

El patrimonio gnomónico de México: los cuadrantes solares coloniales del estado de Yucatán

Antonio Rodríguez Alcalá

Manifiéstase nuevamente en este tratado la excelencia de la Matemática, pues con maravilloso artificio, sin más índice que la sombra fugitiva de un palo o gnomon, demuestra en la Tierra cuanto la especulación astronómica procura investigar en el cielo.

Tomás Vicente Tosca, "Tratado XXVI De la gnomónica, ù de la teórica y práctica de los relojes de sol", Valencia, 1707

Introducción

Desde épocas muy remotas, el hombre ha intuido el tiempo como una referencia para el movimiento del mundo y de su propia vida. Su medición, por tanto, tiene el propósito de prever y regular tanto los acontecimientos que se presentan de manera cíclica en la naturaleza como los que emanan de las relaciones y las actividades humanas.

La fuente primaria para determinar ciclos temporales son los cuerpos celestes, principalmente el Sol, por medio de su proyección lumínica sobre la Tierra. Sin embargo, diversas culturas se han servido de la observación de otros cuerpos en el firmamento para calcular épocas de siembras y cosechas o establecer calendarios para propósitos religiosos o legales. Fray Diego de Landa reporta que la cultura maya utilizaba las estrellas para determinar la hora, como menciona en el capítulo XXXIV de su *Relación de las cosas de Yucatán*:

Regíanse de noche para conocer la hora que era por el Lucero (Venus) y las Ca-brillas (las Pléyades) y los Astilejos (la constelación de Orión o bien la de Los Gemelos, *cfr.* Piña 1994:xiv). De día, por el mediodía (sur), y desde él al oriente y poniente, tenían puestos a pedazos nombres con los cuales se entendían y se regían para sus trabajos (Landa 1997 [1566]:70).

La gnomónica, arte o ciencia de los relojes de sol (*gnomon* proviene del griego γνῶμων, bastón), también conocida, en el siglo XVIII, como fotoscia-térica (de los vocablos griegos *fotos*: φωτος, luz; *scio*: σχιο, sombra, y tereo: τηρεω, capturar), tuvo un primer momento histórico de florecimiento con las culturas griega y romana clásicas, las cuales sentaron las bases astronómicas y matemáticas para el diseño y construcción de estos artificios (Soler Gayá

1997:20). Posteriormente, especialmente durante los siglos VIII al XIV d. C., durante la época de mayor florecimiento del islam, los árabes perfeccionaron los instrumentos de medición mediante el estudio del legado griego (Martínez Almirón 2000).

Con la llegada del cristianismo y la formación de las órdenes religiosas, se impuso a los monjes un estilo de vida normado por las horas dedicadas a la oración (Fernández 2002:115-133). Fue así como san Benito de Nursia instituyó las *horæ canonicæ* (horas canónicas), que habían de observarse con el apoyo de cierto tipo de relojes de sol, que no seguían necesariamente las horas solares (Novella 2011:2) (Figura 1).

Cabe destacar que la gnomónica era una ciencia inaccesible para la mayoría de la gente y que el diseño y construcción de relojes para indicación de las horas canónicas era muy variado, si bien consistía básicamente en un semicírculo dividido en cuatro, seis, ocho o más partes en el que servía como *gnomon* un estilo perpendicular colocado en el punto de convergencia (Novella 2011:3). Este

tipo de relojes se abandonó hacia el siglo XV, cuando se sustituyeron por los de *gnomon* polar, es decir, orientados hacia Polaris, la Estrella Polar, por considerarse más confiables para las mediciones (Severino 2001:1).

El periodo histórico conocido como *la Ilustración* abrió las puertas de las ciencias a un mayor número de personas. Al popularizarse, entonces, la gnomónica, surgió el oficio de *maestro cuadranteiro*; las personas que se dedicaban a él diseñaban y construían relojes solares para las plazas y edificios públicos, las iglesias y, eventualmente, las viviendas (Roiz 1576:3); de hecho, el siglo XVIII ofrece abundantes ejemplos de cuadrantes diseñados en las más variadas modalidades (Trabulsi 1985:4). Aunque con la llegada de los relojes mecánicos primero y, posteriormente, los eléctricos, electrónicos y atómicos, la gnomónica ha empezado lentamente a decaer, en nuestros días tiene numerosos adeptos y estudiosos, que siguen produciendo relojes solares de notable precisión y belleza (CGI 2013:1) (Figura 2).

Breves fundamentos de la gnomónica

Un reloj de sol, o *cuadrante solar*, es un instrumento de medición horario basado en el movimiento aparente del Sol sobre la Tierra. En una superficie de lectura (el limbo), se coloca una varilla (*gnomon* o estilo), la cual proyecta su sombra sobre aquél. Divididos, el día en 24 h, y un ciclo solar en 360° —ambas convenciones datan de la época babilónica— dan como resultado que cada hora el Sol “recorre” 15° ($360^{\circ}/24\ h = 15^{\circ}$), fenómeno que es visible desde el orto hasta el ocaso, es decir, de las 6 de la mañana a las 6 de la tarde. Cabe destacar que la referencia literaria más antigua de un reloj de sol se encuentra en la Biblia (2 Reyes 20:8-11): Yahvé hace retroceder la sombra del reloj de Achaz, o Ajaz, 10° como prueba de la promesa de curación del rey Ezequías.

