

Juan Bassegoda Nonell
Gustavo García Gabarró

La cátedra de Antoni Gaudí
Estudio analítico de su obra

Introducción

En 1956 fue creada, por Orden Ministerial de 3 de marzo, la Cátedra Especial Antonio Gaudí en la Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB). Su primer director fue José Francisco Ràfols Fontanals (1889-1965) y, desde el 23 de abril de 1968, es dirigida por quien suscribe el presente texto. La Cátedra, que a partir del 19 de octubre de 1998 ha pasado a denominarse Real Cátedra Gaudí, en 1997 fue distinguida con la Medalla de Oro al Mérito en las Bellas Artes.

Desde su creación, la Real Cátedra Gaudí ha llevado a cabo una labor continuada en pro de la figura y la obra del arquitecto. Ya en 1969 consiguió la declaración de monumento nacional en favor de los edificios de Gaudí. Asimismo, entre 1967 y 1977 dirigió la restauración y la instalación de la sede de la Cátedra en los pabellones Güell, en la cual han recibido el grado de Doctor Honoris Causa, entre otros, George R. Collis i Josep Lluís Sert.

Ha proyectado exposiciones, impartido cursos y conferencias, y ha participado en numerosos congresos. También ha dirigido tesis doctorales sobre temas de su especialidad y, concretamente, cinco de ellas sobre Gaudí. Estos nuevos doctores son una portorriqueña, un japonés, un taiwanés y dos españoles.

Uno de ellos, Gustavo García Gabarró, fue premiado con Apto cum laude por el desarrollo de las ideas expuestas en los cursos de doctorado de la Cátedra sobre la particular arquitectura naturalista de Gaudí y el estudio de la geometría reglada y los arcos catenáricos.

A partir del material de esta tesis excepcional, junto con la exposición de los principios fundamentales del gaudinismo a cargo del director de la Cátedra, se ha compuesto este volumen, que vienen a ser el sustrato, la sustancia y el núcleo de la idea arquitectónica, intemporal e inspirada de Antoni Gaudí.

Juan Bassegoda Nonell
Director de la Real Cátedra Gaudí

Indice

Formas de la arquitectura de Gaudí (Juan Bassegoda Nonell)

Obras primerizas (1873-1885).....	13
Influencia oriental (1883-1888)	13
Neogoticismo (1883-1909)	15
Naturalismo (1895-1916)	18
Geometría reglada (1908-1917)	22
Estilo definitivo (1892-1926)	23
PERSONALIDAD Y PENSAMIENTO DE ANTONI GAUDÍ	25
CRONOLOGÍA	33
GAUDÍ EN BARCELONA	34

Acercarse a Gaudí (Gustavo García Gabarró)

Introducción	39
Inspiración en la naturaleza	43
El proceso creador	43
Cómo crea la naturaleza	44
Cómo crea la arquitectura	46
Geometría en la arquitectura y la naturaleza	48
La geometría	48
Geometría de la arquitectura	48
Geometría en la naturaleza	50
Formas arquitectónicas naturales	52
Geometría reglada	52
Formas regladas en la naturaleza	54
Formas naturales en la arquitectura de Gaudí	56
Formas naturales incorporadas a la arquitectura	70
Ventajas de su aplicación	70
Las claves del descubrimiento	72
La síntesis arquitectónica de Gaudí	74

Gaudí y el neogoticismo

De las estructuras góticas a Gaudí (Gustavo García Gabarró)	79
Gaudí y la arquitectura gótica	79
Las novedades góticas	80
La superación del gótico	81

Gótico, neogótico y Gaudí (Juan Bassegoda Nonell)	84
El gótico levantino	85
El neogótico catalán	85
El neogótico de Gaudí	86
La superación del gótico	86

**FORMAS DE LA ARQUITECTURA
DE GAUDÍ**

Formas de la arquitectura de Gaudí

Juan Bassegoda Nonell

Obras primerizas (1873 - 1885)

Gaudí empezó sus estudios de arquitectura en la Facultad de Ciencias de Barcelona en 1869. Debido a sus escasos medios económicos se vio obligado a trabajar como delineante con diversos arquitectos y con el maestro de obras José Fontserè Mestres, director de las obras del nuevo parque de la Ciutadella. Dentro del estilo ecléctico, propio de la época, diseñó la barandilla de la plaza más tarde llamada de Aribau y la reja de hierro que cierra todo el recinto. También colaboró en el proyecto del mercado de estructura metálica del Born y dibujó una fuente para el centro del mercado que, por desgracia, fue destruida, aunque se conservan el proyecto y fotografías.

Durante la carrera realizó una serie de proyectos para las asignaturas correspondientes en los que destaca el colorido y el preciosismo de sus dibujos acuarelados. Proyectó una puerta para un cementerio, una gran fuente para la plaza de Catalunya, un patio para un edificio público, un embarcadero y, como proyecto de final de carrera, un paraninfo o sala de grados de una universidad.

A partir de 1873 colaboró en la construcción de viviendas, así como del centro de reunión y una nave de la fábrica Cooperativa Mataronesa, la primera que se estableció en España con idea de hacer una fábrica propiedad de sus obreros, idea que interesó a Gaudí de acuerdo con sus ideas juveniles sobre los problemas sociales. Gaudí dibujó también el estandarte de la compañía y, en 1885, dirigió la decoración de una nave de la fábrica para una gran fiesta en la

que participaron los familiares de los obreros. Gaudí convirtió el interior de la nave en un bosque que llamó poderosamente la atención de la concurrencia.

En 1878 Gaudí recibió el encargo del Ayuntamiento de Barcelona de proyectar dos modelos de farolas de gas para situarlas en las principales calles y plazas de la ciudad.

Presentó dos modelos, uno de tres brazos y otro de seis, combinando la base de piedra con el fuste y brazos de hierro colado con el bronce y los cristales opalinos de las farolas. Redactó una extensa memoria en la que demostró haber estudiado a conciencia los sistemas de iluminación a gas de las grandes ciudades del mundo.

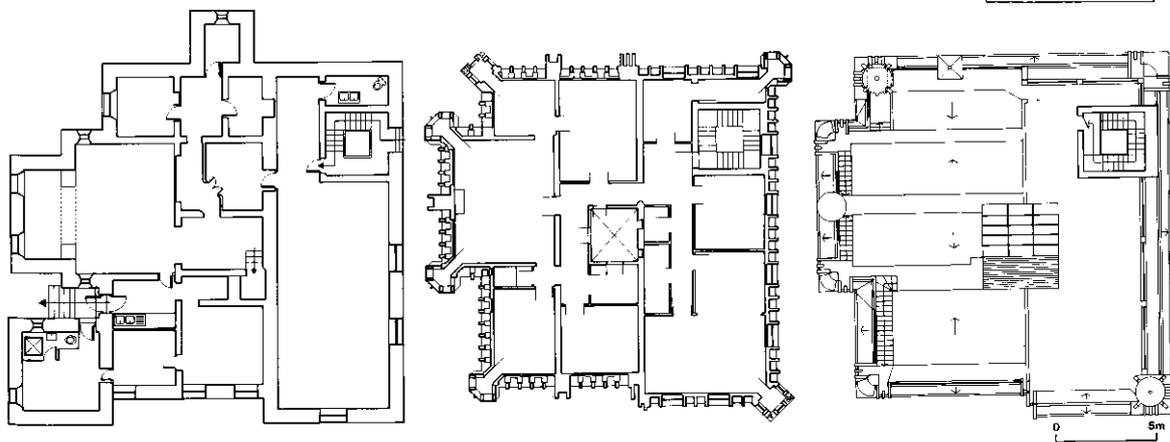
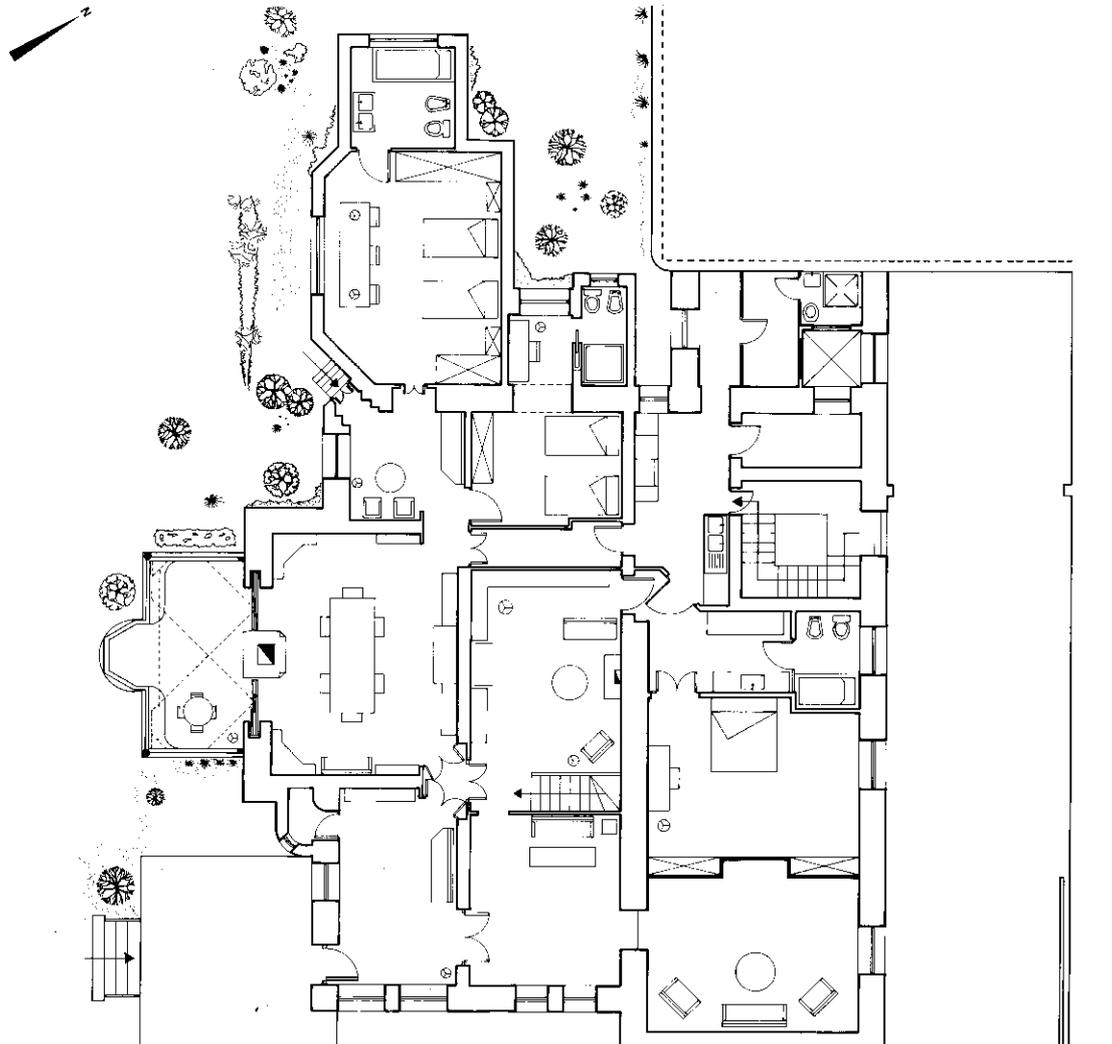
Al final se colocaron solamente dos farolas de seis brazos en la plaza Reial, inauguradas en septiembre de 1879, y dos de tres brazos en la plaza de Palau.

