



## **ANÁLISIS ACÚSTICO DE LOS TIPOS ECLESIALES**

Juan J. Sendra y Jaime Navarro

Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.  
Avda Reina Mercedes, 2. 41012, Sevilla, España.  
Tel: 954556595; Fax: 954557024.  
E-mail: [jsendra@cica.es](mailto:jsendra@cica.es)

### **SUMMARY**

We are presenting the main conclusions of a general study about the evolution in the acoustical behavior of Christian churches. For more than ten years, the acoustical problem in churches and its improvement, especially in church rehabilitation works, constitutes one of the lines of our research group at the School of Architecture in Seville.

### **INTRODUCCIÓN**

El trabajo que aquí presentamos resume las principales conclusiones extraídas de un estudio general sobre la evolución de las condiciones acústicas de las iglesias cristianas occidentales<sup>1</sup>, que a su vez forma parte de una línea de investigación amplia que, desde hace ya varios años, nuestro grupo viene desarrollando en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, referente al problema acústico de las iglesias y las formas de intervención para la corrección acústica de las mismas. Algunos de estos trabajos ya los hemos presentado en anteriores congresos o han sido objeto de diferentes publicaciones. Asimismo han dado lugar a varios cursos de doctorado durante los últimos años, en programas que han tenido como objetivo la rehabilitación arquitectónica.

### **IGLESIAS PALEOCRISTINAS Y MEDIEVALES**

Los cristianos construyeron sus primeras iglesias principalmente tras el edicto de Milán (313), cuando aumentan su número y pueden proclamar su religión abiertamente, favorecidos por la actitud que les brinda el emperador Constantino. Para sus iglesias, entendidas como asambleas o lugares de acogida de una congregación de fieles, eligen como modelo la basílica civil romana, de planta longitudinal y forma en cruz, con toda la carga simbólica que eso suponía. Resultaba un tipo idóneo a sus fines apostólicos: la enseñanza de la religión, la propagación de la fe a través de la predicación y la conversión de grandes masas de fieles. La separación entre la "iglesia de Dios", asociada al clero y la "iglesia del pueblo", propia de los fieles, se refleja en las dos partes fundamentales de la planta basilical: el presbiterio y la nave, respectivamente.

Mayoritariamente, el sistema estructural de las basílicas romanas, y posteriormente cristianas, era el adintelado, con cubiertas ligeras de madera. La única parte abovedada era el ábside. Las adecuadas y armoniosas proporciones, sus techos de madera no excesivamente altos, y la ausencia de grandes paños de muros ciegos y desnudos, contribuyeron a que las condiciones acústicas en su interior fueran mucho mejores de lo que posteriormente serían en las iglesias medievales románicas y góticas. A veces, sobre la nave principal se disponía un techo plano horizontal de madera con casetones, muy adecuado para reforzar la difusión del sonido en su interior.

La transición de la arquitectura paleocristiana a la románica se produjo lentamente. El armazón de madera de la cubierta de muchas iglesias ardió, provocando grandes destrozos, por causas de las luchas civiles y agitaciones sociales propias de una época tumultuosa, como fue la Edad Media. Esto motivó que los constructores románicos se planteasen una cubierta más duradera y más resistente al fuego. La solución fue la adopción de una arquitectura abovedada, con una estructura fundamentalmente pétreo. Esta decisión comportaba una grave alteración de las condiciones acústicas que se daban en las iglesias paleocristianas. La sustitución de los techos de madera de las primeras basílicas cristianas, absorbentes, elásticos, difusores, por las bóvedas pétreas de la iglesia medieval, reflectantes, de dura superficie y focalizadoras, supuso un grave paso atrás en sus condiciones acústicas.

De todos modos, en la iglesia medieval, a diferencia de lo que sucedía en las primeras iglesias cristianas, la inteligibilidad de la palabra pronunciada por el celebrante había dejado de ser primordial. La mayor parte de los fieles ya no comprendía la lengua litúrgica: el latín. La predicación había casi desaparecido. Primaba la expresión de una religiosidad más natural, en la que predominaba el misterio. Las iglesias fueron perdiendo progresivamente su condición de asamblea, de lugar de reunión y participación de fieles, para convertirse en templos divinos donde se celebraban solemnes espectáculos oficiados por sus ministros. Por el contrario, la sonoridad de estas iglesias resultaba muy adecuada para la interpretación de los cantos gregorianos. La prolongación de las notas del canto, a causa de las largas reflexiones y de los valores altos del tiempo de reverberación, producía una sensación de plenitud de la sonoridad, al mismo tiempo que lograba dar una sensación de audición de los armónicos, no presentes en la propia melodía, pero conseguidas gracias a las características acústicas del amplio y reverberante espacio eclesial.