Al diseñarse cuadrantes solares, deben considerarse dos factores de ajuste para que el instrumento registre correctamente las horas a lo largo del año:

<i>Horæ Canonicæ</i>	Hora oficial aproximada	Toques de campana
Maitines ó <i>Vigilia</i>	Medianoche	
Laudes ó <i>Matutini</i>	3 A.M.	
Prima	6 A.M.	Tres
Tercia	9 A.M.	Dos
Sexta ó <i>Meridies</i>	Mediodía (Meridiano)	Una
Nona	3 P.M.	Dos
Vísperas ó <i>Vesperalis</i>	6 P.M.	Tres
Completas ó <i>Completorium</i>	9 P.M.	Cuatro

FIGURA 1. Tabla: Relación de las horas canónicas instituidas por Benito de Nursia (ca. 525 d. C.), (Antonio Rodríguez Alcalá, 2010; fuente: basada en Novella 2011:44).

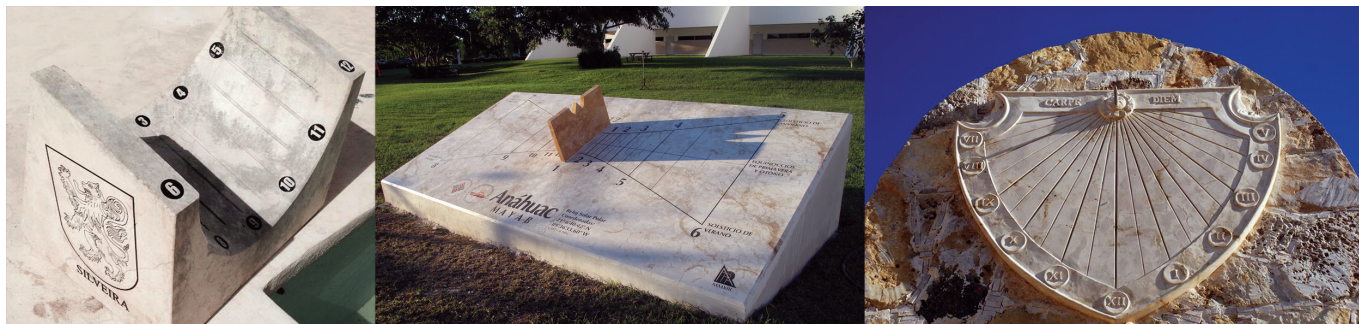


FIGURA 2. Izquierda: reloj ecuatorial semicilíndrico, el cual ostenta las armas del propietario (3:10 P.M.). Centro: cuadrante polar ubicado en el campus de la Universidad Anáhuac Mayab. Cuenta con curvas de declinación para equinoccios y solsticios y ecuación del tiempo (6:00 P.M.). Derecha: meridiana con hora solar local (7:50 A.M.). Diseños y construcción de Antonio Rodríguez Alcalá (Cortesía: Antonio Rodríguez Alcalá 2013).

a) El eje de rotación de la Tierra no es perpendicular al plano de su órbita de traslación, sino que presenta un ángulo de $23^{\circ} 30'$ en su momento de máxima declinación, de tal forma que los rayos del Sol tampoco llegan de manera perpendicular al eje de rotación de nuestro planeta. Solamente durante los equinoccios (del latín *æquinoctium*, noche igual: Bertrán de Quintana 1982:125) de primavera y otoño los rayos solares llegan perpendiculares a dicho eje, lo que hace que el día y la noche tengan la misma duración. De ahí que se deba tomar la Estrella Polar o norte astronómico o verdadero, que es hacia donde apunta nuestro eje de rotación, como referencia para la orientación del lugar donde coloquemos el reloj. La brújula no ha de utilizarse como herramienta de orientación, ya que apunta hacia el norte magnético, que no coincide con aquél, además de ser una referencia que cambia de posición constantemente. Por lo anterior, el primer dato que es necesario conocer para realizar un reloj solar son las coordenadas geográficas (latitud y longitud) del lugar donde se construirá (Bertrán de Quintana 1982:136).

b) La órbita terrestre de traslación no es circular, sino elíptica, en la que el Sol es uno de los focos de la elipse, lo que da como resultado que la velocidad de traslación de la Tierra no sea constante a lo largo del año y, por lo tanto, en tal decurso el Sol no sale ni se pone a la misma hora. Este fenómeno ha definido y caracteriza-

do las llamadas *efemérides solares*, o eventos clave de irradiación solar que se dan durante el año, siendo los más importantes los equinoccios y los solsticios.

Debido a estas variaciones en la velocidad de traslación terrestre, la hora que marca un reloj solar (hora solar local) difiere de la de los relojes mecánicos comunes (hora legal); sin embargo, es posible igualar dichas lecturas por medio de una tabla de ajuste para cada día del año, llamada *ecuación del tiempo*, que resulta de la diferencia del tiempo medio (paso del Sol por el meridiano superior del lugar) menos el tiempo verdadero (el intervalo completo del meridiano local) (Loske 1979:16).