En este período inicial, las obras de Gaudí son muy singulares, pero no reflejan todavía su estilo más personal.

Influencia oriental (1883 - 1888)

En el último cuarto de siglo XIX empezó a gestarse en Europa una tendencia arquitectónica en la que se mezclaban el neogoticismo y el exotismo. Al final, esta mezcla dio lugar al Modernismo.

En España algunos arquitectos trataron de hallar inspiración en escuelas extranjeras. Lluís Domènech i Montaner y José Vilaseca Casanovas se sintieron atraídos por la arquitectura ale-



mana, en auge después de la guerra franco-prusiana. Gaudí, que había leído a Walter Pater y John Ruskin, buscó el exotismo, a través de la arquitectura inglesa, en el Lejano Oriente, especialmente en la arquitectura de la India, Persia y Japón.

Existen cuatro obras de la juventud de Gaudí donde queda patente su interés por Oriente. El Capricho (1883-1885), en la población de Comillas, a orillas del mar Cantábrico, en el Norte de España, es un edificio revestido de cerámica vidriada con una alta y esbelta torre cilíndrica que recuerda un alminar de Ispahan. No presenta todavía innovaciones técnicas, pero supone un paso adelante en su personal estilo.

La Casa Vicens (1883-1888), en el barrio de Gracia de Barcelona, está dentro de estas formas orientales, especialmente por el uso de la cerámica vidriada. En este edificio, Gaudí introduce el uso del arco catedrático en la cascada del jardín y

el naturalismo en la reja con hojas de palmito de hierro colado. También en esta casa estudió el diseño de muebles y la decoración interior con *papier maché* pintado de vivos colores.

En la Finca Güell (1883-1887), en las afueras de Barcelona, Gaudí construyó, entre otros elementos, la portería, la caballeriza y el picadero a la entrada del extenso parque alrededor de la casa de Eusebio Güell. Exteriormente las construcciones tienen un rutilante aspecto oriental gracias a los revestimientos cerámicos, pero interiormente presentan formas estructurales nuevas. Arcos y bóvedas de perfil catenárico y cúpulas hiperboloidales.

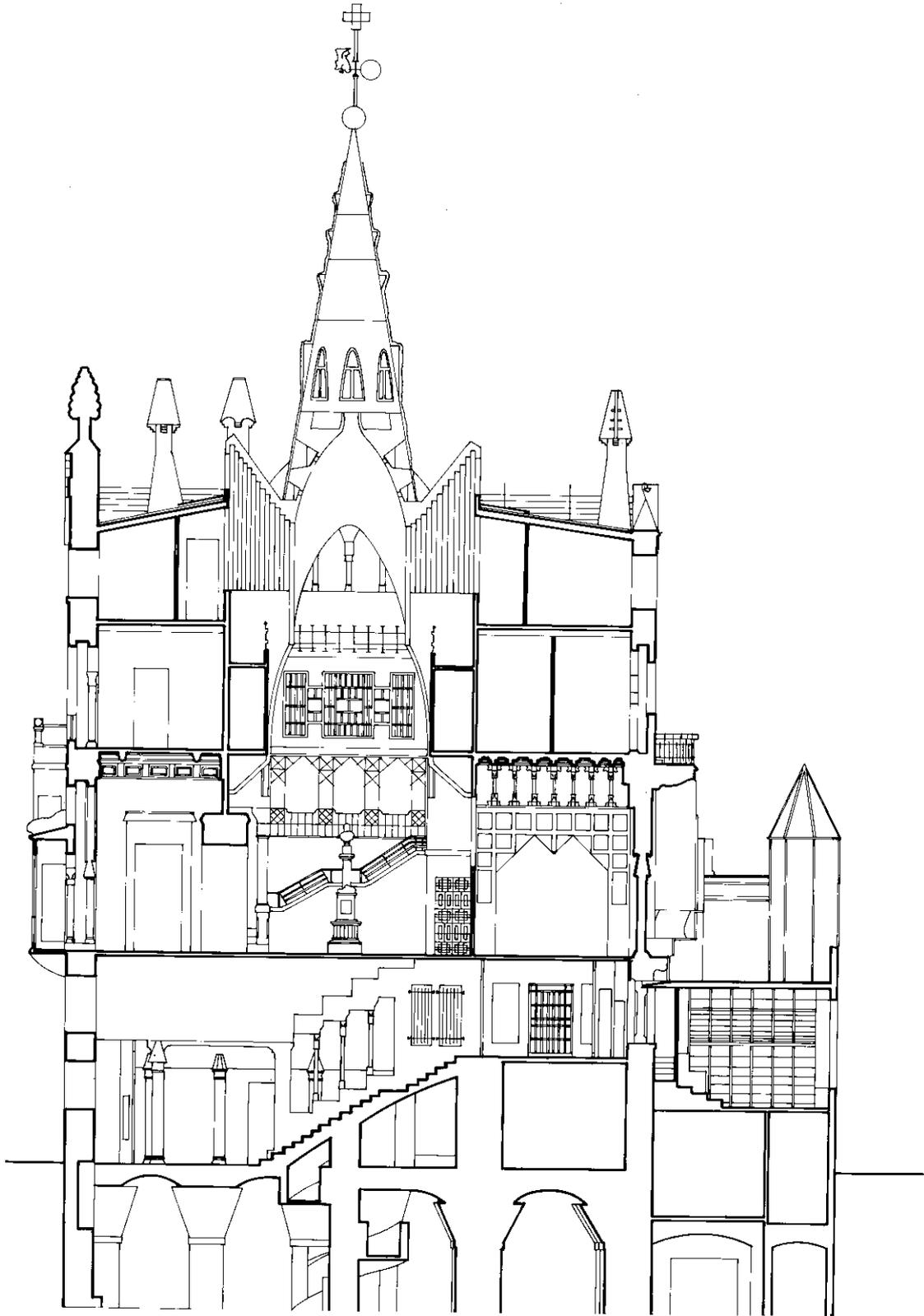
El Palacio Güell (1886-1888), en el barrio antiguo de Barcelona, es obra de mayor envergadura, con un gran número de soluciones nuevas en la estructura y la distribución de espacios y volúmenes conjugadas igualmente con un aspecto oriental. La decoración se debió en parte a Gaudí, aunque también intervinieron los pintores Alejo Clapés y Alejandro de Riquer y el arquitecto Camilo Olivares.



