

La Catedral de Santiago de Cuba cómo ejemplo emblemático de la difusión de saberes entre Europa y Latinoamérica

Elena Perria
Daniela Sinicropi
Michele Paradiso

Durante el largo proceso de colonización llevado a cabo por los españoles en tierras americanas, la necesidad de los colonizadores de construir edificios de delegación en las nuevas ciudades, llevó a una lenta integración de la cultura europea e indígena. Gracias a la llegada de profesionales con marcadas intenciones de imponer sus conocimientos técnicos, se van introduciendo ideas europeas en las técnicas, proporciones, materiales constructivos y aspectos morfológicos. La creación de estructuras de fábrica, praxis constructiva española exportada y utilizada por los colonizadores en el nuevo mundo, no hubo larga vida debido al efecto de los temblores. Fue fundamental saber adaptar las funciones del mundo occidental a los medios con que se contaba en el Nuevo Mundo, materiales, manos de obra y sistemas constructivos. Además, la iglesia como centro de la función religiosa, se concibió como requisito funcional europeo con el aporte de la cultura y tradición constructiva local. A pesar de la resistencia de los europeos al adaptar sus hábitos al medio geográfico americano, la existencia de numerosos maestros indígenas en las distintas artes constructivas fue fundamental desde el primer momento, aportando su ayuda en las construcciones realizadas por los conquistadores. Los maestros nativos no solamente dominaban técnicas que adaptaron a las necesidades de los españoles, sino que conocían los problemas y las soluciones constructivas del territorio en el cual vivían. Gracias a las prolongadas discusiones a lo largo de los siglos de colonización, las técnicas europeas y las indígenas

se encuentran en el nuevo *sistema colonial*, que gracias a su eficacia, nos ha permitido admirar maravillosas fábricas hasta el día de hoy no obstante los frecuentes terremotos y huracanes.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CATEDRAL: PROBLEMAS Y SOLUCIONES OCURRIDOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

La catedral de Santiago fue la primera en Cuba y remonta sus orígenes a la primera mitad del siglo XVI. El edificio, que se caracterizaba por ser el ejemplo de construcción en madera con mayores proporciones de toda la isla, sufrió varias destrucciones y reconstrucciones durante el siglo XVII: uno entre los años 1640 y 1684 y otro desde 1686 a 1690, intentando mantener en buen estado una estructura que estaba cimentada sobre un terreno con continuos movimientos, sujeto a los ataques de los piratas y a la furia de los frecuentes huracanes. Surgió por consiguiente la necesidad de construir un edificio que fuese sólido y representativo del poder eclesiástico en la Colonia. En la construcción de la tercera catedral intervinieron el ingeniero José del Monte, el maestro de albañilería Gonzalo Merino y el de carpintería y alarife de la ciudad Francisco de Pliego. La catedral era de tres naves, orientadas según las Leyes de India este-oeste; la fachada era caracterizada por la presencia de una torre campanario y un cementerio se hallaba entorno a la iglesia echa de cal y ladrillos. Inte-

riormente era toda de madera toscamente labrada y se dispuso que de horcón a horcón se tirasen unos arcos de madera. Siguieron añadiéndole una elegante torre y una cúpula durante la década siguiente.

En 1766 un fuerte terremoto destruyó la mayoría de los edificios de la ciudad, muchas iglesias y parte de la catedral correspondiente a la capilla mayor, la única parte que fue construida sin el soporte de la horconadura en madera. El proceso de reconstrucción llevó docenas de años de propuestas y revisiones de proyectos, determinando una lucha entre las teorías arquitectónicas y estilísticas procedentes de la península ibérica y necesidades fisiológicas de la ciudad caribeña.

En 1777 el Rey mandó a redactar un nuevo plan por el ingeniero Buenaventura Buceta, Teniente Coronel de la Infantería, aprobado en el febrero de 1784 (figura 1). La catedral estaba formada por «una planta de tres naves con capillas a cada lado, transepto ligeramente saliente y cabecera de giróla con absidíolos. ... Los pilares eran todos de sección uniforme, pero los alternos recibían arcos torales, que dividían la nave en cinco compartimientos cuadrados techados con bóvedas falsas esquifadas. El cálculo de esta obra revela que la estructura principal habría de ser

un esqueleto o armazón de horcones de madera dura para resistir a los terremotos. En la fachada ... la nave central se acusa por un hastial en forma de retablo, tratado con lastras pareadas superpuestas y un coronamiento de volutas y pináculos; ... a las naves laterales corresponden cuerpos más bajos rampantes que forman el tránsito a las torres, de moderada altura, compuestas de cuatro pisos escalonados»(Angulo 1936-39, 1: 125-127, láminas 45-46).