Los relojes solares más comunes son los cuadrantes planos con estilo polar, orientados a algún punto cardinal concreto, a saber: directos a poniente (oeste), levante (este), septentrión (norte) y al meridiano (sur).

La gnomónica en la Nueva España

Para comprender el desarrollo de la gnomónica en la Nueva España es necesario revisar el avance científico alcanzado y las aplicaciones prácticas de esta ciencia en la España del siglo XVI.

En gran medida, los conocimientos astronómicos introducidos en América fueron traídos por monjes mercedarios, jesuitas y franciscanos, entre otros (Piña Garza 1994:58), quienes contaban tanto con los co-

nocimientos para calcular las coordenadas geográficas del lugar donde se fabricarían los relojes de sol como con los instrumentos y metodologías necesarios para realizar diversos tipos de observaciones astronómicas que derivarían, por ejemplo, en la elaboración de cartas de navegación confiables para los pilotos de las embarcaciones (Esteve 2002:55-57).

La tratadística gnomónica escrita en lengua castellana cuenta con una gran tradición, que se remonta a la época de la dominación árabe en la Península Ibérica (Martínez 2000:4): por un lado, en el siglo XIII el rey castellano Alfonso X el Sabio compuso los Libros del Saber de Astronomía (1276), en los que dedica un importante apartado a los cuadrantes solares; siglos más tarde, por el otro, varios tratados de arquitectura incluían, como se detallará adelante, capítulos especializados en esta materia —considerada parte de las ciencias exactas—, como los de Diego López de Arenas (1633:53-63) y Tomás Vicente Tosca (2005 [1707]: tratado XXVI). La manera de determinar la latitud del lugar por el método de las sombras equinociales se conocía por la explicación de Vitruvio: “Estando [el Sol] en los equinoccios de Aries y Libra, a nueve partes de gnomon da ocho de sombra en la altura de polo de Roma” (*De Architectura*, libro IX, capítulo VIII). Esto significaba que el arco tangente de ocho entre nueve da como resultado $40^{\circ} 25'$, que corresponde a la latitud de Roma.

Como se ha dicho, durante los equinoccios el Sol no tiene declinación, por lo que sus rayos llegan perpendiculares al eje de rotación terrestre y nos permite colocar una varilla a plomo, cuya sombra, a la hora del meridiano (punto más alto del curso del Sol) nos indicará la latitud del sitio. La determinación de la meridiana del lugar se realizaba con el método de las sombras: en un arco de círculo se marcaba la sombra que proyectaba una plomada desde el orto hasta el ocaso, y el trazo de la bisectriz resultante era la meridiana, coincidente con el eje norte-sur verdadero (Viana Martínez 2010:9).

Además de este sustrato científico, las aplicaciones de los cuadrantes solares estaban ampliamente extendidas; no sólo se utilizaban en los conventos para regular la vida monacal, sino que tenían una gran variedad de usos: los relojes marcaban las horas de descanso de los trabajadores de una cantera o bien ajustaban las “tandas” (turnos) de riego de los campesinos que tenían derecho al agua de una balsa o represa (Cañones 2010:1). Fueron populares las llamadas *meridianas*, relojes de sol muy precisos que solamente marcan el mediodía solar y que usualmente servían para poner a punto los relojes mecánicos cuando no eran tan precisos (Piña Garza 1994:7), especialmente famosas las construidas para Fernando VI en el Palacio del Real Monasterio de San Lorenzo de El Escorial por el matemático Jan Wendlingen (1715-1790) en 1755 (Navarro Brotóns 2000:58). Jesuitas como él produjeron muchos ejemplos de relojes solares que hasta la fecha existen, principalmente en Sudamérica, como los que hizo Buenaventura Suárez (1748). En resumen, estos relojes aparecieron muy pronto en el periodo virreinal como una necesidad de la vida cotidiana (Piña Garza 1994:57).

Una primera fase del avance de la gnomónica en la Nueva España consistió en colocar cuadrantes solares en los diversos conjuntos conventuales que poseían las órdenes religio-

sas (Piña Garza 1994:64). Asimismo, miembros de dichas órdenes realizaron las observaciones necesarias para la elaboración de almanaques, con sus pronósticos astronómicos, en los que, en ocasiones, se confundían los temas de la astronomía con los astrológicos (Rodríguez Sala 2005:58). De la misma manera, aunque con menor profusión, existieron relojes solares civiles diseñados por alarifes o arquitectos, para lo cual se importaron libros sobre cálculo de cuadrantes (Piña Garza 1994:58).

De acuerdo con las *Leyes de Indias* (1841 [1636]:207), dentro de las responsabilidades del cargo de cosmógrafo estaban las de enseñar la teoría de los relojes, así como calcular eclipses, recopilar derroteros de las embarcaciones, enseñar matemáticas y astronomía en ciertos periodos del año y elaborar las tablas de cosmografía de las Indias (relaciones de coordenadas geográficas de las poblaciones). Esta formación se impartía preferentemente en los colegios y conventos (Piña Garza 1994: 63).

