

La Universidad de Alicante realiza con uno de estos instrumentos un estudio sobre su **sonoridad, origen y estructura** para crear un modelo matemático

Tras la voz de las campanas

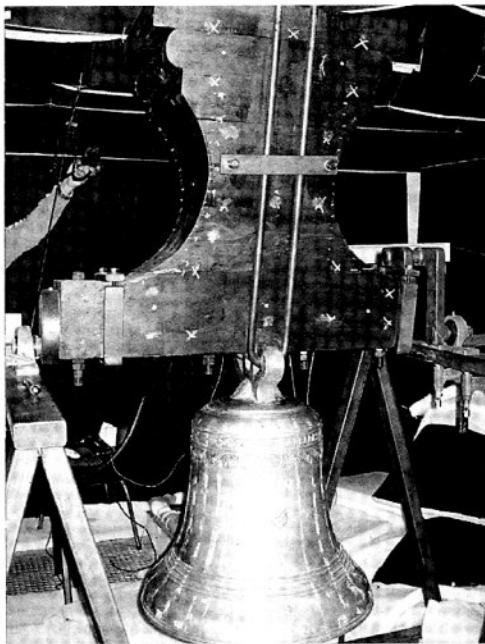
LA VERDAD ALICANTE

¿Cuál es el secreto de la voz de las campanas, que a lo largo de los siglos siguen cautivando con su sonido? Un paso adelante para desentrañarlo se está dando en la Universidad de Alicante, donde un grupo de investigadores está estudiando las ondas de su tañido y describiendo matemáticamente la mecánica de su volteo.

Dirigido por Salvador Ivorra, profesor de Estructuras y subdirector de la Politécnica Superior, este grupo ha realizado, además de un estudio acústico de estos instrumentos, otros sobre el volteo y sus efectos dinámicos en los campanarios.

Uno de los principales objetivos del estudio acústico es conocer cómo afecta a la sonoridad de las campanas la sustitución de los tradicionales yugos de madera por otros de hierro. «Cuando en los años sesenta y setenta se llevó a cabo una gran campana de restauración se sustituyeron muchos de los antiguos yugos de madera por otros de hierro. Sin embargo, se obtenía la sensación de que se modificaba el sonido de las campas y de que comparativamente el producido por los yugos de madera era más solemne. Nuestro trabajo se trata de comparar las notas de una misma campana, analizando primero sus tañidos con yugo de madera y luego de acero», señala Salvador Ivorra.

En una instalación insonorizada montada en su laboratorio de la Politécnica y con la ayuda de sensores, acelerómetros, ordenadores y otros instrumentos, los investigadores –además de Ivorra, Genaro Vera, profesor de Física Aplicada, y Ramón Irlés y Enrique Segovia, de Ingeniería de la Construcción–, hacen voltear la campana y estudian sus sonidos y las fuerzas mecánicas que produce su giro para estimar cómo pueden repercutir en las torres, convirtiendo ondas y fuerzas en representaciones matemáticas. Explica que son variados los factores que influyen en el sonido que percibi-



LA PRUEBA. Imagen de la campana que se utiliza en el estudio. / L. V.

mos de una campana. Los principales son su aleación, su tamaño y su forma, pero también influyen la conexión entre campana y badajo, la resonancia de la torre y si el campanario tiene bóveda o no... hasta varía el sonido percibido según se trate de un día soleado o nuboso.

No sólo cada campana tiene su propio timbre y tono, sino que cabe distinguir los de un país de otro. Así, mientras que las campanas españolas son muy equilibradas y giran completamente con velocidad prácticamente constante, en los sistemas centroeuropeo e inglés las campanas están muy desequilibradas; en el primer caso, oscilan con ángulos entre 60° y 120°, y en el segundo giran 360° en un sentido y

360° en el otro. «El siguiente paso será calcular la resonancia mecánica sobre el campanario». Ivorra tiene ya experiencia previa en estudios estructurales de campanarios, entre otros uno realizado sobre el campanario de Agost.