Hubieron primeras disputas cuando la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid, institución encargada de la examina final de los proyectos, encargó modificaciones en los planos aprobados por «defectos esenciales en la disposición y en la forma» (RABASF, 32-5/2).

En España, la técnica de cúpulas y bóvedas en madera se había utilizado durante los dos siglos anteriores por la necesidad de disminuir el costo de las construcciones debido a una asfixiante recesión que afectó la Corona española. El uso de tal tipo de carpinterías era también motivado por el advenimiento del estilo Barroco; al obligar a idear métodos baratos para la transformación espacial de las naves de los templos existentes, se ayudó el desarrollo y la difusión de las bóvedas encamionadas. La construcción mediante madera era entonces un símbolo de falta de recursos, ahorro de dinero y materiales, y estaba principalmente utilizado en iglesias pequeñas o de poca importancia. Esto no era el papel que la Corona quería asignar a la catedral de Santiago, sede del Arzobispado de la isla de Cuba, y ante el rechazo de los planos enviados desde América y la dificultad de conseguir otros que se adaptaran a las formas y características exigidas por la Academia, el rey decretó que fuera la misma Institución quien se ocupara de realizar los planos. Fue encargado de realizar el proyecto el arquitecto real Manuel Martín Rodríguez, que en el 1797 remitió a informe 6 diseños (AHN, Consejos 21.401), que serían aprobados en su totalidad en 1798. En el documento contenido en el Archivo de la Real Academia se describe la catedral:

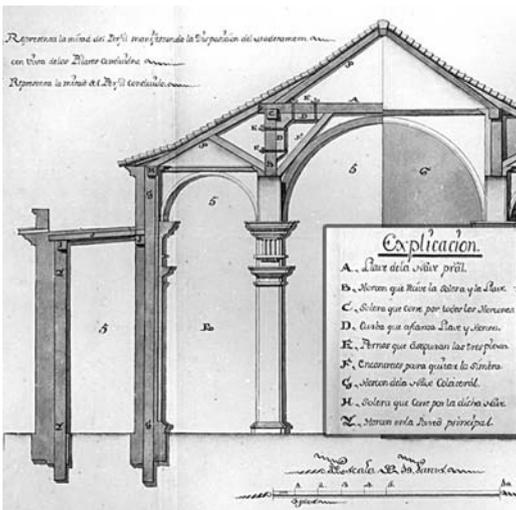


Figura 1
Sección transversal de la estructura de la catedral con horcones redactado por Bonaventura Buceta en el año 1779 contenido en el Archivo de Indias de Sevilla (AGI, MP, Santo Domingo, 448 – 32692436)

Fue concebida sobre el terreno que ocupaba la antigua Catedral y su cementerio, extendiéndose hasta un tercio de la plaza; era su ancho de 59 varas 1 pie y su largo de Norte a sur de 80 varas y 2 pies. Su planta se reducía a dos naves principales en forma de crucero. ... Dos pequeñas y graciosas torres que remataban en sus cúpulas...; en medio de estas torres sobresalía la cúpula que cubría el crucero de la iglesia de 69 varas de elevación

sobre el terreno de la plaza, su grueso estaba sobre 16 intercolumnios con un espacio capaz de andar por el libremente un hombre, el círculo interior estaba cubierto de cristales (ASF, Archivo, sign. 1-43-2).

Las técnicas constructivas que los alarifes españoles llevaron a América no contaban con el perfeccionamiento adecuado para funcionar en un medio sísmico tan activo. El gobernador de Cuba recalca al rey la importancia de «construir un templo que conciliase la posición que ocupa y al mismo tiempo se adaptase a la arquitectura del País sobre horcones, que contienen la fuerte vibración de los temblores de que es acometido» (Archivo Museo Arzobispado, Teodoro Moreno 1797).

