

# LA ACÚSTICA DE LA SAGRADA FAMILIA DE GAUDÍ

FRANCESC DAUMAL I DOMÈNECH /  
ARTURO CAMPOS

**G**audí consiguió muy buenos resultados acústicos en la sala de música del Palau Güell, o la de Bellesguard (todas estas obras realizadas en Barcelona), y diseñó el Baldaquino, así como el púlpito de la Catedral de Mallorca. ¿Alcanzó a entender que la Sagrada Familia necesitaba también de absorción sonora?

## Antecedentes

Los ambientes generados por el arquitecto Antoni Gaudí, con sus formas y proporciones inspiradas en la propia naturaleza, así como en su gran dominio de la geometría, producen unos tonos musicales característicos que hacen que estas arquitecturas sean únicas.

Los itinerarios sonoros existen en la Sagrada Familia comenzando por el acceso; durante todo el recorrido el sonido y la imaginación se funden en un itinerario sonoro real, fantástico, acompañado también por todas las características y consideraciones acústicas en el templo que Gaudí planeó y que podemos mostrar por medio del análisis acústico mediante un modelo lumínico realizado por uno de los autores.

Gaudí no solo vivió en el ambiente de una época donde la música y los sonidos formaban parte de la vida cotidiana y conformaban la cultura de la sociedad, sino que estas manifestaciones artísticas estuvieron fácilmente a su alcance; su espíritu sensible las recogía convirtiéndolas en arquitectura.

Está claro que tuvo conocimientos sobre acústica y, tomando en cuenta su espíritu entusiasta, descubridor y altamente emprendedor, seguramente tuvo siempre presentes las condiciones acústicas de tipo físico y poético. La arquitectura y los sonidos en Gaudí, espacio y tiempo, actúan al unísono en su obra, intuyendo cómo sonarían cada una de sus viviendas, espacios religiosos o espacios públicos y, por lo tanto, cómo los sentirían las personas que los recorrerían.

Gaudí hace marcadas zonificaciones sonoras en sus edificios; crea elementos de gran importancia acústica para el aislamiento sonoro entre espacios, basándose en la flexibilidad y compartimentación de los mismos, fachadas internas amortiguadoras de sonido, separación de espacios por sus sonidos, materiales y formas, fachadas que siguen ese espíritu misterioso y místico intentando aislar al edificio de sucesos exteriores para crear así una vida sonora propia e intentando hacer de su obra arquitectónica una sinfonía de formas, espacios y sonidos; reales o como producto de esa imaginación incontrolable.

Los itinerarios acústicos de Gaudí son poéticos, con sonidos e imágenes que transportan en el tiempo, en las vivencias y los sueños. Cada material, forma, espacio, está pensado para producir una sensación visual y sonora distinta del ambiente.

Su arquitectura religiosa pretendió hacerla a manera de un gran instrumento musical, del cual pudiera participar toda la ciudad. Sus iglesias tienen una acústica interna muy planeada; coros, órganos, campanarios y campanas, con la ubicación necesaria para que el disfrute interior y exterior del templo fuese máximo. Al mismo tiempo, los espacios religiosos son muy privados, aislados, con sonidos de acuerdo a la función de espacios de oración y rezo.

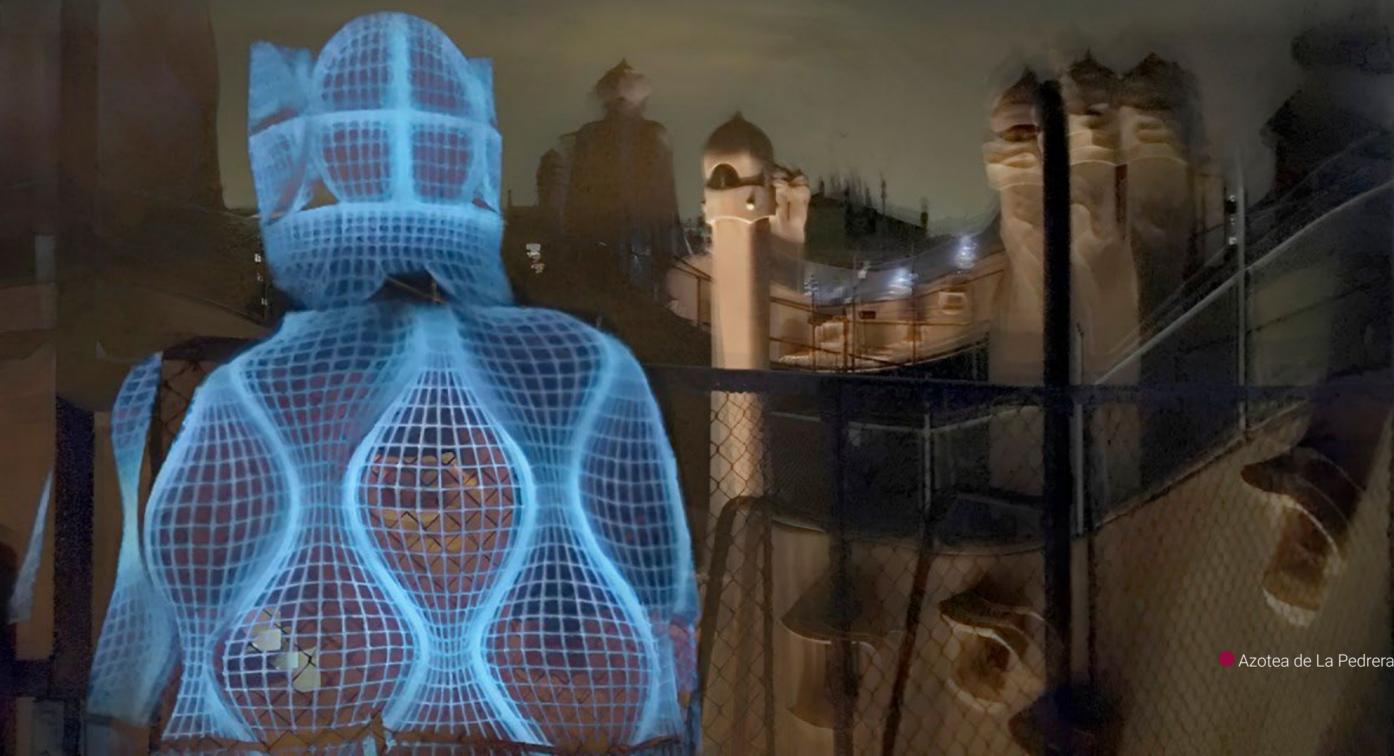
La arquitectura de Gaudí es una arquitectura que se comporta casi como un ser vivo, suena y su voz se escucha tanto que cada día el acercamiento popular a su obra es mayor; cada día sus edificios son capaces de despertar los sentimientos más profundos de comunión entre ellos y el pueblo. Todos los edificios de Gaudí tienen algo que decir, tienen voz propia; su voz se escucha,

incluso en el silencio de sus dragones, o los jardines de guerreros que observan o las olas del mar reflejadas en alguna de sus fachadas ondulantes.