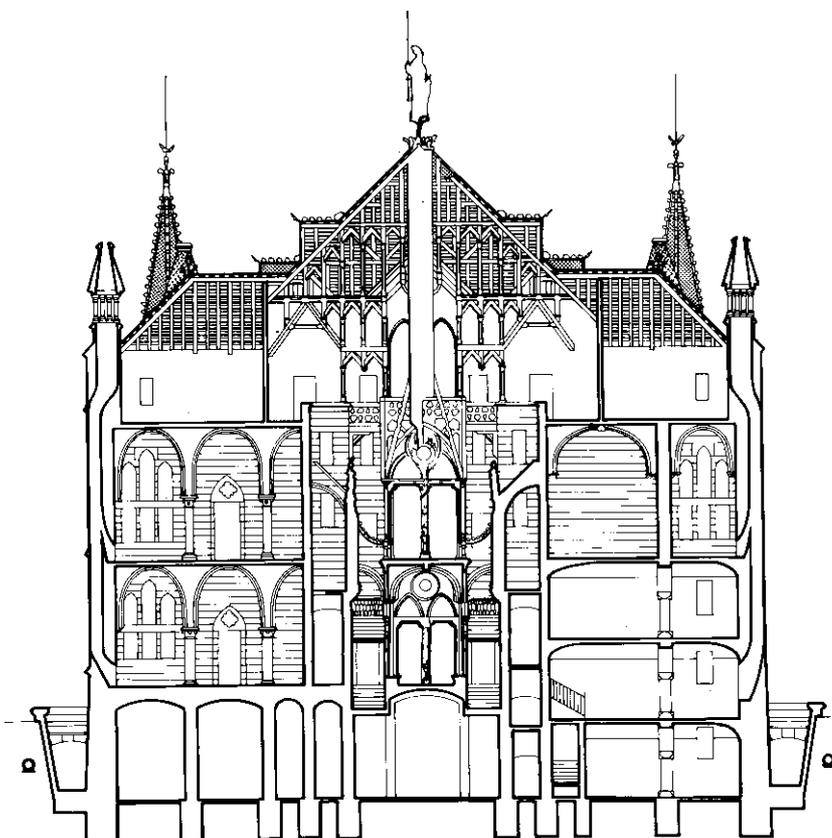
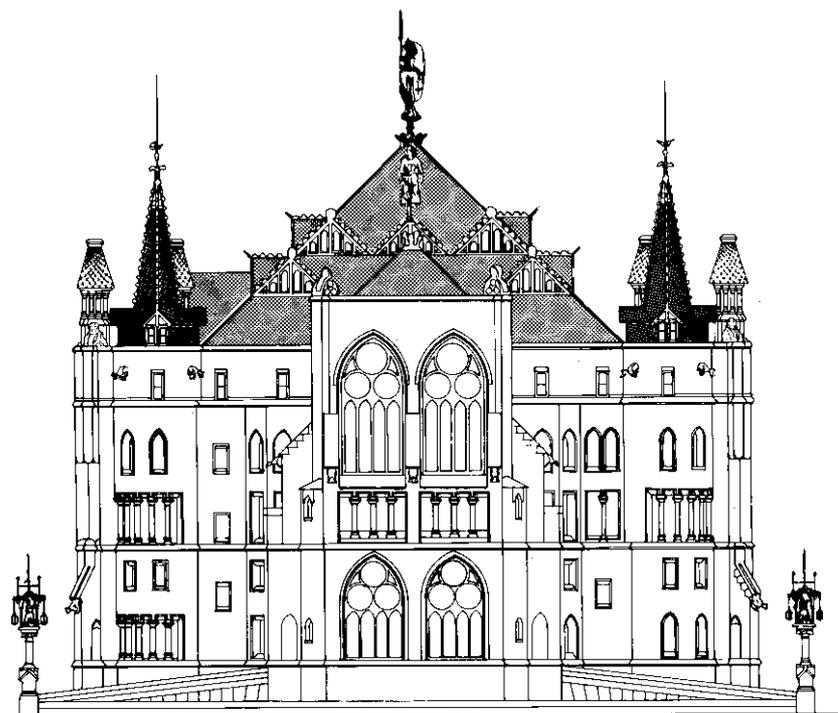
Caballerizas de la Finca Güell

Neogoticismo (1883-1909)

Gaudí tuvo a un protector y colega en el arquitecto Juan Martorell Montells (1833-1906), hombre muy religioso, constructor de iglesias y conventos en estilo neogótico según las ideas del arquitecto y tratadista E. E. Viollet-le-Duc. Colaboró en varias obras de Martorell como ayudante y de él aprendió el neogoticismo de la época. Gaudí creía que el gótico era el más estructural de los estilos históricos. Los arquitectos del Renacimiento, decía, eran simples decoradores. Después de estudiar las estructuras góticas, concibió la manera de perfeccionar aquellas soluciones medievales pero, a fines de siglo XIX, hizo una serie de proyectos dentro de la línea del neogótico de Martorell. Decoró las capillas de sendos colegios de monjas en Sant Andreu del Palomar (Barcelona, 1880) y Tarra-



Palacio Gu ll (1886-1888)



Palacio episcopal de Astorga (1889-1893)

gona (1879), con altares, ostensorios y sillerías de coro puramente neogóticos. También de esta forma proyectó la capilla del Santísimo Sacramento de la iglesia parroquial de Sant Fèlix de Alella (1883), aunque la obra no se llegó a realizar. Para don José María Bocabella, creador del Templo de la Sagrada Familia, diseñó un altar oratorio de talla de madera dentro de las formas neogóticas.

En 1887 fue encargado de terminar un colegio de monjas de Santa Teresa en Sant Gervasi, iniciado por un maestro de obras, Gaudí, introdujo substanciales modificaciones en el proyecto inicial, pero no pudo cambiar la forma rectangular del edificio, que estaba ya en la primera planta. El edificio terminó con las formas propias de una fortaleza medieval coronada de almenas pero, en su interior, unos elegantes y bien combinados conjuntos de arcos catenáricos de ladrillo acaban produciendo un efecto de absoluta novedad y de fuerte inspiración.

A partir de 1887 proyectó el palacio del obispo de Astorga (León), un catalán que conocía a Gaudí desde muchos años.

Esta obra se hizo con granito, y su composición, siendo original, tiene un fuerte contenido gótico, especialmente en las bóvedas ojivales nervadas de las plantas baja y primera. La dirección de obra fue abandonada por Gaudí en 1893 y las actuales cubiertas no corresponden al proyecto original.

Mientras trabajaba en Astorga le fue encargada a Gaudí una casa de viviendas en León, la Casa de los Botines (1891-1892), situada en la plaza de San Marcelo y construida a los cuatro vientos. Es de piedra caliza, de líneas neogóticas y un original sistema de cubiertas de pizarra.

En el sótano y la planta baja había almacenes y despachos de una industria textil.

El caso de Bellesguard (1900-1909) es distinto. Se trata de un edificio aislado en la ladera de la sierra de Collserola, en el lugar donde hubo un casa medieval propiedad del rey Martín I de Aragón. En su memoria Gaudí hizo una

obra inspirada en el gótico catalán del siglo XV, aunque planteó nuevas y atrevidas soluciones estructurales.

Naturalismo (1895-1916)

Corresponde al período más creativo de Gaudí al desarrollar con entera libertad sus ideas de la arquitectura inspirada en la naturaleza.