La evolución de las oscuras iglesias románicas a las luminosas catedrales góticas aumentó aún más los problemas acústicos. Las grandes dimensiones, sobre todo la altura de la nave principal, y las grandes superficies murales reflectantes, además de las bóvedas, eran la causa no ya del fenómeno de una excesiva reverberación, sino de una clara formación de ecos. Favorables eran, sin embargo, el efecto de las vidrieras, cuando su superficie era importante, y la costumbre que empezó a introducirse en el gótico, aunque no alcanzaría un amplio desarrollo hasta el Renacimiento, de disponer capillas laterales. Éstas, especialmente cuando son profundas, producen un efecto similar al de los resonadores, con lo que contribuyen a la absorción y difusión sonora, principalmente para los sonidos graves, los más difíciles de amortiguar. Además suelen estar ornamentadas, lo que aún contribuye más a la absorción. Hechas estas excepciones, en la catedral gótica apenas había otra absorción sonora que la originada por el público, que se mantenía de pie en las celebraciones litúrgicas, a veces con gran densidad. Todavía en esa época no existían asientos para los fieles. Los bancos en las iglesias los introdujo el protestantismo, con servicios litúrgicos largos y posteriormente los incorporaría la iglesia católica.

En el periodo final de la Edad Media, concretamente en el siglo XIII, surgen una serie de órdenes mendicantes como respuesta a nuevas demandas sociales de una mayor espiritualidad en la Iglesia, con una clara vocación reformadora y purificadora. De estas órdenes destacan dos: la franciscana y la dominica. Aunque en modo alguno se puede llegar a definir el tipo de iglesia mendicante, pues los principios por los que se regía la construcción de sus iglesias dependían, en gran medida, de las tradiciones constructivas del lugar en el que se asentaban, su espíritu reformador les lleva a supeditarlos a dos fines principales: la liturgia y la predicación. Los dominicos limitaron el tamaño de sus iglesias, principalmente la altura de la nave. Para los franciscanos la única parte de la iglesia que debía ser abovedada era el ábside. Las naves de sus iglesias normalmente se cubrían con techumbre de madera descansando sobre arcos transversales, aunque en muchos casos se terminaron sustituyendo por bóvedas. Además, los franciscanos eligieron el modelo de nave única, cuya diafanidad permitía ver y oír mejor al predicador, alejándose del modelo cisterciense que prefería iglesias de tres naves. Con estas órdenes la predicación tendría un nuevo florecimiento, para lo cual, con el fin de hacer más inteligible su discurso, utilizaron el idioma vulgar para sus sermones.

En la Edad Media española también se construyeron iglesias mudéjares, alcanzando su esplendor en los siglos XIII y XIV. Las iglesias mudéjares tendían a cubrir con bóvedas sus presbiterios, participando de la evolución

estilística del románico al gótico, mientras que las naves las cubrían con armaduras de madera, siguiendo tendencias moriscas. Muchas de ellas han desaparecido a causa del fuego. Esa tradición constructiva fue muy importante en Andalucía, utilizándose mayoritariamente en las iglesias parroquiales. Su menor tamaño, unas más ajustadas proporciones y, sobre todo, la eliminación de las bóvedas para cubrir las naves y su sustitución por techos a bases de armaduras de madera, son las principales causas de su adecuado comportamiento acústico en general, mejor que el de sus contemporáneas góticas<sup>2</sup>.

## IGLESIAS RENACENTISTAS Y TRIDENTINAS

La Toscana fue el centro artístico del *Quattrocento* y Brunelleschi y Alberti sus dos grandes arquitectos. Sus iglesias, tanto las de planta central como longitudinal, fueron modelos para la arquitectura religiosa renacentista. En las iglesias de *S. Lorenzo* y *Santo Spirito* Brunelleschi recupera el tipo de iglesia basilical de los primeros cristianos, aunque adaptado a las necesidades del momento. La mayor novedad consiste en la introducción de capillas laterales. Ambas iglesias tienen su nave central con un techo de madera artesonado, mientras que las laterales se cubren con bóvedas y el crucero con cúpula. Desde el punto de vista acústico, el triunfo de la horizontalidad frente a la verticalidad ascendente del gótico, unas proporciones más armoniosas, su techo de madera, además de la ausencia de grandes superficies murales reflectantes, no podía sino tener un efecto beneficioso.