Precisamente la tratadística especializada en temas astronómicos y gnomónicos influyó de manera decisiva en los constructores de relojes solares en la época colonial (Piña Garza 1994:58-62). Entre los autores más destacados está el ya citado Tomás Vicente Tosca (2005 [1707]), presbítero de la congregación de san Felipe Neri, con su tratado xxvi sobre gnomónica, que forma parte del tomo ix de sus “Tratados de Arquitectura Civil, Monte y Cantería, y Reloxes”, publicados en Valencia. Sobresale, asimismo, el fraile mercedario mexicano Diego Rodríguez (1649), catedrático de matemáticas en la Universidad de México y autor, entre otras obras, de varios tratados sobre cometas y relojes solares, a quien se le atribuye la autoría del reloj solar existente en el convento de santo Domingo de Guzmán de Oaxaca (Piña Garza 1997:2). Además de tratados náuticos con temas relacionados con la ubicación naval por medio de referencias astronómicas (Trabulse 1984:16), están los de

arquitectura que cuentan con capítulos especializados en construcción de relojes de sol, donde figuran, además del de López de Arenas, los de fray Andrés de San Miguel y Joan de Arphe y Villafañe.

Los cuadrantes coloniales mexicanos que hasta la fecha se conservan presentan características similares entre sí; suelen ser cuadrantes perfectamente orientados hacia algún punto cardinal concreto, lo cual, además de facilitar los cálculos para los trazos horarios, posibilitaba una mayor difusión de los conocimientos gnomónicos entre los miembros de las órdenes religiosas. En varios conventos no sólo existían cuadrantes sino incluso conjuntos gnomónicos, consistentes en dos, tres o aun cuatro relojes, orientados a los puntos cardinales, usualmente ubicados en los claustros o patios de los inmuebles. Sin embargo, también es posible encontrar relojes para funciones específicas, por ejemplo, relojes solares que se ubicaban en azotea, especiales para que los campaneros tocaran los llamados a misa u oración de manera oportuna, o bien aquellos que apoyaban al personal que elaboraba los alimentos, como en el patio de las cocinas del convento de Tepotzotlán (Castorena y Figueroa 2005:24) o los de servicio público, colocados en plazas, como el donado por los agustinos al ayuntamiento de la villa de Jamay (en el actual estado de Jalisco) en 1766 (EMDM 2000:33).

Los relojes solares coloniales de Yucatán

Como parte de una investigación más amplia orientada al estudio de los cuadrantes solares producidos durante la época colonial en México, hemos identificado en el estado de Yucatán las piezas que se detallan enseguida:

San Antonio de Padua de Izamal

En su *Historia de Yucatán*, fray Diego López Cogolludo menciona que el

autor del reloj solar del convento de san Antonio de Padua de Izamal fue el fraile franciscano Julián de Cuartas (1553-1610), natural de Almagro, en la región neocastellana de Ciudad Real, que llegó a Yucatán en 1572, a quien, asimismo, se le atribuye la realización de otros cuadrantes solares para conjuntos religiosos, como los de Conkal y Valladolid (Bretos 1987:72). Con base en el *Devocionario* de Bernardo de Lizana (1893 [1633]:97, verso), Miguel Bretos refiere que el fraile instruyó a numerosos indígenas en la pintura y el tallado de retablos “al modo español”: “dondequiera que estaba hacía relojes de sol, de muchas diferencias, que enseñaba a otros para que lo pudiesen hacer, y a los mismos indios” (Bretos 1992:71). Este renombrado historiador recientemente sacó a la luz el nombre de otro constructor franciscano de cuadrantes solares: fray Francisco Gadea (Bretos 2013:187). El reloj de Izamal se ubica en el costado oriente del primer claustro, sobre una ménsula de piedra, con el fin de permitir la lectura de las dos caras del instrumento (Figura 3).

Los trazos horarios de este cuadrante, con radiales cada 15° , forman dos semicírculos, uno en cada cara. La numeración horaria es en el sentido contrario a las manecillas en su cara sur y en el sentido de las manecillas en su cara norte. El cuadrante posee un gnomon de hierro perpendicular al plano, que lo atraviesa por el polo, configuración que lo define como un *cuadrante ecuatorial* que, sin embargo, no tiene la inclinación de su limbo en correspondencia con la colatitud del lugar, sino que se encuentra a plomo sobre la ménsula, como probable resultado de alteraciones posteriores: Izamal se ubica a $20^\circ 55' 57''$ latitud norte, por tanto el reloj debe guardar una inclinación de $69^\circ 4' 3''$ sobre el plano horizontal (colatitud). Aunado a ello, en la pieza se aprecian modificaciones a un pedestal o chaflán, al pie de la cara inferior, lo que posiblemente fijaba ésta con la inclinación debida. Por todo lo anterior, el reloj ofrece la



FIGURA 3. Cuadrante ecuatorial en el convento de san Antonio de Padua, Izamal. Demostración de la reclinación correcta que debería guardar el cuadrante ($20^\circ 55' 57''$), correspondiente a la latitud del lugar. Al fondo de la imagen se aprecia el Kinich Kakmó, vestigio piramidal mesoamericano (Fotografía: Antonio Rodríguez Alcalá, 2010).

hora solar local de manera incorrecta, además de que su cara sur no se ilumina durante el otoño e invierno de manera puntual. No obstante, en tanto que se trata de uno de los primeros relojes de horas astronómicas producido en América, constituye un valioso ejemplar de nuestro patrimonio cultural gnomónico.