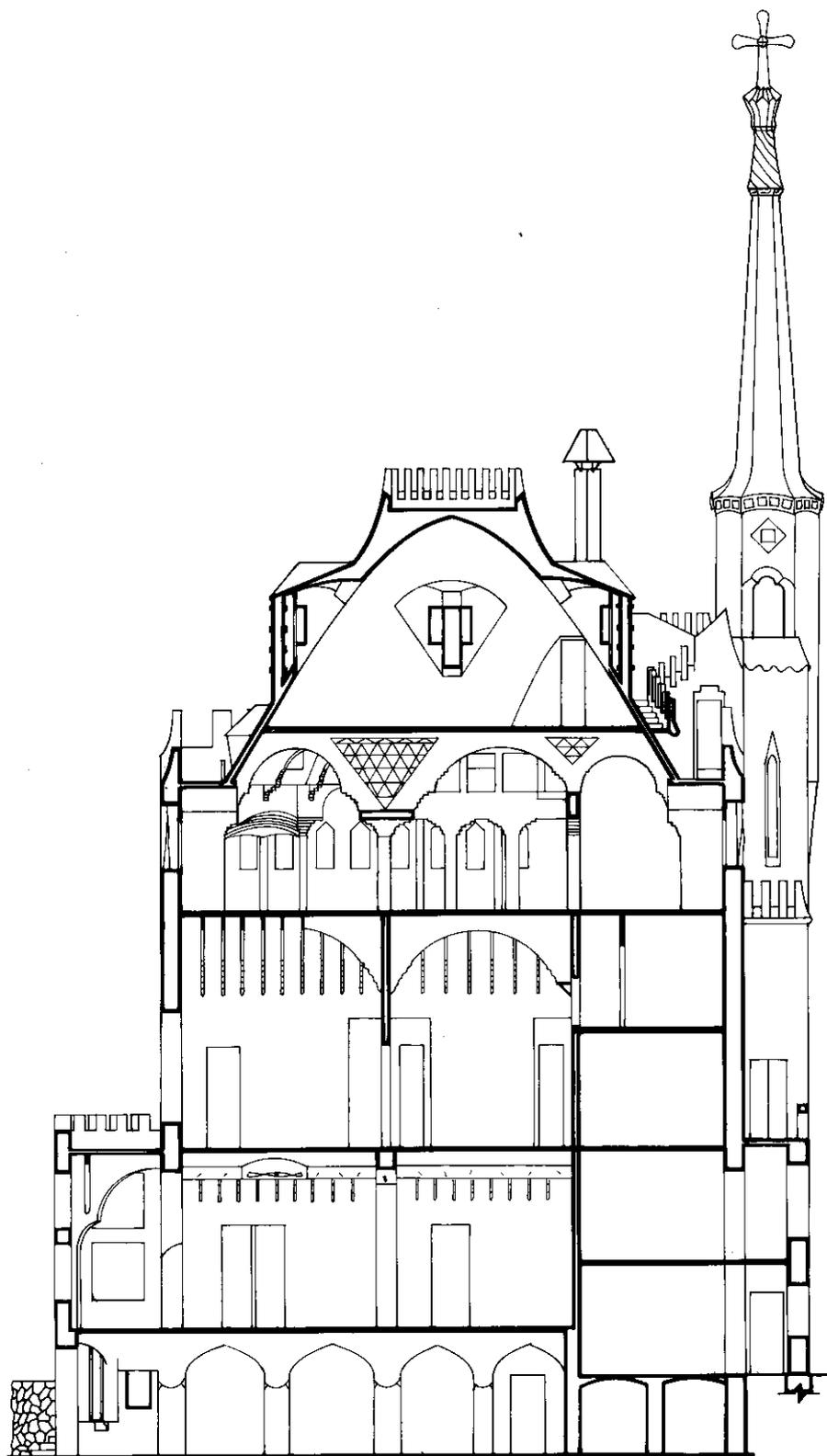
Comprendiendo que en la naturaleza no existe la línea recta ni el plano y sí, en cambio, una inmensa variedad de formas curvas, cambió el normal procedimiento de proyectar encima de un plano y se lanzó directamente a la tercera dimensión mediante todo tipo de maquetas y modelos.

Los hacía de madera, de yeso, de arcilla, de tela metálica, de cartón mojado o de alambre.

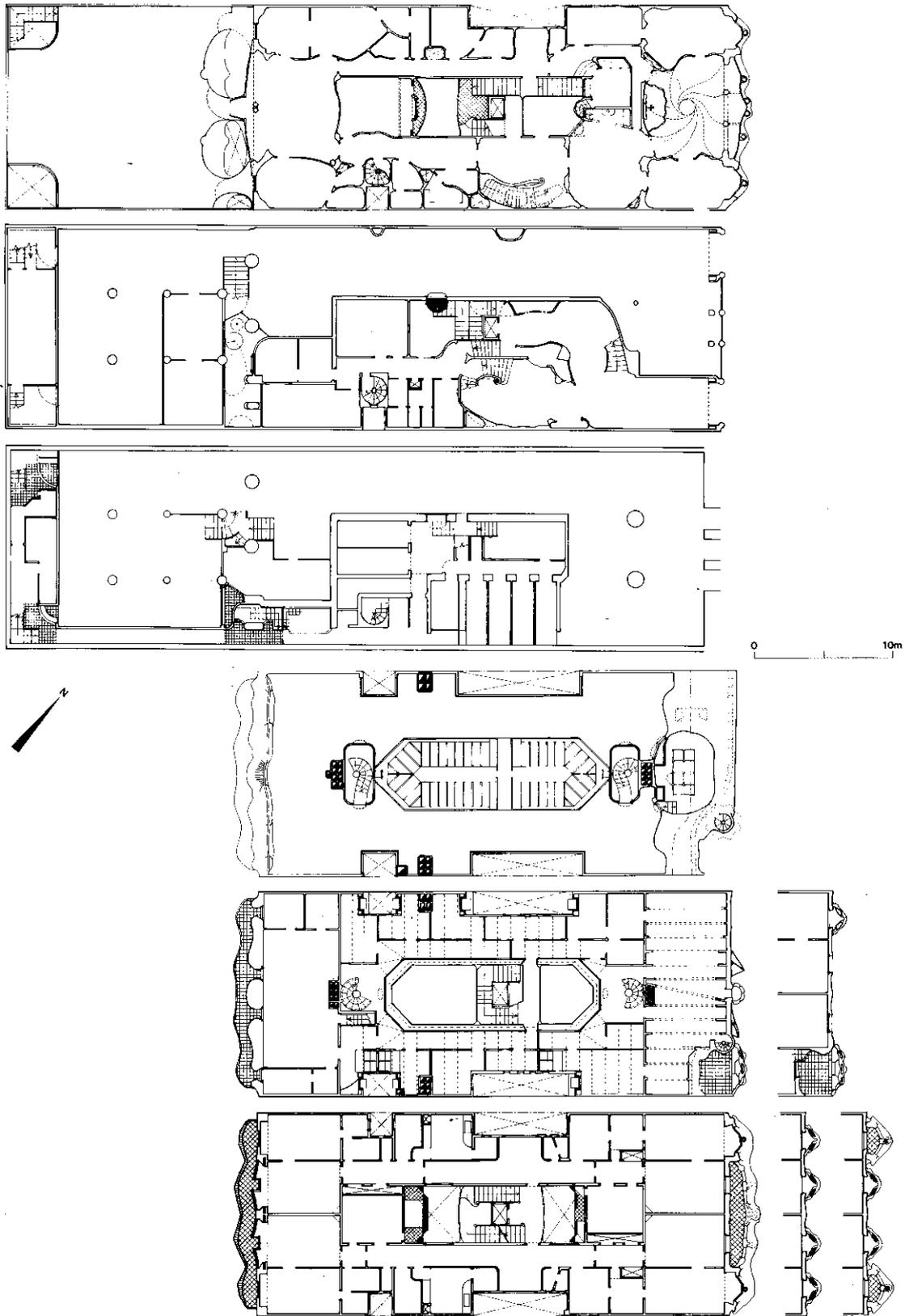
El amor de Gaudí a la naturaleza se centró en una atenta e ingenua observación de las formas de las plantas, los animales y las montañas. Admiró la belleza de todo ello, apercibiéndose de que la naturaleza no tiene intenciones estéticas, sino funcionales. No trataba de hacer obras de arte, sino elementos que sirvieran para el crecimiento y la reproducción de las especies. Llegó a la conclusión de que buscando la funcionalidad se llega a la belleza y que si se busca la belleza por la vía directa sólo se alcanza la filosofía, la estética o la teoría del arte. Gaudí fue un hombre sencillo, enemigo de las ideas abstractas, que supo ver la realidad de las cosas sin prejuicios ni deformaciones profesionales.

Dentro de sus obras naturalistas cabe incluir la Casa Calvet (1898-1899), en cuya fachada situó una colección de setas para complacer al Sr. Calvet, que era micólogo. El proyecto de la fachada se hizo mediante una maqueta de yeso a escala 1:10.