Para Gaudí cada material, forma, proporción, textura y color, suministra una nota musical, y las pausas y ritmos son creados por la realidad o la irrealdad, la fantasía y la imaginación que se despiertan al avanzar y descubrir a cada paso sensaciones sonoras entusiastas y dinámicas.

Gaudí tuvo a su alcance todos los conocimientos posibles de la época respecto al arte musical; conciertos y compositores, por eso está siempre presente la acústica en sus obras; quería que produjeran sensaciones sonoras a través de itinerarios; que se comunicaran con toda la ciudad, como sus templos, y que formaran voces en las calles; que la gente pudiera oír sus mensajes a través de su obra, con sonidos que se perciben con fuerza al observar cada simbolismo.

Formas, materiales, símbolos, fantasía y realidad, son los componentes básicos de la gran música que se convierte en arquitectura; de la arquitectura que hace música a través de notas sonoras que aporta cada espacio. La arquitectura religiosa de Gaudí está llena de sonidos místicos, espacios destinados al recogimiento espiritual y a la contemplación.





### La Sagrada Familia

El templo de la Sagrada Familia, por su parte, es capaz de despertar un sentimiento de gran fuerza e impacto; con un ambiente sonoro enriquecedor; tanto en la concepción del proyecto como en los itinerarios, campanas y campanarios. Todos ellos tuvieron un estudio importante, lleno de intenciones acústicas y no solo visuales.

“De esta forma se constata cómo a través de las zonificaciones acústicas creadas con los diferentes elementos arquitectónicos, la dicotomía de los espacios sonoros, el ritmo libre, el uso intencional de la reverberación, el diseño de las campanas, la colocación de los órganos y los espacios reservados para las corales, Gaudí otorgó a sus creaciones una profundidad espiritual que trascendía de los aspectos visuales para adentrarse en la magia del sonido. Josep Gustems et all. *Música y Sonido en Gaudí*, 2018”

La Sagrada Familia es un templo aislado acústica y visualmente por grandes paredes de piedra, levantado encima del nivel de la calle y rodeado de un claustro perimetral para alcanzar un aislamiento mayor. La vida y los sonidos son internos; van del interior hacia la ciudad. El claustro perimetral, un elemento diferente al claustro usado comúnmente, es muy importante entre la calle y el templo, convirtiéndose en un lugar de amortiguamiento sonoro y, a la vez, en un espacio para procesiones y peregrinaciones internas; por lo tanto, es un emisor sonoro durante ciertas actividades en las que es rico en tonalidades y cantos.

“El claustro, contrariamente a las catedrales, donde ocupa un espacio anejo, aquí —Sagrada Familia— rodeará el templo exteriormente a fin de aislarlo de los ruidos de la calle, y comunicará con el interior por los tres portales. Una de dichas comunicaciones ya la tenemos hecha con la puerta del Rosario. En el claustro podrán celebrarse procesiones y actos similares que no exijan salir a la calle”. César Martinell, *Conversaciones con Gaudí*, Ediciones Punto Fijo, Barcelona. 1969.

Las grandes y cerradas paredes del templo lo aíslan del exterior, del cual únicamente penetra la luz que conforma una imagen y sensación de bosque entre las columnas ramificadas. El aspecto grande y monumental del interior contribuye también a la sensación subjetiva de aislamiento y silencio; aunque el gran volumen de la nave central y el crucero crea una fuerte resonancia que, a su vez, produce una suave calidez visual y sonora, como si realmente se estuviera en medio de un alto bosque, quizá mágico o encantado, de mucho recogimiento espiritual, pero sin perder la sensación de encontrarse dentro de una catedral.

“En la Sagrada Familia destaca la reverberación en la nave central, recurso utilizado desde el arte rupestre para propiciar estados perceptivos alterados, desconcertantes, simbolizando la ubicuidad divina, singularizando espacios significativos con un uso ritual vinculado a la magia, al arte o a la religión. Dentro del templo, en la nave principal, la resonancia oscila entre 11 y 13 segundos en función de la temperatura ambiente, lo que hace imposible la interpretación de cualquier música sacra que no sea gregoriana, o como mucho, de la Contrarreforma. La melodía modal del gregoriano, interpretada en un espacio de tal reverberación provoca una “auto-armonía”, producida por la misma melodía en su ejecución simultánea. Esto, obviamente, estaba premeditado por el arquitecto, ferviente apasionado del canto gregoriano desde su estancia en Poblet”. Hensbergen, G. van. *Antoni Gaudí*. Barcelona, Plaza & Janés, 2001.

En condiciones normales de visita, sin actividad religiosa, el templo presenta un gran aislamiento, así como unos niveles sonoros bajos y equilibrados. El pavimento de corcho amortigua el impacto de los zapatos y mejora el aislamiento térmico, aunque no todo el pavimento es de corcho, lo hay de granito pulimentado, por lo que el sonido rebota en el mismo.



En el momento de una celebración, en la iglesia existe un incremento sonoro proveniente de varios puntos emisores, diversos tanto en su ubicación como en el tipo de sonido producido. En una celebración habrá sonido, en primer lugar, proveniente del oficiante desde el altar, localizado delante del ábside; en segundo lugar, sonido proveniente de los coros localizados detrás del altar, que originalmente Gaudí pensó serían ocupados por 800 niños y 800 sacerdotes cantando a 15 m de altura desde las cantorías que rodean el ábside, o en las naves laterales y desde una altura también de 15 m el Gineceo o coros de mujeres que ocuparían 1300 mujeres cantantes desde esa elevada posición.