Más, en 1801 un terremoto que provocó el colapso de gran cantidad de edificios en ladrillo y ocasiona daños a la vieja catedral, revivió el debate técnico sobre la eficiencia sísmo-resistente de las estructuras de fábrica, especialmente después de haberse visto el buen desempeño de las estructuras de madera y cuje-existentes en la ciudad¹.

No obstante el rey continuase opinando que la obra debía de hacerse según el plano aprobado por la Academia, en el 1806 el Obispo ordenó el comienzo de las obras, reiterando que el templo debía ser acomodado a la localidad, acometida de terribles temblores. Eso fue la ocasión para que en 1810, basándose en un plano trazado por el teniente de navío Agustín de Zabala y aprovechando de la experiencia del maestro de carpintería Pedro Fernández, fueron empezadas las obras de construcción. La nueva catedral, constaba de cinco naves separadas por pilares formados por haces de horcones de madera dura, con arcos y bóvedas encamionadas del mismo material, para que resistiese a los terremotos. El resultado fue una catedral de valores arquitectónicos y muy singular, gracias a la intervención de Pedro Fernández, maestro artesano conocedor de la realidad santiaguera, que interpretó con ingenuidad y libertad los modelos historicistas adecuándolos a las necesidades concretas.

Está compuesta su planta de [5] naves que solo es regular la del medio y el pilar de los arcos del crucero a no estar este edificio sobre horcones, seguramente estarían ya por el suelo; respecto a que en donde se hallan los púlpitos tiene cerca tres varas de ancho y quiénes son los que sirven de empuje a los arcos laterales de la cúpula, quedando los otros pilares que figuran el empuje por la

parte opuesta sólo tendrán una vara de ancho, lo que hace también una vista desagradable y contra todo el orden de arquitectura; los techos que pudieran haberse figurado unas bóvedas enanetas, se defectuaron echándose una vara por debajo de las llaves ó soleras un techo de tabla en forma de cañón de bóvedas (Callejas 1911, 93-94).

En el 1852 un temblor causó daños a la catedral, causando la ruptura de «los cuatro arcos torales que sostienen la media naranja, ... del N y O...», habiendo bajado el del O como unas dos pulgadas, se hallaba la Cúpula fuera de su plomo, por lo cual creía necesaria la reconstrucción de los arcos torales, de los adyacentes que transmiten su empuje a los contrafuertes, y de la cúpula, que ya desde el principio quedó defectuosa ... su reedificación era apremiante y esencial por ser estos arcos los que transmiten el empuje de las naves del centro y laterales a la pared maestra exterior que le sirve de contrafuerte» (AMA, 1852). En 1853 se pidió con urgencia a la Corona española un proyecto y presupuesto para la restauración de la catedral. En el expediente se hace referencia al trazado y cómputo hecho por el arquitecto Francisco Puig.

No obstante el buen desempeño de este sistema constructivo en los años siguientes al arreglo, el cambio de paradigma que vino creándose con el invento del cemento y el hormigón armado, provocó dudas en el material *madera* y la voluntad de intervenir en la fábrica. En el 1920 se ordenaron modificaciones para la Santa Basílica Metropolitana; hicieron reformas generales en estilo ecléctico en toda la fachada del edificio dejando suprimido su estilo propio. Se eliminaron los contrafuertes en las últimas arcadas laterales en correspondencia del transepto, substituido por parejas de columnas dóricas, se agregó un cuerpo más a ambas torres, en hormigón armado. El techo fue regularizado, eliminando las ventanas de aireación de la parte en madera. Más, el atrio fue estrechado y su parte baja, también las caras hacía las calles laterales, socavada para la construcción de locales por comercios (figura 2).

Se originaron modificaciones estructurales en correspondencia del punto de descarga de los esfuerzos de empuje de la cúpula, arcos y cepas, debilitando la parte de la cúpula echa de fábrica; además, clausurando el sistema de aireación de la cubierta en madera, que con dificultad soporta el calor y la fuerte humedad, se va a debilitar también la parte estructural leñosa.