En el patio norte del convento se ubica otro reloj solar, en desuso, posiblemente una copia del original, al cual le falta el gnomon y presenta toscos trazos convergentes. No fue posible datarlo, por lo que provisionalmente se mantiene sólo dentro del censo de piezas identificadas.

Catedral de Mérida

En la azotea de la catedral de Mérida, al costado sur de la cúpula, se encuentra un reloj solar utilizado por los campaneros para regular las horas de los llamados a los oficios religiosos. Data aproximadamente de mediados del siglo XVII y, a semejanza del de Izamal, es ecuatorial, con la variante conocida como *ecuatorial semicilíndrico*, denominación que se

debe a que el limbo consiste en un anillo hemicíclico, cuyo gnomon son las dos aristas extremas del limbo. La pieza se encuentra correctamente orientada e inclinada y en buen estado de conservación (Figura 4).

Recientemente se descubrieron los trazos de otro presunto cuadrante en la cara poniente del segundo cuerpo de la torre sur, sin embargo, estos no posibilitan una lectura horaria tan extendida dada su posición, ya que sólo ofrecería las horas vespertinas. Dichos trazos están más probablemente relacionados con los relojes mecánicos que históricamente se han ubicado en ese elemento arquitectónico, algunos de cuyos vestigios subsisten a la fecha.

Ex convento de san Juan Bautista, Motul

Como un caso único de instrumentos de observación astronómica de la época colonial, hay que referirse al existente en el ex convento de san Juan Bautista, en Motul.

Sobre la pared sur del claustro alto se encuentra pintada una rueda



FIGURA 4. Reloj solar ecuatorial semicilíndrico en las bóvedas de la catedral de Mérida (ca. siglo XVII), el cual se encuentra correctamente orientado y reclinado. La hora que marca la pieza es 9:10 A.M. (Fotografía: Antonio Rodríguez Alcalá, 2010).

dárica nocturna del marino español Diego García de Palacio que figura en su *Instrucción náutica para el buen uso y regimiento de las naos, su traza y gobierno conforme a la altura de México*, publicada en la Nueva España en 1587 (Trabulse 1984:23) (Figura 5).

A tal grado son semejantes la rueda de Motul y la figura de García de Palacio que son coincidentes tanto la disposición de los meses en la rueda como la posición y el número de estrellas que conforman la constelación citada. La pintura mural se encuentra en mal estado de conservación.

Ex convento de san Francisco, Conkal

En el costado norte del claustro del siglo XVIII del ex convento de san Francisco de Conkal se ubica un reloj de sol sobre un pedestal con canes de piedra labrada, de factura similar a las del reloj de Izamal (Figura 6), presuntamente reclinante y, como se ha dicho, igualmente atribuido a fray Julián de Cuartas.

El reloj cuenta con características prácticamente idénticas a las que el mismo Julián de Cuartas realizó en Izamal, tratándose de un cuadrante ecuatorial con trazos equidistantes a cada 15°. Sin embargo, no tiene la inclinación debida dada su tipología, ya que su reclinación actual es de 40°. No es posible leer su cara “otoño-invierno”, porque está asentado en un parapeto de mampostería y el gnomon actual consiste en una porción de tubería hidráulica de cobre que tampoco guarda un ángulo perpendicular con el limbo.

Los deterioros que presenta el cuadrante son: pátina vegetal generalizada, degradación de los números horarios y trazos, lo que vuelve ilegible la pieza, así como una porción faltante en el ángulo superior derecho, la cual se “restauró” con una tosca aplicación de argamasa. También es de destacarse su ubicación actual: el reloj data del siglo XVI y hoy en día se encuentra en el

FIGURA NOCTVRNA.

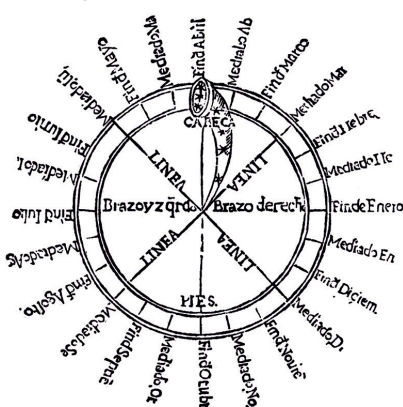


FIGURA 5. El “Círculo astrológico” de Diego García de Palacio, publicado en México en 1587. Derecha: la rueda calendárica del convento de Motul, probablemente basada en dicho círculo, que sirve para la determinación del mes en curso con base en la alineación de la Osa Menor respecto de la Estrella Polar (Fotografía: Antonio Rodríguez Alcalá, 2012; fuente: Trabulse 1984:23).

calendárica dividida en ocho secciones, con indicaciones para cada mes del año, dentro de la cual está trazada la constelación de la Osa Menor y, en su centro, que coincide con el del círculo, la Estrella Polar que, al estar fija en el firmamento, permite la orientación astronómica en el hemisferio norte. De la alineación de las demás estrellas pertenecientes a dicha constelación respecto de Pola-

ris se obtiene el mes del año en un movimiento cíclico, a la manera de los antiguos nocturlabios.