Alberti, sin embargo, en el que sería el primer tratado de arquitectura del Renacimiento: *De re aedificatoria*, expresa con claridad que, en contraste con la basilica, las iglesias deben estar abovedadas, dada su mayor dignidad y su mayor garantía de perdurar en el tiempo. Su modelo de iglesia de planta longitudinal le da forma en la iglesia de *San Andrea* de Mantua, cubierta con una gran bóveda de cañón casetonada. Esto no significa que Alberti ignorase los efectos beneficiosos de los techos de madera y los perniciosos de las bóvedas, para las condiciones acústicas, otras partes de su tratado testifican que sí los conocía<sup>3</sup>, simplemente, en su opinión y en la de su generación, el problema acústico en las iglesias no constituía una prioridad.

El cambio sustancial sobre la consideración del problema acústico en las iglesias tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XVI, condicionado por las determinaciones del concilio de Trento y por la importancia que éste concedió a la predicación como instrumento al servicio de la contrarreforma. Esta actitud ya había tenido precedentes en la arquitectura de los órdenes mendicantes, a partir del siglo XIII, y en la de ciertos movimientos reformistas dentro de la Iglesia, durante la primera mitad del siglo XVI, quienes, fuera de lo que sería el ámbito de una preocupación clasicista, propugnaron una arquitectura para todos los hombres, en la que predominase la simplicidad, el sentido común y la racionalidad, frente a una arquitectura áulica (de emperadores), propia de los tratados renacentistas<sup>4</sup>.

La inteligibilidad del texto, incluso en la música, resultaba fundamental para la reforma católica y en ello incidió el concilio. Existe constancia documental, en ese período de tiempo, de la preocupación sobre la acústica en la construcción de las iglesias de algunas órdenes religiosas, principalmente jesuitas y franciscanos, para un mejor desarrollo de la labor predicadora, y de ahí la preferencia por el modelo de iglesia de nave única con cubierta de madera, ya utilizado anteriormente con éxito por algunas órdenes mendicantes<sup>5</sup>. El mejor ejemplo del debate suscitado entonces sobre la construcción de una iglesia emblemática para la iglesia católica, cercana pues a lo que habían sido las preocupaciones clasicistas, pero también fruto del espíritu de Trento, con una clara intención de marcar el camino que debería seguir la reforma católica, es la iglesia madre de los jesuitas en Roma, *Il Gesù*. Su efecto se dejaría sentir en la arquitectura religiosa del barroco, perdurando hasta nuestro siglo, extendido por todo el mundo debido a la actividad misionera de los jesuitas, especialmente en el continente americano. Para esta iglesia, en contra de los deseos de los jesuitas, que querían cubrirla con techo de madera, Vignola proyectó una bóveda de cañón, apoyado por el cardenal Farnesio, quien tomó la iniciativa de su construcción<sup>6</sup>.

## IGLESIAS BARROCAS Y TARDOBARROCAS

Después de una segunda mitad del siglo XVI, en la que predominaban los ideales reformistas de algunas órdenes religiosas, que postulaban la defensa de una arquitectura modesta, llena de rasgos humildes, se produciría una clara transformación hacia lo que se ha considerado la expresión triunfante de la contrarreforma católica. La iglesia barroca representa el símbolo de ese espíritu triunfante.

Desde el punto de vista acústico, las iglesias barrocas poseen, en general, unas mejoras condiciones acústicas respecto de sus antecesoras clasicistas, debido fundamentalmente a su ornamentación. Esto se advierte principalmente para los sonidos medios y agudos. Molduras, pilastras, entablamentos, cornisas, columnas,

capiteles, etc., adornados con ovas, guiraldas, contarios, etc., todo ello contribuye a la difusión sonora. Por otra parte, la mayor presencia que adquieren las capillas laterales, en este tipo de plantas, produce una mayor difusión de los sonidos graves.