Figura 2
Modificaciones operadas por el arquitecto Carlos Segrera sobre el edificio de la catedral en el 1920. En color *gris oscuro* las partes que vinieron eliminadas y en color *gris más claro* las partes añadidas (ilustración de la autora 2011)

En el 1932 un fuerte terremoto agrietó peligrosamente las torres. El daño fue muy grave, sobretodo en correspondencia de la zona del segundo y tercer cuerpo, donde fue añadido un elemento superior en hormigón armado lleno, que durante el dicho terremoto causó inestabilidad a la parte inferior en mampostería, por la enorme masa sísmica que tuvo que aguantar. Las torres quedaron en pié gracias a la acción de los estribos en madera presentes en cada nivel, que pero no podían aguantar otro eventual accidente en los años a venir. Para evitar que se derrumbaran, hubo necesidad de construir una armazón interior de hormigón armado que reforzara interiormente las paredes principales y sustentara la pesada cúpula de cierre superior (figura 3).

Finalmente, una última obra de consolidación se efectuó en 1967, cuando en seguida a un incendio de los nervios de la cúpula, lo dañados fueron reparados añadiéndole ancho mediante un entablado clavado en ambas caras, hasta llegar al ancho establecido.

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES

La catedral de Santiago de Cuba es una fábrica de planta basilical de dimensiones aproximadamente 58.5 x 33.5 m (70x40 brazos españoles); la fachada

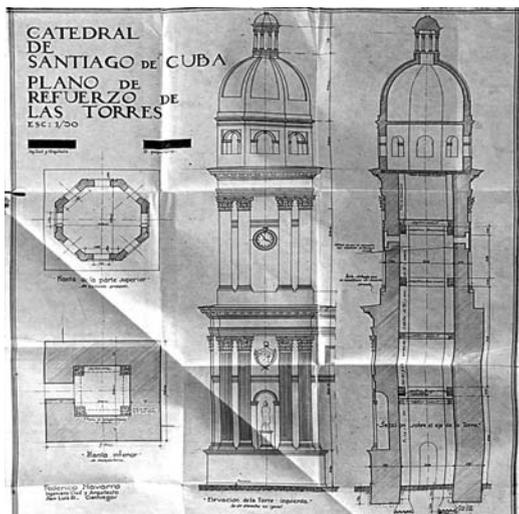


Figura 3
Plano de refuerzo de las torres mediante armazón en hormigón armado proyectado por Federico Navarro en el 1932 (VIVAC 1932)



Figura 4
Fachada de la catedral de Santiago de Cuba, desde el Parque Céspedes (foto de la autora 2010)

está enmarcada por dos torres de 31 m de altura rematadas con dos cúpulas. Al centro de la cruz latina, se levanta una cúpula que en el punto más alto llega a una altura de 14.5 m acabada con una linterna. En la parte posterior, al sur, se adosan a la fábrica principal, los dos cuerpos correspondientes a la casa del cura y el museo de la arquidiócesis (figura 4).

El sistema estructural principal: el sistema colonial

La estructura principal de la catedral se compone por un esqueleto auto portante en madera, que desde las fundaciones sube hasta el techo, constituyendo una estructura isoestática en madera, cuya función es de garantizar la resistencia al sismo. Esta armazón principal se halla adentro de muros en ladrillo o mampostería, que forman una protección a los agentes atmosféricos y al mismo tiempo colaboran a la distribución de las tensiones adentro de la estructura. Vaillant escribe:

...todos los edificios civiles terminan su fabrica por lo regular con su techos, aquí es al contrario: primero se concluye el techo, y sucesivamente siguen a terminarlos, cerrándolos con paredes... designan el edificio y a proporción van clavando la Tierra... unas vigas (que aquí llaman horcones) de una madera de consistencia. (Vaillant 1791)

Los cimientos son la parte más delicada u importante porqué se ocupan de transmitir las cargas de la fabrica al estrato resistente del terreno. Los *horcones* son palos enterrados en madera, con la función de pilares; pueden estar agrupados en 'fajos' para garantizar una mayor sección adonde se necesite. La profundidad de las palizadas no es cierta, pero se supone que lleguen a la capa resistente del terreno a una profundidad aproximada de 350 cm, generando un encaje rígido. A lo largo de la iglesia están empotrados alrededor de 62 cepas de madera, con un paso de 5÷7 m. Los grupos de maderos siguen su recorrido vertical, volviéndose elementos verticales de carga. Estos fajos en altura «pierden grueso», hasta llegar con un solo elemento leñoso sobresaliente en la buhardilla (figura 5). Las piezas son variables en su forma y dimensión, por ser de materia bruta y sección circular variable según el ancho del tronco de procedencia, o por tener sección cuadrada de madera toscamente labrada, con lado próximamente 30 cm. Cada pilar lle-