Madera de algarrobo

La campana que emplean para sus cálculos ha sido cedida por la Consellería de Cultura. Tiene unos 170 kilos de peso y es capaz de voltear a razón de 40 vueltas por minuto. Es un instrumento recién hecho, fundido para una obra de teatro –Comedias Bárbaras de Valle Inclán, representada en Sagunto–, con un yugo de madera hecho según el diseño tradicional, pero

con una diferencia: la madera no es de algarrobo como era habitual, dada la gran escasez de este árbol en la actualidad, sino de maderas tropicales importadas. También se ha perdido las técnicas de tratamiento que se le aplicaban, que incluían impregnaciones de brea. La propia campana hubo de ser fundida en Cantabria.

Esplendor

Explica Salvador Ivorra que durante la época de esplendor de estos instrumentos, cada reino tenía sus propios modelos de campana. Así, las de Castilla y Aragón diferían: la de Castilla era más cilíndrica. Los fundidores también tenían sus propios secretos artesanos, por ejemplo, en la aleación del bronce, a la que además de los metales básicos que lo componen, cobre y estaño, se añadían pequeñas cantidades de otras sustancias –por ejemplo, plata– con la esperanza de enriquecer no sólo el propio instrumento, sino también su sonido.

También influye en el sonido de una campana el badajo. Para evitar los accidentes debido a sus desprendimientos, más frecuentes de lo que parece, se han sustituido las sujeciones tradicionales, a veces con tiras de cuero, por cables de acero que afectan al golpe del badajo y, por ello, al tañido. Para evaluar científicamente este fenómeno los investigadores utilizan un afinador o diapason electrónico, que compara la frecuencia de onda de los sonidos que emite la campana.

Añade Ivorra que el propio sistema de volteo parece influir en la sonoridad. «No es lo mismo la cadencia del realizado a brazo que el actual sistema de volteo mediante motores eléctricos, con cinta continua de transmisión, que también modifica el sonido respecto al tradicional, algo que perciben las personas con suficiente sensibilidad musical». En la Comunidad hay unas 10.000 campanas, destaca Ivorra, con un gremio de campaneros muy orgulloso de sus tradiciones y varias empresas especializadas en la restauración.

Sistema de volteo y novedosa normativa en algunos países

S. B. ALICANTE

Los investigadores también estudian otro aspecto del toque de campanas: sus efectos sobre la estructura del campanario, una línea de trabajo que cuenta con ayuda de la Generalitat. Según indica en su preámbulo un documento de Salvador Ivorra, Ramón Irlés y Enrique Segovia, el volteo de campanas origina fuerzas horizontales y verticales sobre los soportes que las sustentan, debidas a su desequilibrio, su velocidad de giro y su peso.

Dependiendo del sistema de volteo utilizado (español, centroeuropeo o inglés) las relaciones que gobiernan el movimiento de la campana y por consiguiente las fuerzas sobre los apoyos son diferentes. Las velocidades usuales de giro de las campanas pueden presentar interacción dinámica con las frecuencias propias de las torres que las sustentan. Los sistemas más estudiados son el inglés y el centroeuropeo. En algunos países de estas zonas existen incluso normativas que determinan las características que deben tener las nuevas campanas que se funden.

«Los campanarios antiguos –señala Ivorra– si están restaurados o en buen estado, no presentan problemas; los modernos de hormigón, en cambio, acusan de otra manera las vibraciones. Trabajamos sobre un modelo mecánico que describa las fuerzas originadas por el volteo de manera que los arquitectos las puedan incorporar a sus proyectos». También han analizado el golpe del badajo, que origina valores de las fuerzas de inercia sobre los apoyos de la campana muy elevados. De hecho, en algunas licitaciones recientes de obras de campanarios en la Comunidad ya se han incorporado al pliego de condiciones técnicas algunas de las conclusiones de estos trabajos sobre las fuerzas actuantes por el volteo de campanas de iglesia.