Estos coros permiten emitir cantos mezclados con el canto del pueblo situado en el centro del espacio y a nivel del piso principal. Por último, el sonido musical proveniente de los órganos se emitirá desde arriba y en el centro o crucero de las dos naves del templo. Se trata entonces de una distribución sonora global, desde el frente, el centro, coros laterales y desde arriba la música del órgano, de tal manera que juntos alcanzan todo el espacio uniformemente.

El material, a base de piedra, combinado con las formas cóncavo - convexas y las esculturas adosadas, crean una completa difusión del sonido que reciben y generan también diversas tonalidades provenientes del granito, el pórfido, el vidrio y otros materiales.

“Si bien el volumen del interior es inmenso (más de 200.000 m<sup>3</sup>) y el tiempo de reverberación (T20) proporcionalmente largo (hasta 12 s promediado de 500 Hz a 1000 Hz), a los coristas les resultó evidente que el campo sonoro fue muy difuso. A pesar de las superficies duras y la existencia de muchas columnas reflectantes en el espacio, dondequiera que estuvieran ubicados los cantantes, el sonido se difundió muy uniformemente. (Panthea Alambeigi, Jane Burry & Mark Burry, 6 de Marzo de 2024: “Auralising the soundscape of Sagrada Familia Basilica: a virtual journey through sound”, en *Architectural Science Review*, DOI: 10.1080/00038628.2024.2326471)”

En las conversaciones con Gaudí, de Juan Bergós, aquél ya explica la importancia de las formas arquitectónicas: “Con el uso razonado de las superficies alabeadas no se precisan molduras, ellas por sí mismas son adaptables a toda suerte de situaciones y volúmenes, evitando toda clase de masas pasivas o inertes y teniendo, por tanto, más luz, jugando ésta y el sonido admirablemente.”

Al conjugarse con las formas, los materiales crean sonidos y reverberaciones especiales, buscando ese deseo de Gaudí de que el templo fuera viva voz de la ciudad; que su vista y sonidos llegaran mucho más allá del interior del mismo y alcanzaran al exterior, involucrando al pueblo en cantos y celebraciones.

Como sugerimos, algunos aspectos pueden mejorar, como por ejemplo la planeidad de la pared de cierre del acceso principal, que produce algunas tonalidades específicas no deseadas.



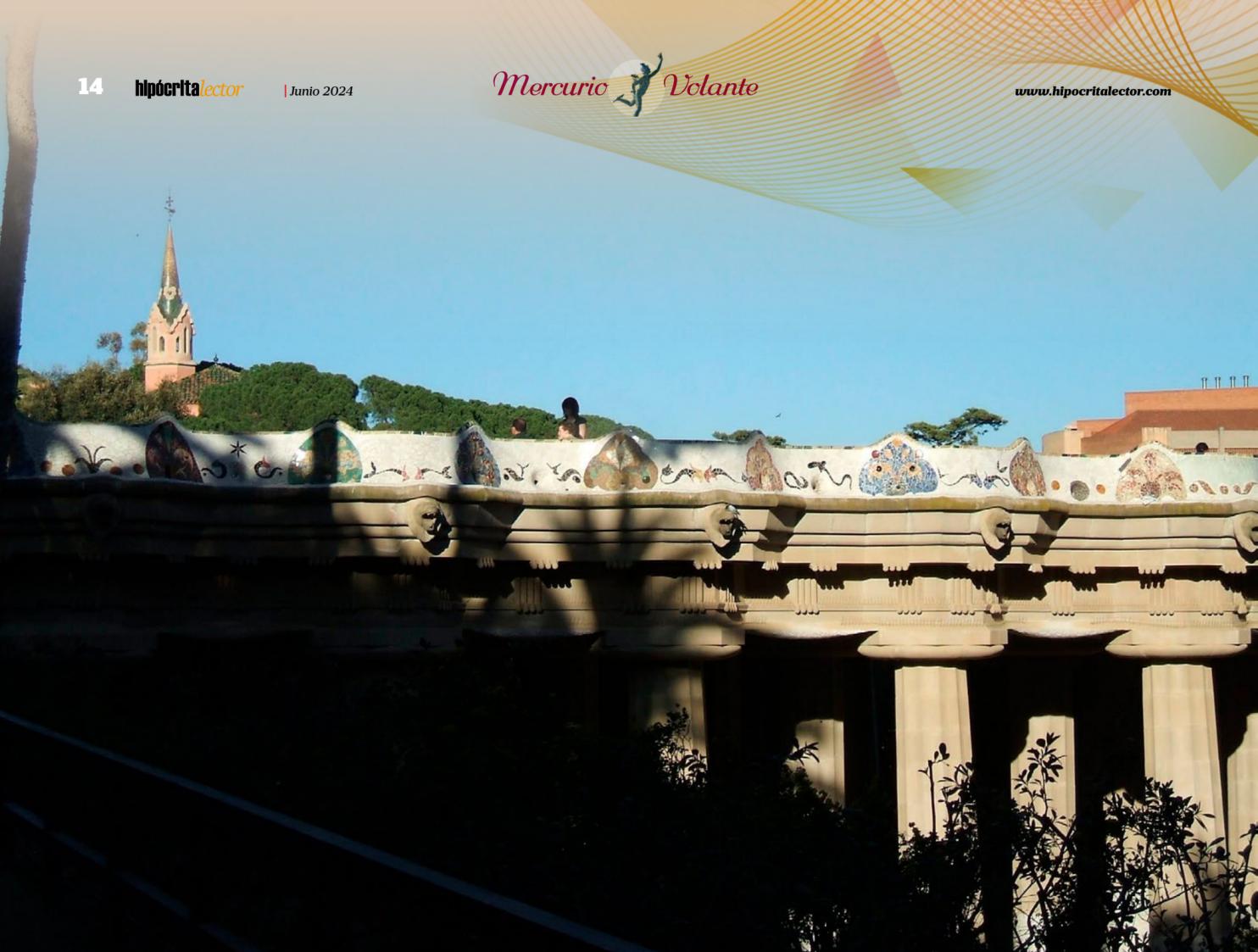
Gaudí realizó un amplio estudio sobre la colocación y distribución de los coros y del órgano, así como experimentos sobre la sonoridad de las campanas. Dentro de estas ideas de sonoridad, destacaba el ímpetu por la participación popular en el canto; la palabra y la voz de coros, sacerdotes y fieles que debían combinarse y predominar sobre la música. Dispuso sitios determinados para los coros según el tipo de voz y su capacidad interpretativa, por tal motivo, en la Sagrada Familia se encuentran los coros de niños alrededor del ábside y se complementa el presbiterio con el coro de clérigos, situado en la parte posterior a un nivel intermedio.