Figura 5
Nudo de unión del horcón con las vigas horizontales de la armadura. Destaca la madera bruta y los ensambles entre los elementos (foto de la autora 2010)

ga en su punto más alto hasta más de 10 m de altura, mediante la superposición de varias piezas ensambladas a *caja y espigahorquilla* (ensambles resistentes a la compresión), para garantizar el flujo de las cargas al terreno. En el punto de ensamble con las vigas del techo la parte superior de estos pilares forman una «oreja» para el alojamiento de las soleras.

A la altura de la mansarda se muestra la verdadera innovación estructural. El *par y nudillo*, técnica con la función de contrarrestar los empujes del techo, natural de la cultura española exportada en el nuevo mundo, no está apoyado a los muros perimetrales mediante un dormiente de base, si no que el estribo donde arrancan los pares está anclado a los horcones de madera.

El techo apoya sobre un cuadril rectangular de base formado por un sistema de doble vigas superpuestas: la *solera* inferior de dimensiones 30÷40 x 25 cm, donde se aferran los tirantes, y superiormente la *solerilla*, de sección aproximadamente cuadrada 20 x 20÷25 cm, que con paso regular recibe las cargas de las alfardas. El largo de estos elementos varía de 4 a 10 m; los empalmes son de *rayo de Júpiter* principalmente. El estribo está debidamente atirantado transversalmente mediante *tirantes*; estos elementos

están apoyados sobre la solera de base y encajados a la superior, para garantizar el correcto arranque y contrarrestar el empuje del techo, formando un sistema flexible pero rígido. La armadura principal del techo apoyada sobre el cuadral enfrenta una pareja de maderos, con interposición en la parte más alta de aquellos de un madero horizontal, la *hilera* que proporciona estabilidad transversal al conjunto. Para conseguir mayor estabilidad se introduce el *nudillo* (figura 6). Este es un madero horizontal que traba cada pareja de pares aproximadamente a los dos tercios de su altura, reduciendo el trabajo a flexión de cada par, y proporcionando una sujeción más sólida, que garantiza en mucha mayor medida el equilibrio final del conjunto. Sobre todo se mejora su comportamiento ante la acción de cargas asimétricas, como las que provocan el viento. El nudillo se ensambla con los pares mediante un simple apeo provisional sobre los tirantes; la solución consiste en rebajar los laterales y el frente de los pares para quedar abrazados por sendos *cornesuelos* que rematan los extremos de los nudillos, cuyo corte se ejecuta de modo que se garantice una eficaz transmisión de las compresiones producidas en estos nudos.

La armadura principal del techo que cubre el aula principal y el transepto es de cuatro aguas, aunque

exteriormente hay una sobrecubierta o *camaranchón* de dos aguas que tiene una doble función. Por un lado crea una cámara ventilada sobre la armadura 'vista', que permite el secado de posibles goteras, lo que redundaría en una mejor conservación de las maderas, y por otra extiende el plano de faldón hasta el paramento externo de los muros con doble pendiente, logrando cubrir anchas luces y evacuando eficazmente las aguas de lluvia.

La cúpula

Sobre cuatro pilares de fábrica de dimensiones cerca de 3 x 2 m y 2 x 2 m que sustentan el tambor, se apoya la estructura leñosa de la cúpula. Esta está apoyada sobre una superficie horizontal confinada en un espeso muro circular de fábrica de ladrillo, que mide 1.3 m de altura, trabado con los cuatro muros construidos sobre los arcos torales, formando una estructura solidaria. En este bloque de fábrica de ladrillo, de forma exteriormente cuadrangular y interiormente circular, está encajada la estructura de madera (figura 7).

