

# ANÁLISIS DE LAS CAMPANAS DE LA CATEDRAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN DE OAXACA DE JUÁREZ

Es sorprendente que uno de los aspectos más importantes en relación con las campanas y que más las define sea al mismo tiempo una de las características menos estudiadas de las mismas. Por eso, antes de iniciar el análisis propiamente dicho de las campanas de la Catedral de Nuestra Señora de la Asunción de Oaxaca de Juárez resulta necesario hacer una breve introducción al marco teórico que define el sonido de las campanas.

De hecho sorprende la falta de literatura en español sobre la acústica y la manera de emitir el sonido de este instrumento, con una única referencia específica en un artículo de André Lehr<sup>1</sup>. Esta fue la razón que me impulsó a realizar mi tesis doctoral<sup>2</sup> sobre este tema, donde se aborda el marco teórico en relación a cómo produce una campana su sonido característico, así como el tema paradigmático de la nota de golpe.

De manera muy resumida, las campanas están formadas por unos parciales armónicos, múltiplos de la fundamental, y otros inarmónicos, tal y como señala Rossing<sup>3</sup>. De hecho, según Curtiss<sup>4</sup> estos son los causantes de que para algunas personas las campanas tengan un sonido desafinado. En la siguiente tabla podemos ver un modelo de los parciales de una campana afinada, según el modelo de las utilizadas para hacer carillones.

Figura 1. Parciales de la campana ideal. Elaboración propia.

Parcial	Notal
Hum	Do 3 +00
Prima	Do 4 +00
Tercera	Mib 4 +00
Quinta	Sol 4 +00
Nominal	Do 5 +00
Superquinta	Sol 5 +00
Octava nominal	Do 6 +00

<sup>1</sup> Lehr, André. «Restauració de campanes». Campaners, 1993. <http://www.campaners.com/php/textos.php?text=1272>

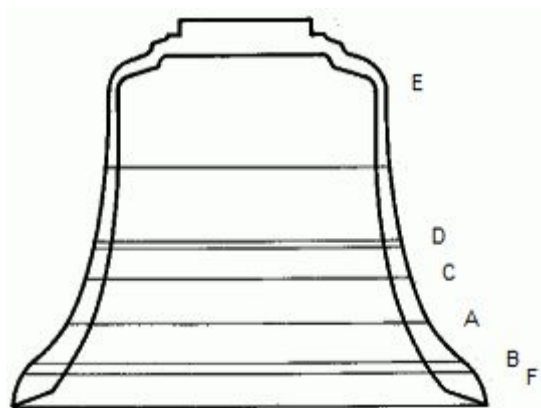
<sup>2</sup> Llop Álvaro, Francesc: “Las campanas en las catedrales hispanas”, tesis doctoral, Universitat de València, 2017, disponible en <http://roderic.uv.es/handle/10550/59835>

<sup>3</sup> Rossing, Thomas D., «The Acoustics of Bells: Studying the vibrations of large and small bells helps us understand the sounds of one of the World’s oldest musical instruments».

<sup>4</sup> Curtiss, A. N. y Giannini, G. M., «5. Some Notes on the Character of Bell Tones», en Acoustics of bells, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 75-82.

Como podemos observar en esta ilustración, es posible definir, aproximadamente y de una manera extremadamente simplificada, las zonas de la campana donde se encuentra cada parcial. Según el perfil que presentamos a continuación, la Prima se encontraría entre las letras A y B, la Tercera entre la C y A, la Quinta entre la D y la I, la Nominal en la F y el Hum prácticamente en todo el perfil, puesto que como dice Simpson<sup>5</sup> hace referencia a la masa entera de la campana.

Figura 2. Parciales en la campana. Elaboración propia.



El estudio realizado de cada campana comprende datos identificativos: nombre, fundidor, diámetro y año de fundición, a los cuales se añade el aspecto interesante de esta investigación, es decir, la frecuencia de cada uno de los parciales que forma el sonido final de la campana gracias al uso del software Wavanal creado por Hibberts<sup>6</sup> en 2004.