Los coros para 1300 mujeres cantantes, como se mencionó, se ubican perimetralmente y a una altura de 15 m sobre el nivel de la planta principal. En este caso, el sonido llega a los fieles desde arriba y rodeándolos, parece un sonido celestial, donde los cantantes casi no son vistos desde abajo. En el centro del templo se produce el canto del pueblo. Los órganos se colocarán entre las columnas que sostienen el cimborio principal y serán cuatro órganos que estarán a 45 m de altura. Habrá, por lo tanto, una colocación por niveles de los diversos tipos de sonido, los fieles o espectadores en el nivel bajo, las voces y coros en niveles de altura intermedia y la música siempre proveniente de la parte superior, ya que los tubos de los órganos estarán en la parte más alta.

Con esta disposición se logrará una mezcla total del sonido, dándose una difusión en todo el volumen del templo; los cantos provienen de abajo y de en medio y, desde arriba, la música de los órganos, justamente en el centro, en el cruce de naves. Esta distribución sonora de arriba a abajo y de abajo a arriba, ayudada por las formas difusoras internas y el volumen del espacio, debe producir una mezcla óptima de canto y música, de voces y melodías creando gran cantidad de tonalidades.

“Esta mañana he ido a la Sagrada Familia con los estudiantes de Ingeniería. Ante la maqueta, Gaudí nos ha explicado la estructura del templo. Dice que las bóvedas serán paraboloides hiperbólicos y enaltece las condiciones acústicas y lumínicas de estas formas geométricas. Los rayos luminosos se reflejan por cualquier punto; tanto de día como de noche; lo mismo con la luz de los ventanales que con la de los cirios. Advierte que las bóvedas de cañón, de uso frecuente antiguamente, concentran los rayos reflejados en determinados lugares, y a fin de evitar este inconveniente algunas veces se las revestía de casetones. En la sagrada Familia este fallo se evitará de un modo directo, utilizando bóvedas cuyas formas tengan propiedades geométricas adecuadas a sus finalidades utilitarias, ornamentales y constructivas. César Martinell, *Conversaciones con Gaudí.*”

Por lo tanto, un aspecto de suma importancia es la alta difusión derivada de sus formas y texturas internas; el empleo de las superficies de paraboloides e hiperboloides, columnas estriadas, así como la gran cantidad de superficies en relieve que consiguen difundir hacia múltiples direcciones el sonido que les llega, evitando las concentraciones en determinados puntos.



● Parque Güell.

“De modo parecido a la luz, el sonido no experimentará nunca concentraciones, prolongaciones ni ecos, debido a las superficies dispersoras de bóvedas, columnas y ventanales: tendrán, pues, la máxima nitidez las saluciones del sacerdote, la predicación y los cánticos. Estos cánticos producirán unas gradaciones sorprendentes, a causa de los diferentes niveles desde donde sean emitidos y de la diversidad de coros”. Juan Bergós, *Gaudí, el hombre y la obra*.

Esta cualidad se va a apreciar en gran medida en los techos de las graderías de los coros, formados por una gran composición de paraboloides hiperbólicos intersecados que logran una difusión hacia abajo y al frente de los cantantes, de manera uniforme, en el espacio.

Una vez planteadas las características de sonoridad del templo de la Sagrada Familia se muestra el análisis acústico por medio de un modelo lumínico. Tomando en cuenta que ambos fenómenos físicos, sonido y luz, manifiestan comportamientos de reflexión similar, se elaboró una maqueta recubierta de plástico espejo, a escala 1:50, de la sección del templo que abarca los coros de mujeres y, por medio de un haz de luz, se comprueba el compor-

tamiento difusor de las formas del techo, paraboloides e hiperboloides, correspondientes a dichos coros.

Esta maqueta y el análisis del “light tracing” confirman los comentarios realizados respecto al ascenso y descenso del sonido en la nave central de la Sagrada Familia, donde la difusión cobra una trascendencia muy importante derivada de las formas del espacio. En la maqueta está representada una sección transversal del templo, detallando un módulo de coros y graderías, cuyas dimensiones son 3,50 x 15,0 m y se encuentra a 15 m de altura respecto la planta principal.

Las dimensiones totales de la maqueta son de 0,60 x 0,90 m, y está recubierta de plástico transparente y papel vegetal. La difusión que se observa favorece el efecto sonoro de mezcla ascendente y descendente entre el sonido de las voces de los fieles, la música de los órganos y las voces de los coros, creando la sensación de envoltura espacial por el sonido. Se observa en las imágenes, que las paredes y los techos, formados por paraboloides e hiperboloides, crean una difusión del sonido en todos los sentidos, pero principalmente hacia la nave central, que es donde se mezclan los diversos sonidos de música y voz.



Muchos de los rayos sonoros alcanzan aún a reflejarse en el techo de la nave central, llegando también a la zona baja de congregación de fieles y también a la zona de coros al otro lado de la nave principal, creándose así una serie de reflexiones entre las dos zonas de coros. Existen zonas de mayor concentración sonora, pero también de mayor difusión, como son las uniones entre techos y paredes, las cuales muestran este reparto del sonido a través de las fotografías, observándose que en cualquier punto donde se esté situado el sonido llegará con viveza.