La cúpula es formada por 40 cuadernas de madera (figura 8), apoyadas sobre un durmiente inferior en leño y atadas superiormente por dos anillos, uno leño-



Figura 6
Particular del *nudillo* ensamblado con los pares del techo (foto de la autora 2010)



Figura 7
Vista de la estructura de la cúpula en el punto adonde las nervaduras leñosas están solidarias con el tambor en ladrillo. (foto de la autora 2012)



Figura 8
Estructura leñosa de la cúpula, formada por nervios verticales juntados mediante paralelos en intradós y por un entablado de madera en trasdós (foto de la autora 2012)

so y otro metálico. El madero inferior tiene diámetro de 9.4 m y sección de 20 x 20 cm; las piezas están unidas longitudinalmente con *quijera* con clavos. Cada nervio está unido al durmiente inferior mediante ensamble *caja y espiga* con clavos. Entre los anillos hay un desnivel de 6.70 m. El anillo superior en madera mide 3.72 cm de diámetro; está formado por 5 piezas juntadas a *cola de milano*, con espigas de 1.5 cm de

largo, y cada pieza que lo compone tiene una sección de 20 x 30 cm. Este está confinado por un anillo metálico y otro en cemento, que atan las cuadernas en su parte superior. Las cuadernas están formadas por varias piezas de sección variable entre 20 x 15÷18 cm, empalmadas con *nudo de Júpiter* y clavos. Los nervios están revestidos exteriormente con tablas de 2 cm de espesor, de anchura y longitud variable decreciente desde el durmiente inferior hasta el anillo superior, clavadas al estrato inferior. En la parte del intradós de las cuadernas, estas se juntan mediante un sistema de paralelos de madera distantes 18 cm el uno entre otro, con sección de 3 x 2 cm, vinculados a la estructura principal mediante encajes no rígidos.

Todo ello está recubierto exteriormente por planchas de plomo (en algunos puntos también de zinc) de 1 mm de espesor clavadas al entablado, y una capa de mortero de cemento reforzada con maya de nailon e impermeabilizada de 5 cm de grosor (figura 9).



Figura 9
Vista desde el extradós del revestimiento de la estructura leñosa. Se nota el entablado, el estrato de plomo, cemento y el impermeabilizante (foto de la Oficina del Conservador de la Ciudad OCC 2000)

La linterna

La linterna, de base octagonal, apoya sobre el anillo superior de la cúpula y está inscrita en un diámetro

de 3.30 m y una altura de 3.60 m. La estructura portante leñosa se compone de ocho pilastras, en correspondencia de los vértices del octágono, con sección rectangular de 16 x 16 cm por un largo de aproximadamente 3 m, ancladas al anillo superior y inferior de cierre mediante unión *caja y espiga*. En cada lado del octágono se abre una ventana de perfil ojival de 2.20 m de altura por un metro de ancho. En la parte de arriba la linterna culmina en una cupulina; su estructura portante está formada por 8 arcos de madera con sección cortante de 11x8.5 cms. Cada arco está compuesto de 2 tramos conectados con rayo de júpiter. Los 8 arcos se apoyan por debajo a un anillo de madera de forma octagonal que sustenta una viga de madera de sección de 15x15 cm puesta en un plano horizontal a soportar un palo con sección octagonal inscrito en un cuadrado ideal de 20 cm de lado. El palo central sobrepasa en altura el cerebro del cupúlino de unos 60 cms para soportar la cruz terminal. El acabado está hecho mediante un entablado, una capa de cemento y un estrado impermeabilizante.

El sistema estructural secundario: las bóvedas encamonadas y las cúpulas en madera

A la estructura leñosa principal, se afianza un sistema no-estructural de bóvedas encamonadas y cúpulas en madera. La bóveda de la nave central es llamada de *costillas*. Está silabeada por un sistema de arcos de medio punto de madera con paso de 135 cm; cada arco funciona como unos pares curvos que se unen en la llave de trasdós a una viga horizontal longitudinal en madera que se sujeta a los tirantes de la armadura que forma la cubierta del techo. La hiler, a pesar de mostrarse como un nervio longitudinal que recorre en forma continua toda la bóveda, está realmente formada por diversas piezas que se unen en las claves mencionadas y sirve, conjuntamente con los pares, de soporte al entablado que actúa como plementería. Las cepas de dichos arcos se conectan entre ellos mediante un durmiente longitudinal en madera apoyado a la testa superior de los muros que delimitan la nave central (figura 10).