<sup>5</sup> Simpson, A. B., «2A. On Bell Tones», en *Acoustics of bells*, ed. Thomas D. Rossing, Benchmark papers in acoustics series, v. 19 (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), 27-39.

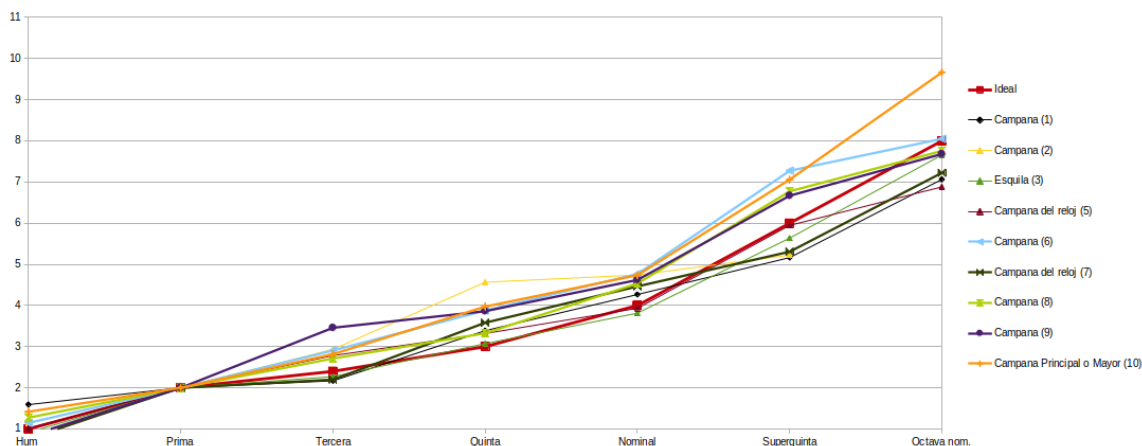
<sup>6</sup> Hibbert, William A., «The Quantification of Strike Pitch and Pitch Shifts in Church Bells». <http://www.hibberts.co.uk/>

Tabla 1. Parciales de las campanas de la Catedral de Oaxaca. Elaboración propia.

Campana	Campana (1)	Campana (2)	Esquila (3)	Campana del reloj (5)	Campana (6)	Campana del reloj (7)	Campana (8)	Campana (9)	Campana Principal o Mayor (10)
<b>Hum</b>	La 5 +26	Do 5 +12	Lab 4 -34	Si 3 +39	Do 4 -37	Sib 2 -15	La 3 -19	Re 3 +02	Mib 3 +00
<b>Hum frec.</b>	893.5	527	407	252.5	256	115.5	217.5	147	156
<b>Prima</b>	Reb 6 +21	Sib 5 -08	La 5 +19	Si 4 +09	La 4 +23	Re 4 +46	Fa 4 -40	Fa 4 +26	La 3 +00
<b>Prima frec.</b>	1122.5	927.5	889.5	496.5	446	301.5	341	354.5	220
<b>3ª</b>	Mib 6 -36	Fa 6 -44	Sib 5 +39	Fa 5 -18	Mi 5 -29	Mi 4 +10	Sib 4 -13	Mib 5 -25	Mib 4 -05
<b>3ª frec.</b>	1218	1361	1010.5	691	648	331.5	462.5	613	310
<b>5ª</b>	Sib 6 +34	Do 7 +20	Fa 6 -36	Lab 5 -13	La 5 -29	Reb 5 -44	Reb 5 +39	Fa 5 -34	La 4 -11
<b>5ª frec.</b>	1901.5	2117.5	1367	824	865	540	567	684.5	437
<b>Nominal</b>	Re 7 +33	Reb 7 -14	Lab 6 +36	Si 5 -20	Do 6 +26	Mi 5 +36	Sol 5 -23	Lab 5 -23	Do 5 -06
<b>Nominal frec.</b>	2394.5	2198.5	1696.5	976	1062.5	673	773	819	521
<b>Superquinta</b>	Fa# 7 -35	Mib 7 -46	Mib 7 +12	Fa# 6 -04	Lab 6 -40	Sol 5 +35	Re 6 -28	Re 6 +11	Sol 5 -16
<b>Superquinta frec.</b>	2898.5	2422.5	2507	1476	1622	800	1155	1182	776.5
<b>8ª nom.</b>	Si 7 +06		Lab 7 +43	Lab 6 +49	La 6 +34	Reb 6 -30	Mi 6 +05	Fa 6 -43	Do 6 +27
<b>8ª nom. frec.</b>	3964.5		3406	1708.5	1795	1089	1322.5	1361.5	1063
<b>Localización</b>	Torre sur	Torre sur	Torre sur	Torre sur	Torre sur	Torre sur	Torre norte	Torre norte	Torre norte
<b>Año fund.</b>	1892	1950	1895	1750ca	1897	1736	1912	1865	1909
<b>Diámetro</b>	44	50	68	80.5	91	144	103	118	140
<b>Fundidor</b>			MACEDA, GONZALO ; MACEDA, MANUEL		MACEDA, GONZALO ; MACEDA, MANUEL		SÁNCHEZ, ANDRÉS	PÉREZ	SÁNCHEZ, ANDRÉS

