicas subterráneas», en *Arqueología Mexicana*, vol. VIII, núm. 47, pp. 46-51, México, D. F.

Nuttall, Z.

1928 «La Observación del paso del Sol por el cenit por los antiguos habitantes de la América tropical», en *Publicaciones de la SEP*, vol. 17, núm. 20, Talleres gráficos de la Nación, México, D. F.

Ponce de León, Arturo

1991 «Propiedades geométrico astronómicas en la arquitectura prehispánica», en *Arqueoastronomía y etnohistoria en Mesoamérica*, pp. 412-446, (J. Broda y S. Iwaniszewski, coord.), editado por el IIH-UNAM, México D. F.

Pancorbo, Luis

2011 *Los dioses increíbles*, Siglo xxi Editores, Madrid.

Rivard, Jean-Jacques

1969 «A hierophany al Chichén Itzá», en *Katunob*, vol. 7, núm. 3: 51-58, University of Northern Colorado, EE. UU.

Šprajc, Iván

2001 *Orientaciones astronómicas en la arquitectura prehispánica del centro de México*, (Colección Científica del INAH, núm. 427), editado por el INAH, México, D. F.

Stephens, John Lloyd

2008 Incidents of travel in Yucatan, editado por Cosimo Classics, New York, EE. UU.

Tichy, Franz

1992 «Las torres en la región de Chenes y el meridiano de Uxmal», en Cuadernos de Arquitectura Mesoamericana, núm. 19: 45 – 52, UNAM, México, D. F.

**Para Citar este Artículo:**

Montero García, Ismael Arturo. Astronomía, geometría y arquitectura en Chichén Itza. Rev. Incl. Vol. 1. Num. 2. Abril-Junio (2014), ISSN 0719-4706, pp. 118-137.

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Inclusiones**.

La reproducción parcial y/o total de este artículo debe hacerse con permiso de **Revista Inclusiones**.