Su ubicación permite al observador, en un solo movimiento, dirigir la mirada hacia el norte, donde se localiza Polaris y, simultáneamente, consultar el instrumento para, así, conocer la etapa del mes en curso. Cabe destacar que esta pieza probablemente se copió de la rueda calen-



FIGURA 6. Reloj solar ecuatorial en el convento de Conkal. Su posición original fue modificada (Fotografía: Antonio Rodríguez Alcalá, 2013).

claustro del siglo XVIII del conjunto conventual, de modo que, con toda probabilidad, originalmente estaba en el correspondiente al siglo XVI.

Convento de san Bernardino de Siena, Valladolid

Con el convento de san Bernardino de Siena, de Valladolid, dio inicio el análisis de los conjuntos gnomónicos conventuales de Yucatán, que, como ya se mencionó, se caracterizan por estar orientados a cada punto cardinal, independientemente de la posición del edificio. El eje principal poniente-oriental del convento presenta un esviaje de 45° al poniente, por lo que los cuatro relojes del conjunto gnomónico siguen esta declinación para, así, estar ubicados en las esquinas del claustro en dirección a cada punto cardinal (Figura 7).

Uno de los relojes, que “sobrevive [...] en el claustro del convento de san Bernardino de Sena” (Bretos

1992:83) y se le atribuye a De Cuartas, no ha sido localizado, de manera que, más probablemente, habría que pensar que el fraile fue autor de todas las piezas, en tanto que sólo así, en conjunto, se garantizaría una lectura horaria continua, necesaria para la observancia de las horas canónicas por parte de los religiosos.

Los cuadrantes se encuentran en mal estado de conservación, ya que se han borrado los trazos horarios, que posiblemente se aplicaron mediante la técnica de esgrafiado, aparte de que los gnómones se han perdido.

Convento de La Asunción, Mama

El convento de La Asunción, de Mama, cuenta en su claustro con tres relojes solares orientados al meridiano, levante y poniente. Aunque sus gnómones se han perdido, se conservan los trazos horarios, los cuales son muy probablemente originales y pueden considerarse correctos, ya que la

inclinación de los trazos paralelos de los cuadrantes a levante y poniente coinciden con la latitud del lugar, mientras que las radiaciones del cuadrante meridional están especialmente calculadas para la zona.

Los cuadrantes se encuentran en mal estado de conservación, ya que los aplanados esgrafiados con los trazos horarios están en riesgo de perderse, pudiendo aún apreciarse las huellas de empotramiento de los gnómones. Éstos debieron consistir en una placa triangular de hierro en el caso del cuadrante meridional, y unas rectangulares, del mismo material, colocadas en las líneas de las 6 de la mañana y las 6 de la tarde, en los relojes orientados a levante y poniente, respectivamente.

Convento de La Asunción, Muna

Este convento, que data de finales del siglo XVII, presenta en su claustro un conjunto de cuatro cuadrantes solares orientados a sendos puntos

cardinales. Su fecha de construcción nos es desconocida, aunque suponemos que es coetánea a la época en que se erigió el convento (Rodríguez Alcalá 2007:3). Estos relojes tienen una peculiar manera de marcar los

trazos y la nomenclatura horaria, ya que ninguno de ellos es correcto. Sabemos que en los cuadrantes históricos puede haber discrepancias en el trazo horario debido, principalmente, al cálculo de la declinación de la

pared; sin embargo, este caso presenta errores significativos en todos sus elementos. Por ejemplo, respecto de la nomenclatura, en el cuadrante meridional las horas se marcan correctamente desde el orto (6 de la mañana) hasta el meridiano (12 horas en la vertical), pero no se continúa con la 1 de la tarde, sino que se numeran inmediatamente en orden descendente desde las 6 de la tarde hasta la 1, lo que constituye una hora incorrecta para el ocaso. Mención aparte merecen los trazos horarios, que presentan ángulos equidistantes entre sí, lo cual no es adecuado para este tipo de cuadrante, además de que el gnomon no muestra una inclinación respecto del limbo equivalente a la colatitud del lugar. Una situación similar ocurre con los relojes restantes, que tienen trazos, gnómones y numeración horaria incorrectos.

Por investigaciones personales de campo supimos que el presbítero de Oxkutzcab mencionó que, durante su ministerio en la parroquia de Muna, un albañil “restauró” los relojes del convento calculando los trazos a lo largo de seis meses mediante un reloj de pulsera y una varilla, haciendo las anotaciones correspondientes en los muros. Esta evidencia demuestra que los parapetos originales son correctos, pero los trazos han sido modificados incorrectamente.

Convento de San Francisco, Oxkutzcab

Este convento cuenta con dos cuadrantes solares que, ubicados en el claustro, formaban parte de un conjunto gnomónico completo de cuatro piezas. Perdidos los orientados a levante y al meridiano, a los que quedan en pie (a poniente y a septentrión) se les restituyó el aplanado durante unos trabajos de restauración efectuados en el 2007, sin haberse completado sus trazos y gnómones ni haber integrado o repuesto las dos piezas faltantes.



FIGURA 7. Los conjuntos gnomónicos conventuales de Yucatán. En orden descendente: Valladolid, Mama, Muna y Oxkutzcab (Fotografía: Antonio Rodríguez Alcalá, 2013).