El haz de luz, colocado en la zona mencionada, alcanza a la parte de la nave central, arriba de la cual se producirá el sonido que vendrá de los órganos, situados a 45 m. de altura, de manera que el sonido directo hacia los fieles es de mucha importancia y destaca también la difusión sonora del techo de esta zona. El sonido proveniente de los órganos se debe mezclar así con los sonidos de los coros y los cantos de los fieles.

El tercer punto donde llega el haz de luz es en la parte baja del templo, correspondiente a la zona donde están congregados los oyentes, que también entonarían cantos litúrgicos. Se observa el sonido directo que alcanzará este lugar, así como el sonido difundido a través de las paredes y techos de los coros y del techo de la nave central. En la maqueta puede observarse que los rayos reflejados hacia la zona baja del templo llegan desde varios sitios.

En cualquier caso, la elaboración de este modelo permite comprobar el alto grado de difusión de los elementos que forman los techos y las paredes de la iglesia, comprobando también que, los tres emisores sonoros: coros, órganos y fieles, que crearían por difusión y sonido directo una mezcla ascendente y descendente del sonido. Esta difusión debida tanto a las formas como a los materiales sumamente reflejantes, de las paredes techos y suelos, contribuye también a que el tiempo de reverberación en el templo, una vez terminado, será alto, incluso con la absorción sonora producida sobre todo por la gente congregada.

Finalmente, es de mencionar que este comportamiento sonoro de alta difusión puede aplicarse a todas las demás construcciones de Gaudí que siguen estas formas en sus techos y paredes, como es el caso de la Cripta Güell, o el salón central del Palacio Güell.

También Gaudí puso especial esmero en el estudio de los campanarios de la Sagrada Familia y de sus campanas. Trató sus campanarios como grandes tornavoces; los sonidos emitidos por las campanas interiores serían reflejados y difundidos desde lo alto hacia toda la ciudad auxiliándose en los campanarios por pequeñas aberturas con un elemento inclinado hacia fuera. Este aspecto es parecido al de los difusores de los campanarios de Nôtre Dame, en París, aunque en dicho caso la forma y dispersión es siempre la misma. Con esto seguramente se alcanzaría una proyección sonora mayor y mejor, llegando la voz del templo a gran parte de la ciudad.

En la Sagrada Familia se encontrará un itinerario acústico no solamente por lo que se perciba físicamente, sino por todos aquellos símbolos del templo que crean mensajes sonoros en el pensamiento. Gaudí se propuso hacer del templo un cántico completo. Es de esperar que este itinerario acústico de la Sagrada Familia esté lleno de sorpresas sonoras. Las tortugas que sostienen el peso de la fachada del Nacimiento, que aparentan realmente estar vivas y moverse, o los ángeles que con sus trompetas hacen que se escuche en la mente una verdadera música celestial; también llenas de símbolos están la fachada de la Gloria y de la Pasión. Acústica donde cada símbolo,

● Parque Güell.

imagen o forma, parecen poderse escuchar, todo a través de su gran espíritu, el espíritu mismo de Gaudí.

Hay que mencionar que, en épocas recientes, se ha realizado la prueba de sonido (a la que pudo asistir uno de nosotros), donde se comprobó cierto desconcierto entre los intérpretes de los coros que debían realizar el seguimiento del director mediante pantallas de televisión debido a la escasa visibilidad con la nave, y la baja conjunción de las cuerdas entre sí por la elevada distancia existente entre ellas. Esto nos lleva también a hacer preguntas acústicas que surgen por el comportamiento sonoro real del templo y que, de manera natural y normal, son quizá diferentes a lo que Gaudí hubiera pensado, o tal vez no.

### ¿Por qué los espacios sin material absorbente diseñados por Gaudí, pero con gran presencia de superficie y forma, con material constructivo, suenan bien?

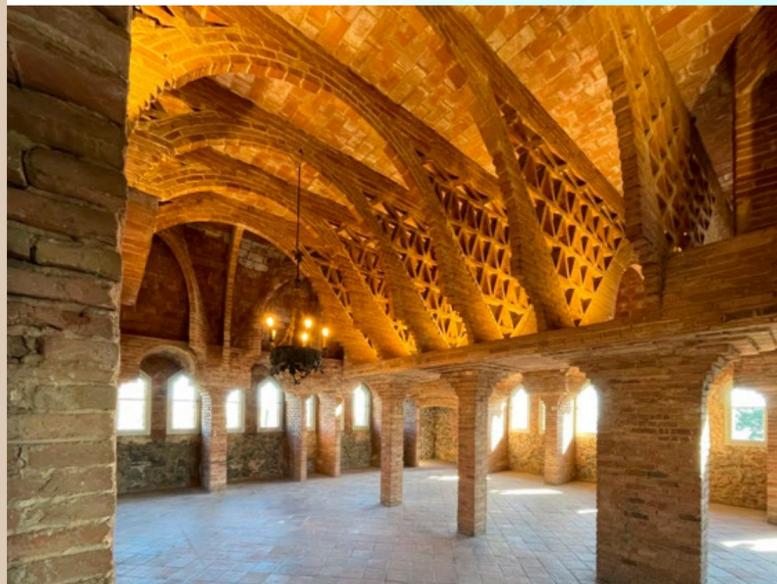
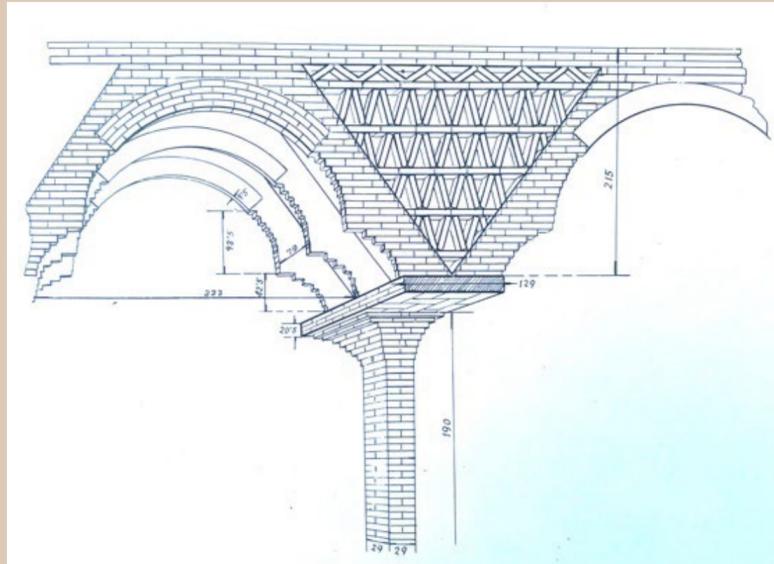
Analicemos estos casos.