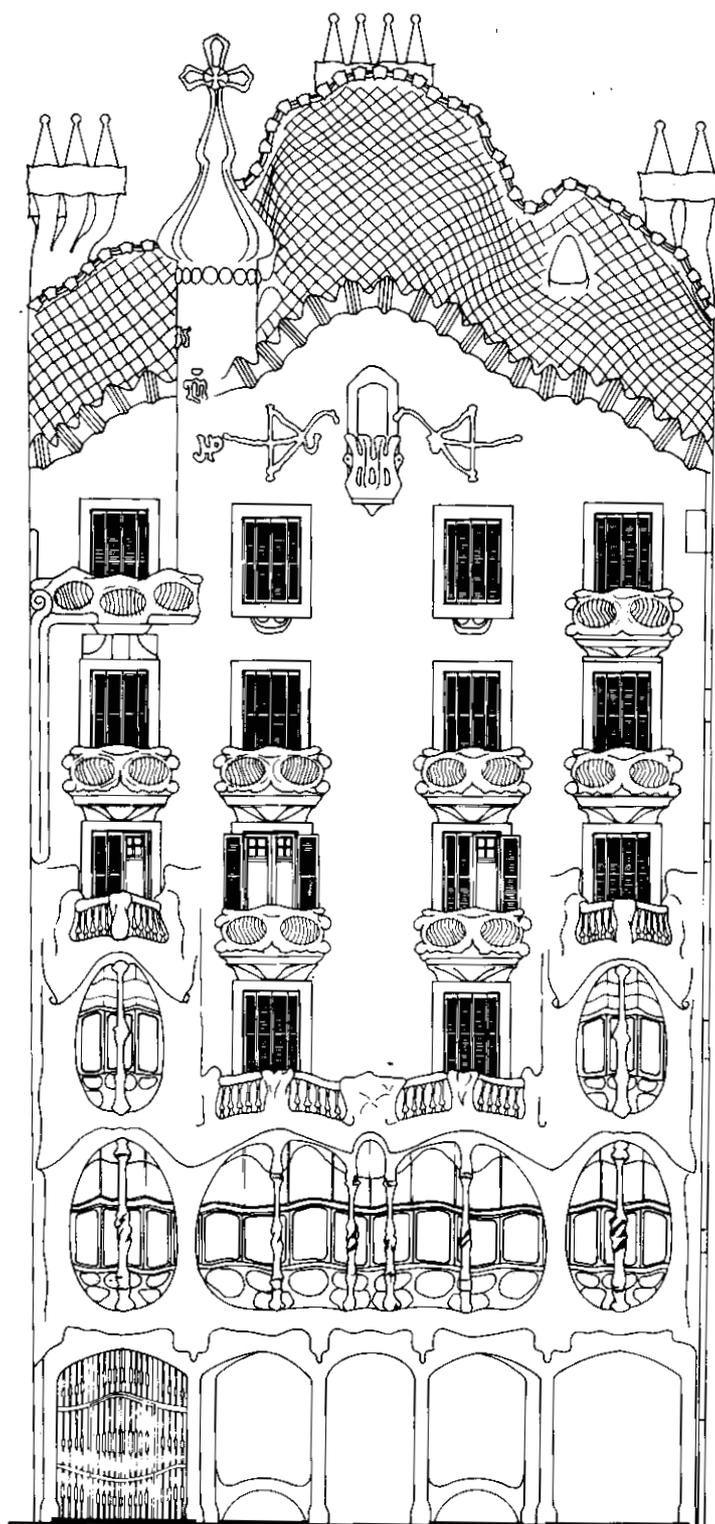
En las Bodegas Güell (1895-1897), en las costas de Garraf, levantó un edificio con la propia piedra del lugar que compagina perfectamente con el entorno rocoso de la costa.



Bellesguard (1900-1909)



Casa Batlló (1904-1906)



Casa Batlló (1904-1906)

En el Parc Güell es donde más patente queda el concepto naturalista y paisajista de la arquitectura de Gaudí. Ajustó las formas de las calles a la topografía del terreno, proyectó viaductos para no desmontar el terreno original y construyó con piedra del lugar sin desbastar, aprovechando los derribos de una cueva, de donde sacó rocas de distintos colores que distribuyó armónicamente por todo el recinto. Las casas Batlló (1904-1906) y Milà (1906-1912) fueron el punto culminante de su arquitectura naturalista. La primera, revestida de pedazos de cristales de colores y rematada con formas orgánicas de cerámica vidriada, y la segunda, con su aspecto de acantilado, parecen sendos símbolos del mar y de la tierra. Otras muestras de esta manera de proceder se hallan en las vidrieras de la catedral de Mallorca (1903-1914), en la Resurrección de Cristo en la montaña de Montserrat (1903-1916) y en otras obras menores. La naturaleza se refleja en la arquitectura de Gaudí igual que los árboles en la superficie de un lago.

Geometría reglada (1908-1917)

No alcanzaba a comprender Gaudí que los arquitectos basaran sus edificios en la simple geometría de la recta, el plano y los sólidos regulares, puesto que tales formas o no existen o son muy raras en la naturaleza, que, por contra, forma extraordinarias estructuras con elementos fibrosos que constituyen los huesos, madera, músculos y tendones: una geometría de líneas rectas en el espacio formando cuatro tipos de superficies, los helicoides, los conoides, los hiperboloides y los paraboloides hiperbólicos; superficies abundantísimas en la naturaleza y, por tanto, útiles y funcionales como obra natural, y que no han sido apenas utilizadas por los arquitectos.

La aplicación de la geometría reglada y del arco catenárico, otra forma mecánica y funcional presente en múltiples casos en la naturaleza, fue constante en la arquitectura de Gaudí, incluso

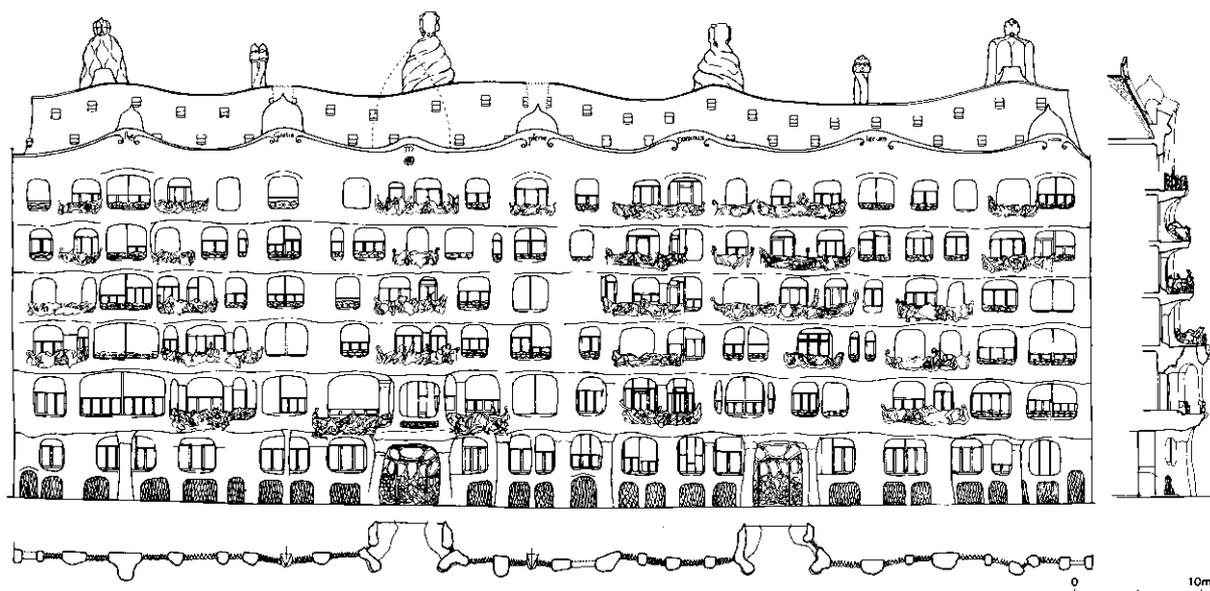
desde sus inicios, como por ejemplo los arcos catenáricos de la caballeriza de la Finca Güell o de la cascada de la Casa Vicens, los hiperboloides de las columnas del Palacio Güell o los paraboloides hiperbólicos de la cubierta de la portería del Parc Güell; pero en dos de sus más significativas obras este tipo de geometría se halla presente de manera manifiesta.

En 1909 le fue encargada a Gaudí la construcción de un edificio de bajo precio para instalar las Escuelas Provisionales de la Sagrada Familia en tanto no se terminara el Templo en cuyos semisótanos se pensaba instalar escuelas y talleres.

Solamente usando bóvedas tabicadas, inclinadas y onduladas en los muros, y en cubierta, también tabicada, compuesta por dos conoides de plano director, unidos por una de las directrices que era una jácena de hierro, levantó una escuela con tres aulas y con un coste mínimo. Esta sencilla pero inspiradísima obra de Gaudí ha tenido luego una gran divulgación entre los arquitectos por el dibujo y comentarios que de ella hizo Le Corbusier durante su estancia en Barcelona en 1928.

Sin embargo, es en el Templo de la Sagrada Familia, que Gaudí desarrolló mediante maquetas de yeso a escala 1:25 para el conjunto y a 1:10 para la estructura de las naves, entre 1916 y 1926, cuando halla el pleno desarrollo de mayor depuración geométrica. El estudio de las maquetas destruidas en 1936 y reconstruidas a partir de 1939, exhibidas ahora en el museo del Templo, permite comprender y llevar a cabo la continuidad de las obras lo cual convierte a la Sagrada Familia en una auténtica escuela de arquitectura en la que trabajan y estudian arquitectos de distintas nacionalidades con las más modernas técnicas.

La reclusión de Gaudí en la Sagrada Familia, sin querer aceptar otros encargos, se explica por su interés en dejar suficientemente desarrollada su teoría geométrico-naturalista de una arquitectura que permite la continuidad de su magna obra y abre grandes posibilidades a nuevas generaciones de arquitectos.



Casa Milà (1906-1911)

Estilo definitivo (1892-1926)

El estilo final y definitivo de Gaudí tuvo su desarrollo, y sigue teniéndolo, en las obras de la Sagrada Familia, este edificio que según el arquitecto precisa de varias generaciones para terminarse y constituye en sí mismo un laboratorio de análisis de los métodos y soluciones basados en la geometría reglada y las estructuras equilibradas.