Las naves laterales están también cubiertas por bóvedas, pero de menores dimensiones; estas tienen cerchas en forma arco de madera como testadas, sobre las cuales se ancla el entablado que corre longitudinalmente hasta cubrir este espacio. En intradós sus-



Figura 10
Vista general de la armadura del techo. Subordinada a los tirantes, la bóveda encamonada correspondiente a la nave central de la iglesia (foto de la autora 2010)

tentan un cielorraso de casetones decorados con yeso.

Las cúpulas que cubren el ábside y el coro y los lados del crucero, son cúpulas de nervaduras, que buscan asemejarse formalmente a las bóvedas de crucería. Están echas por una estructura en madera con la disposición de las costillas sobre un eje vertical, según el trazado propio de los arcos cruceros, los cuales se unen en una clave también de madera. Los listones de plementería se colocan paralelamente entre ellas, clavadas en el intradós de las costillas. Los arcos de cepa de estas cúpulas son maderos colocados



Figura 11
Falsa cúpula que cubre el ábside (foto de la autora 2010)

a modo de enjarje sobre los durmientes de los muros. La cúpula que cubre el coro en unos puntos se engancha a los tirantes y a las soleras de la estructura principal (figura 11).

CONCLUSIÓN

La técnica constructiva utilizada llamada sistema columnar-arquitrabado, que en Latino América adquirió el nombre de *Sistema Colonial*, implementa las técnicas europeas fundidas a la tradición local de las colonias.

Las primeras construcciones indígenas fueron simples y pequeñas chozas de hojas de palmera, constituidas por un espacio en el cual el muro-cubierta era sostenido en el centro por un horcón. En el momento fundacional, vio la necesidad de reforzar la durabilidad del sistema constructivo, que sufrió un primer cambio con la separación entre el muro y la cubierta, donde los horcones centrales pasaron a sostener el techo tijera, ahora a dos aguas y cubierto de paja, con largos aleros que protegían los cerramientos revocados con barro (Bahareque). El esqueleto tridimensional en madera procedente de la técnica autóctona del Bahareque² es una construcción tipo jaula en donde la horconadura de madera es la que tiene función de soporte. Este sistema de armar la madera fue implementado por el sistema de cubierta de *par y nudillo* retomado de la carpintería española, modelo ampliamente utilizado en la península ibérica y gran parte del centro Europa porque adecuado para la absorción de los empujes a contrarrestar en edificios con paredes de fábrica; o la técnica de bóvedas encamionadas, estudiada a lo largo del siglo XVII en los tratados europeos de arquitectura, modificada y utilizada por sus intrínsecas propiedades antisísmicas. Otros aportes que contribuyeron por la parte de la ingeniería de la madera mixta al ladrillo, fueron la construcción portuguesa de la Gaiola Pombalina, que en seguida al fuerte terremoto del 1755 de Lisboa, probablemente exportada por los maestros galicianos emigrados en América, y la construcción de muros y bóvedas de fábrica típica de la arquitectura de toda el área de influencia romana.

De la descripción efectuada se puede observar cómo este nuevo método constructivo se parezca a un sistema pre-moderno, en el cual materiales con di-

ferentes propiedades mecánicas colaboran cómo un único material a la resistencia de la fábrica; por un lado, el armazón de madera es efectivo a flexión, por el otro, los muros en ladrillo contribuyen a la resistencia a compresión del entero sistema.

La transposición del conocimiento europeo en la experiencia de los alarifes americanos permitieron entonces la experimentación y finalmente el desarrollo de un nuevo peculiar esquema estructural, eficaz contra los esfuerzos dinámicos derivados por el sismo y el viento, logrado a través de las excelentes propiedades de la madera y la sabia utilización de los elementos estructurales.

NOTAS

1. La técnica constructiva llamada *embarrado* o *cuje* es típica del Oriente cubano. Esta tecnología consiste en un entramado principal en madera colocando *horcones* o *pié derechos* en las esquinas y encuentre entre paredes, y entre estos, se colocan otros elementos verticales con menor sección, los *parales*, espaciados unos 60 cm. Por ambos de esos elementos verticales se teje un entramado de maderas finas, el *cuje*, fijado utilizando bejucos, clavos o puntillas. Posteriormente se rellena todo con una mezcla de tierra y hierba humedecidas, en forma de figuras más o menos cilíndricas que se denominan *mojones*; el todo está revestido por un estrado de mortero de cal (Sanchez 2010, 89-97).
2. Técnica constructiva de tipo entramado en la cual la tierra se procesa, se mezcla con agua y después de alcanzar el estado plástico se amasa y moldea cómo relleno en una estructura echa de madera. (Henneberg 2005).