#### Bellesguard (Barcelona)

El caso de la sala de música de Bellesguard es un gran ejemplo de la economía en material absorbente. Se trata de un zaguán cubierto con arcos de ladrillo macizo, avanzando planos hasta formar unos arcos, soportados por tabiquillos tipo conejero del mismo material.

Para llegar al desván, las pisadas en la escalera de mosaico suenan fuerte y, en lo más alto, se encuentra una escalera sumamente estrecha; de paredes planas que rebotan el sonido al pisar los escalones también de mosaico y que llevan al desván o sala de música de Bellesguard; ya ahí, la realidad es otra, en seguida se percibe que es un espacio frío en su sonido, aunque es un lugar hermoso con paredes, piso, techo, columnas y arcos de ladrillo en relieves que lo hacen absorbente. Los ladrillos son elementos a simple vista frágiles, delgados y que dejan espacios entre sí por donde fluye el sonido.

Absorción aumentada por algunas alfombras en el piso y varias cortinas en las paredes. Tiene muchas ventanas pequeñas y el sonar constante de un depósito de agua y su tubería distorsionan el sonido de los árboles y pájaros desde el jardín. El itinerario sonoro de Bellesguard es, por lo tanto, muy real y sincero, con sorpresas puntuales como la fuente o los vestíbulos que separan un espacio de otro y que no permiten ver ni oír lo que seguirá a continuación en el recorrido.



Este tocho manual es mucho más poroso que el producido mecánicamente.

Recordemos que Sabine (1868-1919) define de forma experimental su fórmula para el tiempo de reverberación de un recinto, todavía válida en el caso de espacios reverberantes, como el resultado de multiplicar el volumen del local por el coeficiente 0,162, y dividir el resultado por las unidades absorbentes o Sabinios métricos. Estas unidades de absorción no son otra cosa que el sumatorio de los productos de las superficies de cada material presente en la sala, por su correspondiente coeficiente de absorción (alfa absorbente).

En el sistema métrico decimal, la fórmula de Sabine es:

$$RT = 0,162 V / A$$

V = Volumen del local en m<sup>3</sup>

A = sumatorio (S x alfa), donde S es la superficie de cada material, y alfa su coeficiente de absorción sonora

En definitiva, es la forma y difusión final del conjunto, y no la absorción del ladrillo como material empleado, las que confieren las buenas características acústicas de la sala.

*En la Sagrada Familia se encontrará un itinerario acústico no solamente por lo que se perciba físicamente, sino por todos aquellos símbolos del templo que crean mensajes sonoros en el pensamiento. Gaudí se propuso hacer del templo un cántico completo. Es de esperar que este itinerario acústico de la Sagrada Familia esté lleno de sorpresas sonoras.*

#### Sala de música del Palau Güell, (Barcelona)

Otro ejemplo de espacio controlado acústicamente por Gaudí es el de la Sala de Música del Palau Güell.

Ubicado en la calle Unió de Barcelona, el edificio estuvo destinado a residencia de la familia de Güell, que fue, durante muchos años, mecenas de Gaudí.

El Palacio es un lugar lleno de sensaciones, recorridos, variedad de materiales, y cada uno de estos elementos contribuye a formar un itinerario acústico como si se tratara de una perfecta sinfonía musical. Desde el momento en que se entra se percibe que es un mundo distinto; la calle ha quedado atrás, no se ve, pero su murmullo permanece en la conciencia a través de las semitransparentes rejillas del acceso; el espacio se torna oscuro, misterioso, y despierta un gran interrogante sobre lo que se encontrará después.

Las distintas zonas, desde las caballerizas, cocheras, hasta las áreas de recepción y de vida privada, crean cada una un ambiente muy definido espacial y formalmente y, por consiguiente, las sensaciones visuales y sonoras que se perciben son tan variadas que hacen disfrutar los espacios como si cada uno de ellos tuviera su propio mensaje y lo quisiera transmitir a través de sus elementos.

Los suelos, paredes y techos, según sean de parquet de madera, piedra, mármol, artesonados o de ladrillo, van conformando los sonidos en los espacios, haciéndolos hablar por sí mismos o reaccionando a los estímulos del visitante.

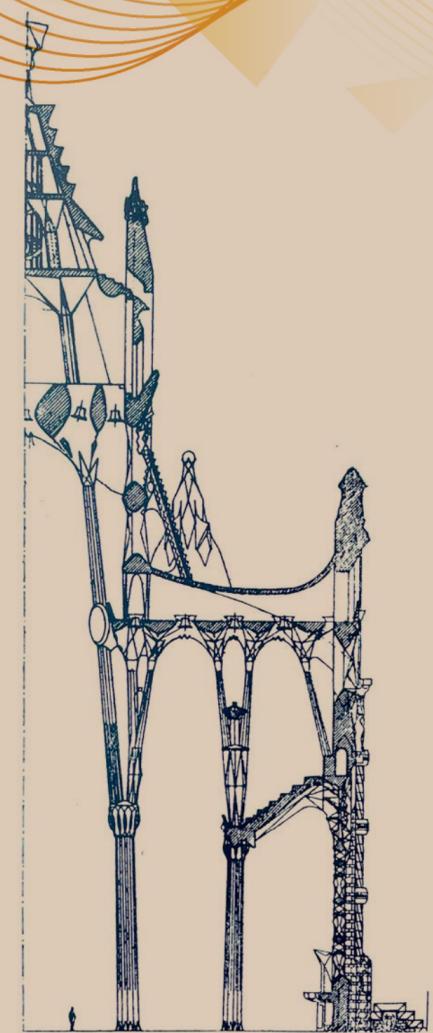
El salón central es el espacio más interesante del edificio, usado en su época tanto para actividades privadas como para recepciones sociales y fiestas. En primer lugar, puede aislarse o, por el contrario, abrirse completamente hacia los distintos niveles de la vivienda por medio de ventanas superiores. En el salón, aparte de su gran belleza que lo hace inigualable, se encuentra la mesa del altar, conformando un espacio usualmente cerrado que, al abrirse, convertía el gran salón en una especie de capilla u oratorio. Además, también está aquí el teclado del órgano, cuyos tubos se encuentran en la parte más alta de la sala.