Pero el proceso para llegar a estas formas que utilizó en la obra de la Sagrada Familia, especialmente en el período final de su vida, entre 1914 y 1926, se había iniciado mucho antes en otros dos proyectos no realizados y de especial interés.

En 1892, el segundo marqués de Comillas le encargó el proyecto de un edificio para las Misiones Católicas Franciscanas en Tánger (Marruecos) para albergar una iglesia, unas escuelas y un hospital.

Gaudí estudió el proyecto, que pudo terminar en un año. Finalmente la idea fue abandonada, ya que los franciscanos consideraron demasiado lujoso y grande el edificio, que debía tener 60 metros de altura en su torre central y una planta cuadrilobulada con ejes de 60 x 60 m.

Los muros inclinados, las ventanas en forma de hiperboloide y las torres en forma de paraboloides de revolución no llegaron a construirse, pero la forma pensada para las torres de Tánger se utilizó en las de la fachada del Nacimiento de la Sagrada Familia a partir de 1903.

A Gaudí le dolió mucho no poder construir las Misiones en Tánger, y cuando tuvo ocasión de proyectar un edificio de grandes proporciones, optó por soluciones equilibradas como las que ensayó en el proyecto de Tánger.

En 1908 recibió la visita de dos empresarios norteamericanos, que le encargaron un proyecto de hotel para la ciudad de Nueva York. Gaudí imaginó un edificio de casi 300 metros de altura con forma de perfil catenárico para conseguir un perfecto equilibrio de la estructura.

El proyecto no llegó a concretarse seguramente por la enfermedad que dejó a Gaudí en grado de suma debilidad entre 1909 y 1910.

Estos dos ensayos no llevados a cabo fueron unos magníficos alicientes para avanzar en las formas definitivas de la Sagrada Familia.

La elegancia de las torres del proyecto de Tánger y el colosal atrevimiento del proyecto para Nueva York permitieron a Gaudí realizar las

maquetas definitivas de la estructura de la Sagrada Familia, depurando al máximo sus estudios sobre las superficies regladas en forma de hiperboloides y paraboloides hiperbólicos y las formas esbeltas, racionales y elegantísimas, de las columnas de la nave mayor del Templo de la Sagrada Familia.

Además, en 1909, poco después de su entrevista con los empresarios, construyó el pequeño edificio de las Escuelas Provisionales de la

Sagrada Familia, cuya cubierta es una bóveda en forma de conoide de plano director, superficie reglada sumamente estable y económica, con las que cerraba el estudio de las formas, pequeñas o gigantescas, que van desde las Escuelas de la Sagrada Familia, pasando por el proyecto de Tánger, al hotel de Nueva York.

Todo ello fue convertido en espléndida realidad en la estructura de las maquetas de la Sagrada Familia, después de la muerte del maestro.

Personalidad y pensamiento de Antoni Gaudí

Para comprender la figura de Antoni Gaudí Cornet (1852-1926) debe tenerse en cuenta que su obra no es exclusivamente arquitectónica; es más, no es obra arquitectónica tal como los historiadores entienden la arquitectura. Su obra no puede juzgarse según los esquemas tradicionales ni situarse dentro de los estrechos límites de un estilo determinado, ni tampoco se le puede valorar a él como discípulo aventajado de ningún maestro.

La obra de Gaudí ha trascendido el tiempo, los estudios y la época en que fue realizada.

Fruto de una gran capacidad de observación y un apasionado interés por la naturaleza, aprendió directamente de lo que apasionadamente podía ver en el cielo, las nubes, el agua, las rocas, las plantas, los animales y las montañas.

En su familia jamás hubo arquitectos, sino solamente menestrales, especialmente batidores de cobre o caldereros. No tenía la deformación profesional que caracteriza a las familias de arquitectos. Al mismo tiempo era sumamente ingenuo, lo cual no excluye que fuera sumamente perspicaz. Veía las cosas tal cual son, sin prejuicios, y no como a veces los hombres quieren que sean. Un carpintero, Juan Munné, colaborador de Gaudí durante muchos años, decía: "Gaudí tiene la cabeza clara". A lo largo de su carrera utilizó soluciones prácticas, sencillas y funcionales, y consiguió resultados sorprendentes.

Observando las formas de la arquitectura de Gaudí se puede pensar que su mentalidad era complicada o retorcida. Las sinuosas fachadas

de sus edificios parecen concepciones barrocas un tanto irracionales.

Pero tal cosa no es acertada ya que, al inspirarse en la naturaleza, sus composiciones se destacan de los arquitectos que desde un principio utilizaron una geometría simple basada en formas abstractas como la línea o el plano, que no existen en la naturaleza.

En un lógico proceso de simplificación y abstracción, los arquitectos han realizado sus proyectos y construido sus edificios utilizando solamente dos instrumentos auxiliares: el compás y la escuadra. Tanto para dibujar sobre el plano como para cortar piedras o madera, han usado siempre el compás y la escuadra.

Del plano y la recta, formas bidimensionales, se pasa a las de tres dimensiones con los poliedros regulares, cubo, tetraedro, octaedro, icosaedro y dodecaedro pentagonal, formas incluso sacralizadas e identificadas con los elementos de la tierra, el fuego, el agua, el aire y la quintaesencia, como propuso Platón en su *Timeo* y desarrollaron sus discípulos. Si estas formas se pueden trazar con la escuadra, el compás sirve para trazar círculos y esferas, que han sido siempre habituales en la arquitectura.

En la arquitectura de todos los tiempos, hecha a base de compás y escuadra, se puede afirmar que todos los pilares son prismas, todas las columnas cilindros, todas las cúpulas semiesferas y todas las cubiertas ángulos diedros o pirámides. Esta última forma, tan querida por los arquitectos, se encuentra desde en las pirámides faraónicas de Al Gizah, hace varios miles de años, hasta en la nueva entrada del patio del museo del Louvre de París, de Li Peh, terminada no hace mucho.

Gaudí, con su ingenua observación de la naturaleza, se apercibió de que estas formas regulares, o no existen en ella, o son muy raras.

Cuando se encuentran cubos de pirita, o prismas rematados con pirámides de cristal de roca, o dodecaedros pentagonales de cinabrio, se llevan a un museo de historia natural, como cosas raras o curiosas.

Impresionado por la belleza de las formas naturales, que pudo contemplar largamente en los veranos que pasaba en una pequeña casa de campo del pueblo de Riudoms, y por la luz del paisaje del campo de Tarragona, observó que la naturaleza produce bellísimas formas decorativas en los reinos mineral, animal y vegetal, pero, al mismo tiempo, comprendió que el propósito de la naturaleza no era crear obras de arte, sino elementos ante todo útiles y funcionales.

Una rosa tiene un color brillante y agradable perfume, no para inspirar a poetas o pintores, sino para atraer a los insectos y favorecer la función reproductiva de la planta. Un propósito absolutamente funcional. Cuando Gaudí utilizó plantas, flores o animales en la decoración de sus edificios, lo hizo tomando las formas naturales tal cual son en la realidad, sin el propósito de tantos arquitectos en la historia que también las utilizaron, previa intelectualización artística, para someterlas a simetrías, disimetrías o composiciones artificiales.

La conclusión de Gaudí era muy simple. Si el arquitecto busca la funcionalidad en sus obras, acabará hallando la belleza. Si busca directamente la belleza, sólo conseguirá encontrar la teoría del arte, la estética o la filosofía, ideas abstractas que a Gaudí no le interesaron nunca.

Por otra parte, Gaudí pudo ver en la naturaleza infinidad de magníficas formas estructurales. Es innegable que no hay columna mejor resuelta que el tronco de un árbol o los huesos mayores del esqueleto humano. Ninguna cúpula iguala en perfección al cráneo de un hombre y ningún edificio tiene la estabilidad de una montaña.

Si la naturaleza trabaja siempre buscando soluciones funcionales, ya que está sometida a la

inexorable ley de la gravedad, es muy sabio estudiar las estructuras naturales acreditadas por millones de años de perfecto funcionamiento.

Conociendo la esencia de estas estructuras, fue intención de Gaudí llevarlas al terreno de la construcción.