LISTA DE REFERENCIAS

- AGI, Archivo General de Indias. 1773. Bonaventura Buceta, *Perfil trasnversal, que manifiesta la Altura, y Ancho de la Iglesia, grueso de sus Paredes y Disposición del maderamen: Cortado sobre la Línea de puntos 3, 4 que se halla en el Plano.* (AGI MP, Santo Domingo, 448 – 32692436).
- AHN, Archivo Histórico Nacional. Colección mapas, planos y dibujos de Consejos, Cuba. 1772-1798, Manuel Martín Rodríguez, Catedral de Santiago de Cuba, *Documento fechado 27 de Agosto de 1798*, (AHN, Consejos, Legajo 21.401, expediente n°48).

- Angulo Iñiguez, D. 1936. *Planos de monumentos arquitectónicos de América y Filipinas existentes en el Archivo General de Indias*. Sevilla.
- AMA, Archivo Museo Arzobispado Santiago de Cuba. 1797. *Expediente sobre la Construcción de la Catedral, Ramón Teodoro Moreno*. (AMA, sin colocación).
- AMA, Archivo Museo Arzobispado Santiago de Cuba. 1852. «*Solicitud al Ill.mo [...] se reparen [...] para el estado los prejuicios sufridos en la fábrica [...] en seguida al horroroso terremoto que tuvo lugar el 20 de agosto de 1852*». (AMA, sin colocación).
- Callejas, J. M. 1911. *Historia de Santiago de Cuba*, 93-94. La Habana: La Universal.
- Henneberg de León, A. M. 2005. *La técnica constructiva del Bahareque en el estado Zulia. Estudio comparativo*. Maracaibo: TEG URU
- Hernández, S. B. *El techo liviano en las viviendas de Venezuela. De la Casa Indígena a la Vivienda Económica*. Caracas: IDEC, Universidad Central de Venezuela.
- Hurtado Valdez, P. 2011. «Bóvedas de madera y construcción naval: Mitos y verdades de la construcción de bóvedas de madera castellanas entre los siglos XVII y XVIII». *Actas del CIMAD 11*. Coimbra.
- Morcate Labrada, F. et al. 1990. *El sistema Constructivo Colonial*, Onelia Martínez Capetillo, Santiago de Cuba.
- Nuere Matauco, E. 2003. *La carpintería de armar española*. Munilla-Lería.
- Orozco Melgar, M. E., 1994. *La desruralización en Santiago de Cuba: génesis de una ciudad moderna (1788-1868)* Tesis de doctorado. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente. Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas.
- Orozco Melgar, E. 2004. «El quartier français de Santiago de Cuba». *Revolución y Cultura* N°1-2004, 12.
- RABASF, Real Academia de Bella Artes de San Fernando, Archivo, Comisión de Arquitectura, Libros de Actas [manuscrito] 1786-1959, Despacho de la Junta de Arquitectura a don Francisco Moñino del 28 de septiembre de 1790. *Expediente sobre la formación de planos para la Santa Iglesia Catedral de Cuba* (RABASF, 32-5/2).
- RABASF, Real Academia de Bella Artes de San Fernando, Comisión de Arquitectura, Libros de Actas [manuscrito] 1786-1959, *Despacho de la Junta de Arquitectura del 13 de Junio de 1798*, (RABASF, sign. 1-43-2).
- Sánchez et al. «Tipologías Constructivas en una Ciudad Patrimonio de la Humanidad: Trinidad, Cuba». *Revista de la Construcción*, 9 N°1: 2010, 89-97.
- Villanueva Domínguez, L. de. 2005. «Bóvedas de madera». *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- VIVAC Archivo Municipal de Santiago de Cuba, Federico Navarro, *Catedral de Santiago de Cuba - Plano de refuerzo de las torres*, 1932.
- Weiss, Joaquín E. 1979. *La Arquitectura colonial cubana*. Ciudad de La Habana: Editorial Letras Cubanas.