Para muchos, la planta oval representa el más claro ejemplo del barroco<sup>7</sup>. Esta forma ya había tenido antecedentes en la segunda mitad del XVI y principios del XVII, como un intento de conjugar las aspiraciones clasicistas de las iglesias de planta central<sup>8</sup>, con las necesidades litúrgicas claramente definidas en el concilio de Trento, que precisaban más bien de una planta longitudinal. Incluso los propios jesuitas habían propuesto su uso en algunas construcciones de iglesias, entre otras razones, por consideraciones acústicas<sup>9</sup>. Aunque desconocemos cómo justificaban esa afirmación, bastante discutible en general, lo cierto es que el óvalo llegó a ser una forma favorita para los teatros de ópera, en cuanto se creía que el efecto focalizador del sonido, a que daba lugar, resultaba útil. Fue a principios del siglo XVII, concretamente en 1604, cuando Kepler, en su "Comentario a Vitelio", fija el concepto de elipse tal y como hoy lo entendemos. En seguida surgieron una serie de trabajos y estudios basados en los problemas de reflexión de la luz y del sonido en las formas cónicas. Uno de los más destacados fue *Phonurgia Nova*, publicado en 1673 por el erudito jesuita Kircher

Sin embargo, el óvalo no resultaba una forma adecuada para iglesias grandes, ni tampoco tenía muchas posibilidades de variación. Habría que esperar a la aparición de los arquitectos barrocos Borromini y Guarini, para encontrar nuevos modos de expresión. El dinamismo de los espacios arquitectónicos que ellos proyectan, da lugar a una alternancia de formas cóncavas y convexas, que no podía tener sino efectos beneficiosos para las condiciones acústicas de sus iglesias. La influencia de estos dos arquitectos fue enorme en la arquitectura tardobarroca centroeuropea de finales del siglo XVII y primera mitad del XVIII, escenario de notables actuaciones musicales de los mejores compositores de su tiempo. Aún hoy esas iglesias son consideradas el marco ideal, tanto óptico como acústico, para la interpretación de la música barroca.

No queremos finalizar este texto sin hacer mención a unas de las operaciones claramente barrocas de mayor repercusión en las condiciones acústicas de las iglesias: su ornamentación con grandes tapices y colgaduras, especialmente para las grandes celebraciones civiles y religiosas, festivas o luctuosas<sup>10</sup>. Esto ya será un constante en los años venideros: la modificación efímera de las características absorbentes acústicas de los paramentos, para acomodarlas, sobre todo, a la interpretación musical y coral<sup>11</sup>.

## REFERENCIAS

1. J.J. Sendra y J. Navarro "La evolución de las condiciones acústicas en las iglesias: del Paleocristiano al Tardobarroco". Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción. Universidad de Sevilla (1998).
2. J.J. Sendra, T. Zamarreño and J. Navarro "Acoustical Behavior of Churches: Mudejar-Gothic Churches". ICA/ASA (1998).
3. "... en todos aquellos lugares en los cuales se ha de oír la voz de quien recita o de quien canta o de quien disputa, no es adecuado que estén abovedados, porque las voces retumban; en cambio resultan idóneos los entramados de madera, porque dan lugar a una voz más clara". Citado por S. Benedetti, "Fuori dal clasicismo" Bonsignori Ed., 87 (1993).
4. S. Benedetti, *opus cit.*, 17-20.
5. J.J. Sendra, J. Navarro y T. Zamarreño. "La forma de cubrir las iglesias y su relación con las condiciones acústicas" Primer Congreso Iberoamericano de Acústica. Brasil, 495-498 (1998).
6. P. Pirri, "Giovanni Tristano e primordi della architettura gesuitica". Institutum Historicum S. J. (1955).
7. Para Ortega y Gasset, la más exacta definición del barroco sería dibujar con el brazo, impetuosamente, una elipse en el aire. Citado por F. Chueca Goitia "Historia de la Arquitectura Occidental, Tomo VI: Barroco en Europa", 131 (1990).
8. En el tratado de Serlio, el que mejor refleja las ideas romanas de principios del siglo XVI, de las doce formas básicas de iglesia que aparecen en su libro V, nueve son centrales, una de ellas oval.
9. E. Vallery-Radot et E. Lamalle "Le recueil des plans d'édifices de la Compagnie de Jésus conservé à Bibliothèque Nationale de Paris". Institutum Historicum S.J. (1960).
10. Beatificaciones y canonizaciones, exequias y honras fúnebres, coronaciones, proclamaciones de dogmas, desfiles procesionales, etc., dan lugar a una rica arquitectura efímera de la que existen numerosos testimonios escritos e iconográficos.
11. Existe un muy interesante estudio de Anne Schnoebelen sobre las representaciones de música sacra y vocal e instrumental en la iglesia gótico tardía de S. Petronio de Bolonia, una de las más grandes de Italia, durante los siglos XVII y XVIII, con numerosas interpretaciones acústicas; en A. Schnoebelen "Performances Practiques at San Petronio in the Baroque". Acta Musicológica P. XLI, 37-55 (1969).