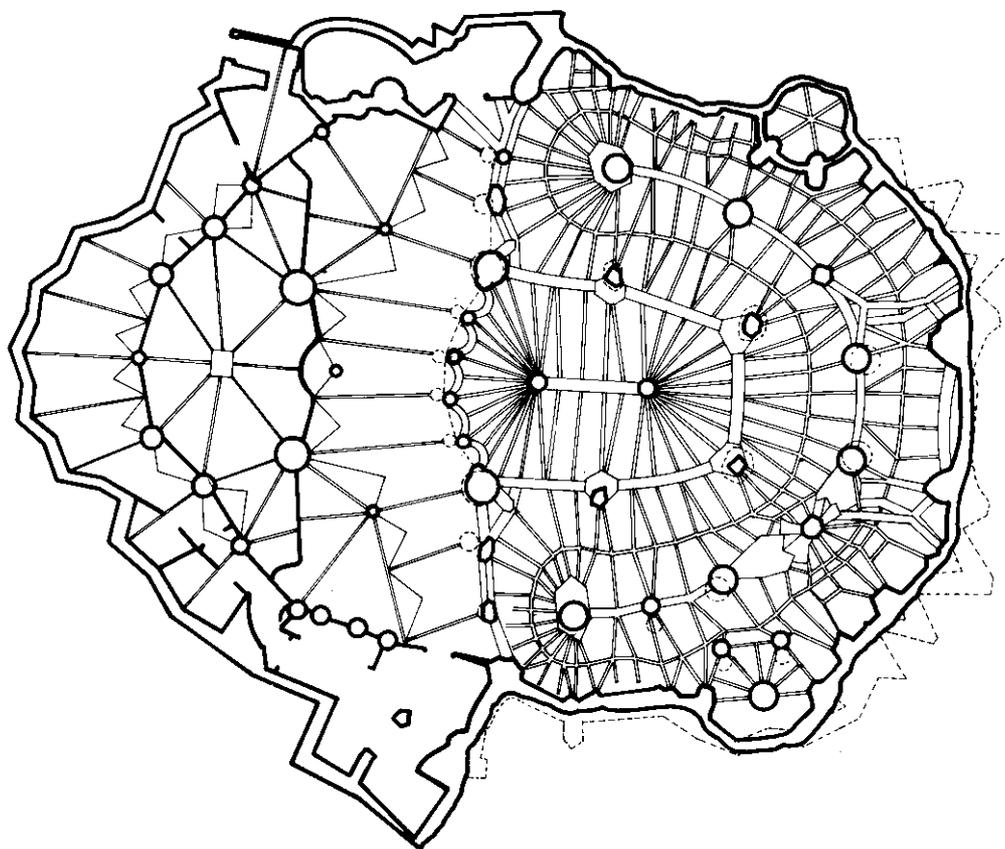
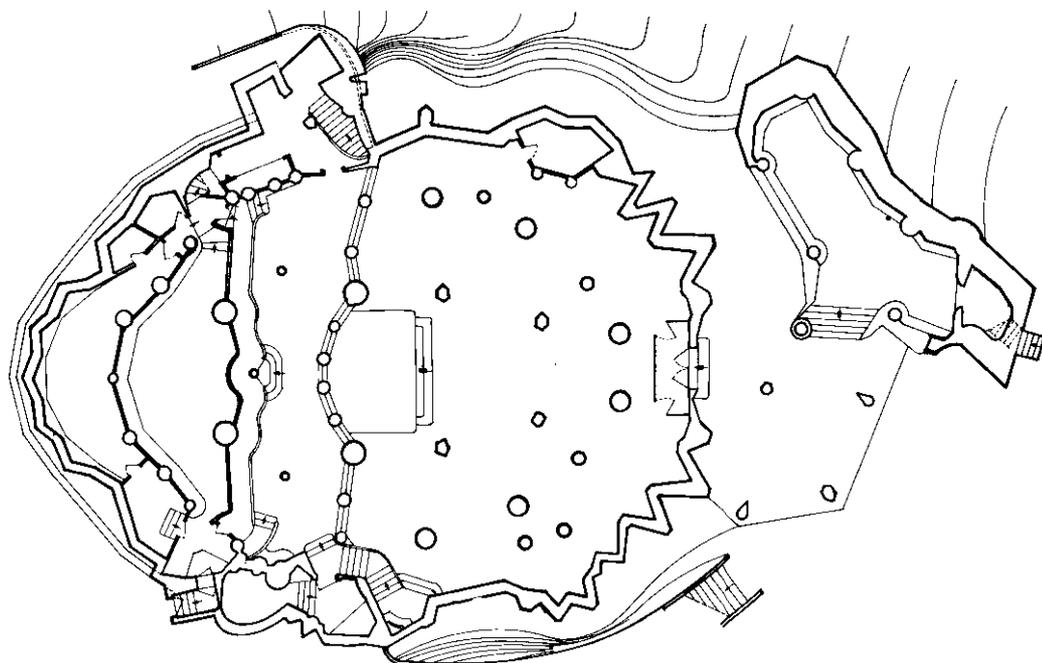
Observó que muchas de las estructuras naturales están compuestas de materiales fibrosos como la madera, los huesos, los músculos o los tendones.

Las fibras, vistas desde el punto de vista geométrico, son líneas rectas, y las superficies curvadas en el espacio, compuestas de líneas rectas, definen la llamada geometría reglada, que se centra solamente en cuatro superficies distintas: el helicoide, el hiperboloide, el conoide y el paraboloides hiperbólico. Gaudí vio estas superficies en la naturaleza y las trasladó a la arquitectura.

El helicoide es la forma que toma el tronco del eucalipto y Gaudí lo utilizó en las columnas torsas del Colegio Teresiano. El hiperboloide es la forma del fémur y Gaudí lo utilizó en las columnas de la Sagrada Familia. El conoide es una forma frecuente en las hojas de los árboles y Gaudí lo usó en las cubiertas de las Escuelas Provisionales de la Sagrada Familia. El paraboloides hiperbólico es la forma que adoptan los tendones entre los dedos de la mano y Gaudí lo construyó en las bóvedas del porche de la cripta de la iglesia de la Colonia Güell.

Las superficies regladas se forman con un conjunto indefinido de líneas rectas, llamadas generatrices, que se deslizan sobre otras líneas, rectas o curvas, llamadas directrices. Por esta razón, además del gran uso que de ellas hace la naturaleza, son sumamente fáciles de aplicar a la construcción. Colocando dos guías rectas, que pueden ser dos listones de madera, no paralelos en el espacio, que constituyen las directrices, se pueden fácilmente construir las hiladas de ladrillo mediante un cordel que se apoya en los listones. La forma resultante es un paraboloides hiperbólico, tal como se hizo en los muros y bóvedas de la cripta de la Colonia Güell.

El innato sentido de la estática que tenía Gaudí se manifestó de manera sencilla y lógica



Colonia Guell (1908-1917)

en la maqueta estereostática del proyecto de la iglesia de la Colonia Güell. Una vez trazada la planta de la iglesia a escala 1:10 sobre un tablero de madera, se colocaba en el techo de la barraca de obras y se suspendían cordeles de los puntos donde se suponía que arrancaban los pilares. Encima de las catenarias que formaban los cordeles, se colgaban sacos de lona que contenían perdigones de plomo como un peso diez mil veces inferior a la carga que se suponía que iba a tener que soportar el arco. El conjunto de sacos de perdigones originaba la deformación de los cordeles. Se obtenía una fotografía de la maqueta y se invertía y de este modo se obtenía la forma, absolutamente precisa y exacta, de la estructura del edificio, sin haber realizado ninguna operación de cálculo y sin posibilidad de error. Las formas de los cordeles correspondían a las líneas de tensiones de la estructura estirada y, al invertir la foto, se obtenían las líneas de presiones de la estructura comprimida. Un método absolutamente exacto y sencillo que llamó la atención de ingenieros y calculistas.

Toda la arquitectura de Gaudí está concebida por estos métodos intuitivos y elementales, que le permitían lograr formas equilibradas muy parecidas a las que brinda la naturaleza.

Los campanarios de la Sagrada Familia son paraboloides de revolución y corresponden a las formas que adopta la arena mojada dejada caer desde lo alto, es decir una disposición perfectamente en equilibrio basada en la ley de la gravedad.

Gaudí creía que el arquitecto ha de tener un sentido innato del equilibrio. El arquitecto concibe una estructura de edificio y pasa la forma a un ingeniero para que calcule matemáticamente aquella forma. Si el ingeniero confirma que la estructura es estable, todo va bien. Si no es así, decía Gaudí, el arquitecto debe cambiar, no el proyecto, sino su oficio. Es mejor que se dedique al teatro o a la política, pero no a la edificación.