Posteriormente se ha procedido a contrastar los resultados con los de una campana de carillón ideal. Ante la duda inicial de comparar instrumentos con un fin tan diferente como son las campanas para los toques tradicionales en las cuales predomina el ritmo, con aquellas en las cuales prevalece la melodía, se impuso poder tener un modelo comparativo claro. De hecho, es importante destacar que con estas comparaciones en ningún momento se ha pretendido valorar la calidad de los elementos analizados. Además hay que tener presente que las características de los perfiles de las campanas mexicanas hacen que su sonido difiera mucho de las campanas afinadas de carillón, por lo que será necesario un estudio riguroso en profundidad, del cual este es un pequeño inicio.

Figura 3. Desviaciones de los parciales de las campanas respecto a la campana ideal. Elaboración propia.



Una de las características más importantes de las campanas es que el resultado sonoro depende de muchos factores y no siempre se sitúa en el sonido de determinado parcial. Según Heuven<sup>7</sup> no es posible encontrarlo con medios físicos, mientras que Hibbert lo define como la paradoja de la ausencia de la nota de golpe.

Por esta razón, es de vital importancia tener este factor en cuenta a la hora de realizar y encargar proyectos de restauración o de creación de nuevos elementos en relación con los conjuntos existentes. Igual que fue determinante para las campanas del pasado los conocimientos que se tenían a la hora de crearlas, esa importancia se mantiene todavía en el presente, sin que la industrialización haya sido un factor decisivo en una dirección u otra. Asimismo, será muy importante tener en cuenta que las nuevas campanas se puedan integrar en los toques tradicionales, manteniendo de este modo el patrimonio material e inmaterial de las torres.

Gracias al estudio de los distintos parciales de las campanas mexicanas se persigue y consigue un doble fin. Por una parte, una catalogación científica y exhaustiva del sonido de cada una de las campanas. Con ella se permite el conocimiento del patrimonio, pero al mismo tiempo abre la posibilidad de una recuperación total (en relación al sonido) en el caso de rotura o pérdida de alguna de las campanas.

Por otra parte, el conocimiento que se conseguirá de las características propias de las campanas mexicanas, determinado claramente por los perfiles específicos que presentan, abrirá la posibilidad de crear nuevas campanas que armonicen dentro de las características intrínsecas de los conjuntos existentes.

Para ello es necesario poder realizar estudios de este tipo y en mayor profundidad del mayor número de campanas posible, para que se pueda llegar a establecer patrones y modos de procedimiento adecuados a la hora de conservar, ampliar y valorar los conjuntos de campanas del patrimonio mexicano.

Además se abren nuevas vías de trabajo que en este estudio inicial aún no se han podido abordar, como es el tema de la nota de golpe, aspecto que en la tesis doctoral citada se trató a través de una serie de experimentos.

<sup>7</sup> Van Heuven, E. W., «Acoustical measurements on church-bells and carillons» (Technische Hogeschool, 1949).