Esta diversidad de actividades vinculadas con la cultura, el arte, la política, la religión y, sobre todo, el uso especialmente destinado a la música, creó la necesidad de tratar este espacio como un gran instrumento musical buscando la mejor sonoridad de acuerdo a sus materiales y formas.

Gaudí se da cuenta de la gran trascendencia de este salón y es donde pone de manifiesto sus ideas sobre la conjunción entre la música y la arquitectura. Dispone su arquitectura, por lo tanto, al servicio de la música, y el sonido de ésta a disposición de aquélla. Cada elemento y lugar sigue la idea básica de que debe existir un dinamismo sonoro entre las partes bajas del gran salón y las partes altas, un sube y baja de voces y música que se mezclan en el aire y producen un encanto en los oyentes. De esta manera coloca los tubos del órgano en la parte más alta, cerca de la cúpula, la cual rompe el efecto concentrante de su concavidad por la difusión sonora producida por el recubrimiento de piezas troceadas y en relieve.

En la parte baja, crea un entresuelo destinado a la orquesta y en las partes medias abre grandes ventanas hacia el salón, para albergar los coros; de esta manera, la fusión de música y voz se logra en el conjunto; muchas veces el espectador no ve a ninguno de los participantes en la sinfonía, pero las voces, la música de la orquesta y el órgano son percibidos como envolventes del espacio, provenientes de un lugar misterioso del cual el oyente no se percata pero sí siente. La arquitectura del espacio participa de esta sinfonía, cada elemento entra en resonancia y vibra al unísono con la música, aportando la difusión y la absorción sonora precisa.





### Consideraciones finales a la acústica de la Sagrada Familia

Vemos, como en todos los casos anteriores, que Gaudí llega a entender, dominar y controlar la acústica de estos espacios.

Es más, Gaudí comprende perfectamente los conceptos acústicos. Así lo expresa en sus conversaciones con los arquitectos que le han acompañado a lo largo de su trabajo en la Sagrada Familia.

La arquitectura de Antoni Gaudí se impregna de todo el sentimiento cultural de una época, fuera escultura, pintura, música o poesía. Su sentimiento interpretó cada una de ellas haciendo que sus obras tuvieran que descubrirse no solo con la vista, sino con el espíritu, la imaginación y, sobre todo, con el disfrute máximo del espacio. La escultura y la pintura en su obra son hermosas; y especialmente la música y la poesía hay que vivirlas a cada instante.

Gaudí no fue músico, pero durante toda su vida tuvo siempre un lugar en su pensamiento dedicado a tal arte; tenía ideas musicales que desarrolló también en sus diversas obras.

Todo el ambiente social estaba impregnado por cierto espíritu musical que, a su vez, era el fiel reflejo de lo que ocurría en otros campos del arte. Gaudí trasladó ese ambiente hasta el punto de hacer de sus edificios verdaderas sinfonías. Seguramente lo que Wagner hizo con su música y el tiempo Gaudí lo hizo con su arquitectura y el espacio. Independientemente de esto, sobre todo está la creación de la arquitectura total de Gaudí, donde se une espacio, escultura y materia para hacer de la obra música a cada recorrido, voces de poesía que están vivas en cada edificio

### Entonces, ¿por qué no hizo lo mismo con la nave de la Sagrada Familia?

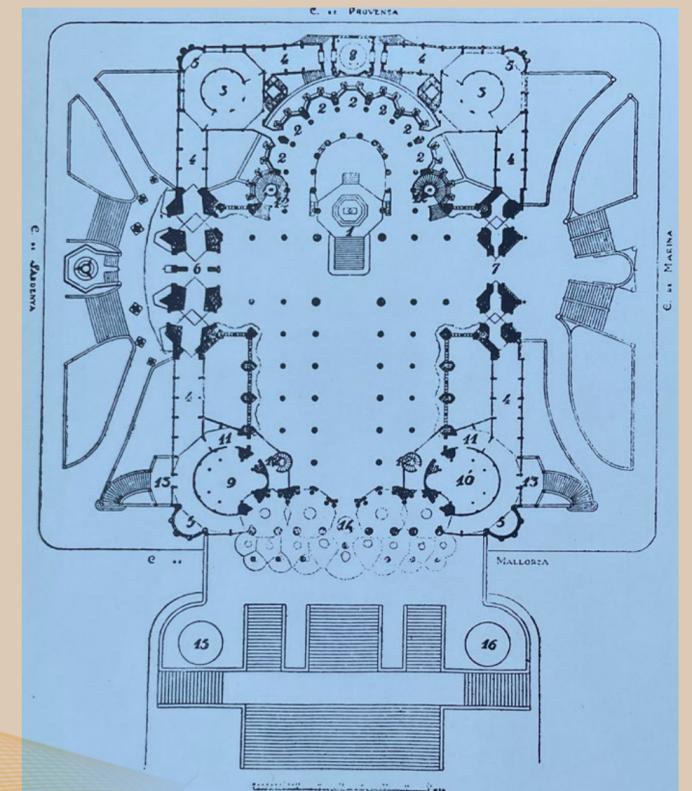
La respuesta está en la propia función del templo y los significados religiosos a lo largo del tiempo.

Gaudí la considera una Basílica Expiatoria que se construye con los donativos de los feligreses, por lo que seguramente cree que debe tener la acústica de una Catedral. Es decir, no es un auditorio cuya reverberación normalmente queda controlada por la absorción de las butacas y el público —con las reflexiones y difusiones de las paredes laterales y techo—.

En efecto, los auditorios tienen un parámetro que los define a nivel arquitectónico, y que es el volumen por plaza. Este  $V/N$  se encuentra comprendido entre los  $5,26 \text{ m}^3/\text{oc}$ . (Academy of Music, Filadelfia), y  $14,24 \text{ m}^3/\text{oc}$ . (Royal Albert Hall, Londres), con un valor promedio de  $8 \text{ m}^3/\text{oc}$ . (valores resultantes del estudio Music, Acoustics & Architecture, de Leo Beranek).