Conclusiones

Los cuadrantes solares que se encuentran en edificaciones de la época colonial en el estado de Yucatán constituyen un valioso patrimonio cultural que es necesario conocer y preservar. Por medio de los que aún hoy podemos observar en los claustros de conventos y templos se recrea la forma de medir el tiempo que regulaba las actividades religiosas y civiles de nuestros antepasados, y se comprueba el grado de avance científico-técnico que permitió producir estos marcadores, muchos de los cuales se encuentran en mal estado de conservación.

Tras una exploración inicial, se establece que el patrimonio gnomónico colonial yucateco es sumamente abundante: cuatro conjuntos gnomónicos conventuales y cuatro ejemplares individuales conforman un total de diecisiete cuadrantes solares que perduran hasta la fecha, sin contar la rueda calendárica de Motul. De esta muestra, solamente uno de ellos, el de la catedral de Mérida, se encuentra en funcionamiento correcto, mientras que los dieciseis restantes están deteriorados, presentan faltantes en los trazos horarios o los gnómones, o bien se han rehabilitado inadecuadamente.

Recuperar nuestro patrimonio cultural gnomónico, por lo tanto, es una tarea indispensable, ya que a través del conocimiento de estos instrumentos de medición podemos descubrir un aspecto importante de nuestra cultura: la del ritmo de vida y de las actividades de la población durante el Virreinato.

La historiografía existente que ha abordado temas gnomónicos de la época colonial en nuestro país no lo ha hecho desde el punto de vista técnico, sino desde la perspectiva histórico-documental —siendo sumamente valiosos los trabajos de Elías Trabulse, Eduardo Piña Garza y Miguel Bretos—, por lo que consideramos necesario incrementar el número de estudios especializados que nos permitan conocer con mayor precisión las características de estos

relojes solares en términos de la gnomónica y, de esta forma, coadyuvar a su restauración acertada y contar con una percepción más integral de nuestro pasado.

Agradecimientos

El autor desea agradecer de manera especial a los siguientes especialistas en gnomónica: Martha Alicia Villegas Vizcaíno, Joan Serra Busquets y Antonio Cañones.

Referencias

Alfonso X el Sabio, rey de Castilla

1276 *Libros del saber de astronomía*, Madrid, Biblioteca Histórica Marqués de Valdecilla (Universidad Complutense de Madrid), documento electrónico disponible en [http://biblioteca.ucm.es/historica/libros-del-saber-de-astronomia], consultado en diciembre del 2013.

Bertrán de Quintana, Miguel

1982 *El Sol en la mano. Estudios de iluminación: orientación y relojes solares*, México, UNAM.

Bretos, Miguel A.

1987 *Arquitectura y arte sacro de Yucatán, 1545-1827*, México, Dante.

1992 *Iglesias de Yucatán*, México, Dante.

2013 *La catedral de Mérida. La gran casa de Dios en medio de T'hó*, México, Cultura Yucatán, A. C.

Cañones, Antonio

2010 "Reloj de la balsa de riego de Pliego", Antonio Cañones (coord.) *Relojes de sol de la región de Murcia (España)*, documento electrónico disponible en [http://webs.ono.com/andana/pliego.htm], consultado en junio del 2013.

Castorena, Gloria María y Aníbal Figueroa

2005 *Respuesta bioclimática de la arquitectura colonial religiosa en México*, México, UAM-A, documento electrónico disponible en [http://www.ometeca.org/HTML/conf2005/Castorena.htm], consultado en junio del 2013.

CGI

2013 *Gnomónica Italiana*, Italia, CGI

(Coordinamento Gnomonico Italiano), documento electrónico [página web], disponible en [http://www.gnomonicaitaliana.it], consultado en agosto del 2013.

EMDM

2000 "Estado de Jalisco. Jamay", en V.V.A.A. *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*, documento electrónico disponible en [http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM14jalisco/municipios/14047a.html], consultado en diciembre del 2013.

Esteve Secall, Carlos E.

2002 *La ciencia gnomónica en la España del siglo XVI: análisis, desarrollo y evolución de las técnicas horológicas*, Granada, Universidad de Granada (tesis doctoral), documento electrónico disponible en [http://www.nicolaseverino.it/universidad_de_granada.htm], consultado en diciembre del 2013.

Fernández, Pedro

2002 *Historia de la liturgia de las horas*, Barcelona, Centro de Pastoral Litúrgica.

Landa, fray Diego de

1997 [1566] *Relación de las cosas de Yucatán*, México, Dante.

Leyes de Indias

1841 [1636] *Recopilación de leyes de los reinos de las Indias*, Madrid, Boix.

Lizana, Bernardo de

1893 [1633] *Historia de Yucatán. Devocionario de Nuestra Señora de Ixamal y conquista espiritual*, México, Imprenta del Museo Nacional.

López de Arenas, Diego

1633 *Breve compendio de la carpintería de lo blanco y tratado de alarifes*, Sociedad Española de Historia de la Construcción, documento electrónico disponible en [http://www.sedhc.es/bibliotecaD/1633_Diego_Lopez_de_Arenas_Carpinteria_de_lo_blanco.pdf], consultado en junio del 2014.

Loske, Lothar M.

1979 *Cronometría. Del obelisco al reloj de cuarzo y atómico. Tratado histórico, cultural y técnico sobre todo el campo de la medida del tiempo y sus instrumentos*, México, Impulso.

Martínez Almirón, Esteban

2000 "Sa'a shamsiyya' andalusí",

- Reloj Andalusí*, documento electrónico [página web] disponible en [http://www.relojandalusi.org], consultado en junio del 2014.
- Navarro Brotóns, Víctor
2000 "El Colegio Imperial de Madrid", *Historia* 16, 287: 39-54.
- Novella, Pedro J.
2011 *Relojes de sol canónicos con numeración*, Centre Mediterrani del Rellogge de Sol, documento electrónico disponible en [http://www.rellotgesdesol-cmrs.org/pdf/gnomonica/34.pdf], consultado en junio del 2014.
- Piña Garza, Eduardo
1994 *Los relojes de México*, México, UAM-A.
1997 "El reloj del ex convento de santo Domingo en Oaxaca", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, UNAM, documento electrónico disponible en [http://www.smf.mx/boletin/Ene-97/articles/reloj.html], consultado en diciembre del 2013.
- Rodríguez, Diego
1649 *Tratado del modo de fabricar relojes horizontales, verticales, orientes, etc., con declinación, inclinación o sin ella: por senos rectos, tangentes, etc., para por vía de números fabricarlos con facilidad*, manuscrito, México, Biblioteca Nacional de México.
- Rodríguez Alcalá, Antonio
2007 *Web de cuadrantes solares coloniales de Yucatán*, documento electrónico [página web] disponible en [http://relojdesolucatan.blogspot.com], consultado en diciembre del 2013.
- Rodríguez Sala, María Luisa
2005 "Astrónomos-astrólogos en la Nueva España. Del estamento ocupacional a la comunidad científica", *Ciencias* 78: 58-65.
- Roiz, Pedro
1576 *Libro de relojes solares*, Valencia, Casa de Pedro de Huete.
- Severino, Nicola
2001 *Storia della gnomonica. La storia degli orologi solari dall'Antichità alla Rinascenza*, Italia, documento electrónico [página web] disponible en [http://www.nicolaseverino.it], consultado en diciembre del 2013.
- Soler Gayá, Rafael
1997 *Diseño y construcción de relojes de sol y de luna. Métodos gráficos y analíticos*, 2a ed., Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, demarcación de Baleares (Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería 29).
- Suárez, Buenaventura
1748 *Lunario de un siglo, que comienza en enero del año de 1740, y acaba en diciembre del año de 1841, en que se comprehenden ciento y un años cumplidos*, Lisboa, Imprenta de Francisco da Silva, documento electrónico disponible en [https://ia600403.us.archive.org/5/items/lunariodeunsiglo00su/lunariodeunsiglo00su.pdf], consultado en junio del 2014.
- Tosca, Tomás Vicente
2005 [1707] "Tratado XXVI. De la gnomónica, u de la teórica y práctica de los relojes de sol", "Tratados de arquitectura civil, monte y cantería, y relojes", en *Compendio matemático en que se contienen todas las materias más principales de las ciencias que tratan de la cantidad*, t. IX, Valencia [documento electrónico en CD].
- Trabulse, Elías
1984 *Historia de la ciencia en México*, México, Conacyt/FCE.
1985 "El reloj de Oaxaca. Astronomía en el México colonial", *Estudios Filosofía-Historia-Letras*, México, ITAM.
- Viana Martínez, Vicente
2010 *Construcción de relojes de sol. Teoría y práctica*, Universidad de Alicante, documento electrónico disponible en [http://www.ua.es/personal/viana/Documentos/Astronomia/RelojesSolTema01.pdf], consultado en diciembre de 2013.

Resumen

La gnomónica, o arte del cálculo, diseño y construcción de relojes de sol, existe desde épocas remotas en diversas culturas del mundo. En México, donde la observación de cuerpos celestes data de tiempos mesoamericanos, se produjeron numerosos relojes solares a la llegada de la civilización europea, muchos de los cuales subsisten hasta la fecha, aunque algunos en precario estado de conservación, mientras que otros se han perdido.

En este INFORME se identifica y estudia la presencia de una serie de relojes solares ubicados en inmuebles religiosos de la época colonial en el estado de Yucatán (México), el conjunto de diecisiete cuadrantes solares y una rueda calendárica, cuyo registro constituye una primera acción para su posterior recuperación.

Palabras clave

gnomónica; reloj solar; época colonial; Yucatán, México

Abstract

Gnomonic, the art of calculation, design and construction of sundials has existed among various cultures of the world from the earliest of times. In Mexico, observation of celestial bodies dates back to Mesoamerican times. With the arrival of European civilisation many sundials were produced, of which many can be found up to the present, although some are in precarious state while others got lost.

This REPORT identifies and studies the presence of a series of sundials from the State of Yucatán, Mexico, located in religious buildings from the Colonial Era: a group of seventeen solar quadrants and a calendaric wheel have been registered as a first step towards their subsequent recovery process.

Key words

gnomonics; sundial; Colonial Era; Yucatan, Mexico

Título en Inglés: Gnomonic Heritage of Mexico: Solar Quadrants from the State of Yucatán's Colonial Era

Postulado/Submitted 06.01.2014
Aceptado/Accepted 19.08.2014