Otro parámetro arquitectónico es el de la densidad de ocupación,  $N/S$ , es decir, los ocupantes por unidad de superficie. En este caso, el valor menor se da para el Beethovenhalle, de Bon, con  $1,06 \text{ oc}/\text{m}^2$ , mientras que el valor mayor es para el Tanglewood Music Shed, de Lenox, que alcanza  $1,95 \text{ oc}/\text{m}^2$ .

En el caso de los auditorios, la absorción en sala vacía se consigue equiparar a la que presentará en sala llena, mediante un riguroso estudio de la absorción de las butacas tanto vacías como ocupadas. También se dispone de suelos de madera, para favorecer la llegada de los sonidos graves transmitidos por vía sólida.





Por el contrario, las catedrales, presentan siempre mayor volumen, los laterales no son absorbentes, y los ocupantes se disponen generalmente en bancos de madera —y no butacas estudiadas sonoramente—, y el suelo también es muy reflejante acústicamente hablando. Por ello la absorción del público sentado en bancos de iglesia es menor que la correspondiente al mismo público sentado en asientos tapizados, estudiados para equiparar la acústica de auditorios tanto en sala vacía como llena.

125	0,25
250	0,27
500	0,33
1000	0,38
2000	0,40
4000	0,38

Absorción en Sabinios métricos del público sentado en asientos de iglesia (según Beranek, L)

**Entonces, ¿cuál es la razón por la que Gaudí dispone de varios palcos para los coros de hombres, mujeres y niños, si será imposible entenderse entre sí?**

La razón seguramente está ligada a que Gaudí comprendía muy bien la función de un templo, ligada al uso y a la tradición histórica. Gaudí sabía que el templo tenía que representar lo que por tradición han representado las grandes catedrales, una relación de omnipresencia y grandeza, donde la gente se reunía no solo por razones religiosas.

Gaudí diseñó y evolucionó en sus conceptos acústicos a tal grado que los utiliza todos en la Sagrada Familia, el aislamiento del exterior hacia el interior con el claustro perimetral, de tal manera que la vida del templo fuera interna, que sus sonidos fueran propios, pero al mismo tiempo enviar esos sonidos a la ciudad por medio de sus campanas y campanarios, en una búsqueda de manifestación ciudadana proveniente del templo hacia la ciudad y no al revés.



● Púlpito de la Catedral de Mallorca.

### A manera de conclusión

Como se mencionó antes, Gaudí tenía muy claro la respuesta acústica de la Sagrada Familia, asumiendo en esta claridad de ideas su función como templo religioso y la manera como un templo, en este caso la última de las grandes catedrales, debería sonar: un bosque de sonidos envolventes, donde el mensaje proviene de muy diversas alturas y distancias, y donde se crea un sonido propio.

Gaudí concibió la iglesia como un bosque y, de misma manera que en un bosque los sonidos provienen de lugares diversos, produce diferentes planos de emisión sonora, los fieles a nivel de templo, las cantorías de niños, mujeres y sacerdotes a los 15 m y los órganos musicales a mayor altura, igual que en un bosque el sonido en los diversos estratos de altura por las copas de los árboles.

El sonido de la sagrada Familia envuelve, viajando y siendo difundido por sus elementos constructivos en techos, paredes, columnas, capiteles que a veces son lisos y a veces estriados. Gaudí planeó el sonido direccional, el sonido perimetral, el sonido ascendente y descendente de la Sagrada Familia; planeó los itinerarios sonoros, la ubicación de los emisores y receptores, la cantidad de campanas, la forma de los campanarios; planeó el sonido del templo, pero lo planeó pensando eso, que era y será un espacio religioso, donde quizá el entendimiento del sonido no importa tanto como el mensaje subjetivo de éste, el bosque, el sonido envolvente, el sonido de lo omnipresente que debe mostrarse como mensaje final, cosa que la Sagrada Familia logra. Gaudí por lo tanto no pensó necesariamente en que se realizarían conciertos u otras actividades; tenía claro que levantaba la última de las grandes catedrales, por lo que el sonido debería enviar un mensaje distinto, no necesariamente entendible a simple oído, sino mezclado con la tradición y el uso histórico de las catedrales, y con sus cantos gregorianos usuales.

Estamos en el siglo XXI y la electroacústica e ingeniería del sonido ha evolucionado de tal forma que la acústica natural y reverberante de un lugar puede dejar casi de preocuparnos. Así lo atestiguan los estudios que realizó la empresa Gaplusa para la sonorización con

altavoces Bose distribuidos en las columnas de la Basílica, que permiten a los feligreses entender los sermones. Pero quizás nos debemos preguntar si la electroacústica puede permitir subsanar la reverberación de 11 segundos que presenta la Basílica, o quizás debamos plantearnos si los árboles desnudos actuales —como si fuera invierno—, que vemos en la nave de la Sagrada Familia, pueden vestirse con unas hojas absorbentes acústicas— como si fuera en verano—.

Creemos que tal idea (que por supuesto deberá actualizarse al momento actual de la tecnología sonora la concepción de Gaudí) permitiría transformar y adecuar la acústica de la Sagrada Familia a la necesaria comunicación sonora que en ella realicen en el futuro las orquestas, cantantes, oradores, y corales.



**FRANCESC DAUMAL I DOMÈNECH**  
Arquitecto acústico, se enamoró de Gaudí antes de comenzar sus estudios de arquitectura, gracias a las múltiples visitas al Park Güell y la Sagrada Família que en su juventud realizaba con su padre. Actualmente es Catedrático Emérito de Universidad y consultor especialista en acústica.  
francesc.daumal@upc.edu

**ARTURO CAMPOS**  
es un arquitecto joven que se enamoró de Gaudí durante sus estudios de doctorado en Barcelona, convirtiéndolo en tema central de su tesis doctoral "Las voces de Gaudí", presentada en la ETSAB, por la que obtuvo la calificación de cum laude.  
arturoca\_23@hotmail.com