Además, Gaudí tenía una gran ventaja sobre los otros arquitectos. Ya de niño estudió el oficio de la forja del hierro en la fragua de un tío suyo en Reus. Luego, en Barcelona, en los talleres de Eudaldo Puntí, se familiarizó con la carpintería,

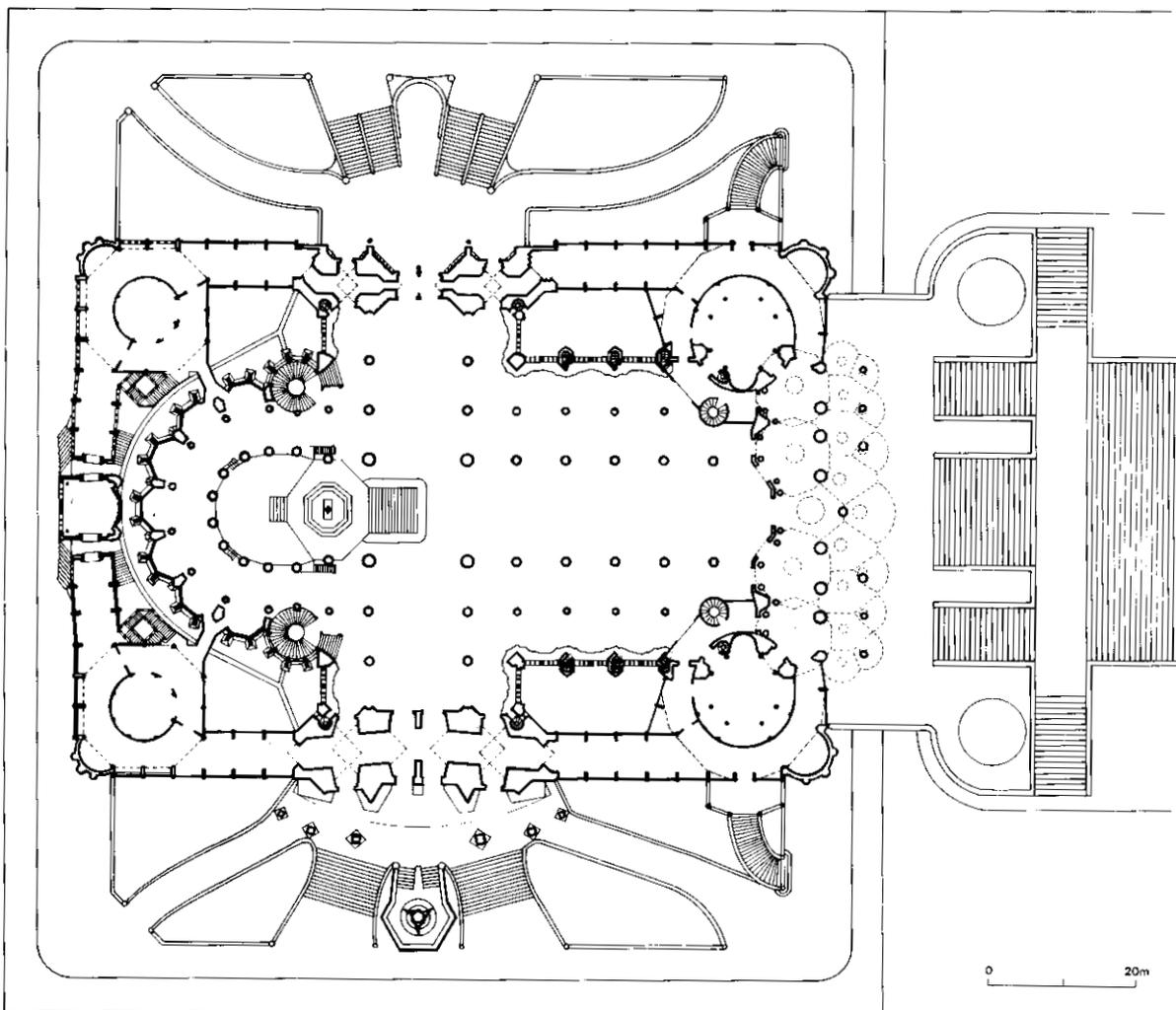
el hierro colado y modelado de yeso. De este modo podía ordenar a sus operarios cosas lógicas que entendían muy bien. Contó siempre con los mismos operarios y, cuando estos envejecían y se jubilaban, continuaba con sus aprendices.

No le gustaba dibujar sus proyectos, sino construir maquetas. Utilizó siempre técnicas tradicionales, con las que logró resultados sorprendentes.

En muchas de sus obras utilizó la llamada bóveda tabicada o bóveda catalana, sistema frecuente, a partir del siglo XV de construcción de bóvedas delgadas formadas solamente por dos o tres gruesos de ladrillo, unidos por sus caras pequeñas con yeso o mortero de cal. Con este procedimiento no sólo forjó bóvedas tabicadas, lo mismo que las cubiertas de Bellesguard o de la Casa Batlló.

Por fortuna, Gaudí tuvo en don Eusebio Güell, desde 1910 conde de Güell, a un extraordinario mecenas que le permitió desarrollar sus ideas con absoluta libertad. Conoció la obra de Gaudí por una simple vitrina que vio en la Exposición Universal de París en 1878 y, de vuelta a Barcelona, buscó al autor de aquel diseño y ya no se separó de él hasta su muerte, en 1918. La amistad de Güell i Gaudí duró cuarenta años y fue mucho más que una relación entre cliente y arquitecto. En 1906 ambos fueron a vivir en sendas casas del Parc Güell, por lo que tuvieron ocasión de conversar y tratarse casi a diario. Para su mecenas, Gaudí proyectó los pabellones de la Finca Güell (1884-1887), el Palacio Güell (1886-1888), las Bodegas Güell (1895-1897), la iglesia de la Colonia Güell (1908-1917), el Parc Güell (1900-1914) y otras obras menores.

En su retiro de la Sagrada Familia, obra en la que inició su dirección en 1883 y en la que estuvo trabajando hasta el 7 de junio de 1926, tres días antes de su muerte, acaecida a causa de un accidente en que fue atropellado por un tranvía, Gaudí llegó a extremos exquisitos de depuración de su arquitectura de geometría reglada y recibió a muchos visitantes con los que conversó y a los que expuso sus propias teorías. Algunas



Sagrada Familia (1884-1926)

de sus frases fueron recogidas por jóvenes arquitectos admiradores de la obra del maestro, como Bergós, Martinell, Ràfols, Puig Boada, etc. Algunas de ellas merecen reproducirse.

Decía: “La sabiduría es superior a la ciencia, viene de «sapere» o sea saborear, se refiere al hecho concreto.”

“La elegancia es hermana de la pobreza, pero no hay que confundir la pobreza con la miseria.”

“El arte, que es masculino, fecunda a la ciencia, que es femenina.”

“La cualidad ideal de la obra de arte es la armonía, que en las artes plásticas nace de la luz, que da relieve y decora. La arquitectura es la ordenación de la luz.”

La mayoría de las frases de Gaudí fueron recogidas por sus discípulos, ya que Gaudí no era dado a la escritura. En toda su vida publicó un solo artículo, en 1881, pero era muy locuaz y le gustaba explicar el Templo de la Sagrada Familia a los grupos de visitantes. Los domingos por la mañana iba a misa a la catedral y luego hacía una larga caminata hasta el faro de la escollera del puerto. Solía acompañarle el arquitecto Juan Bergós, que anotó muchas frases de los largos monólogos del maestro, al quien no podía interrumpir. César Martinell, otro arquitecto, visitó numerosas veces el taller de Gaudí en la Sagrada Familia y anotó lo más interesante. Todas las frases de Gaudí fueron recogidas en el

libro *El pensament de Gaudí* (1976) de Isidro Puig Boada. El también arquitecto J. F. Ràfols trabajó en el despacho de Gaudí en el Templo durante más de dos años y publicó en 1929 la primera biografía del maestro, donde aparecen reproducidos muchos de los dibujos del archivo de Gaudí que fue destruido por los anarquistas en julio de 1936.

Las referencias a la juventud de Gaudí son muy escasas y solamente se conoce su acta de bautismo el 26 de junio de 1852 en la iglesia de Sant Pere de Reus, las notas del colegio donde estudió el bachillerato y su expediente académico de la Escuela de Arquitectura, donde obtuvo el título de arquitecto el 15 de marzo de 1878.

Permaneció soltero hasta su muerte y vivió con su familia hasta que quedó solo. De estudiante habitó en diversas casas de alquiler económico con su hermano Francisco, estudiante de Medicina. Luego vivió con su padre y su sobrina huérfana Rosa Egea Gaudí, primero en varias casas del centro de Barcelona y desde 1906 en la casa del Parc Güell, que fue la de muestra y que nadie compró. Allí murieron su padre Francisco Gaudí Serra a los 93 años, en 1906, y su sobrina Rosa, en 1912.

En su juventud contó con buenos amigos, como Eduardo Toda, luego diplomático, José Ribera, más tarde catedrático de medicina, a los que trató en Reus y luego en Barcelona; el escultor Lorenzo Matamala y el arquitecto Juan Martorell.

Precisamente Juan Martorell fue una gran ayuda para Gaudí pues consta que le inició en el estudio de la estática gráfica, que no se explicaba entonces en la Escuela de Arquitectura, y fue él quien propuso a Gaudí para arquitecto de la Sagrada Familia, además de presentarle a las familias Comillas y Güell. Gaudí decía de Martorell que era un sabio y un santo. Es muy interesante comentar que Gaudí adquirió de Martorell dos enseñanzas decisivas en su vida, el conocimiento de la arquitectura neogótica y la estática gráfica. Lo primero le sirvió para entender este estilo medieval eminentemente dirigido a la estructura y lo segundo para superar las soluciones góticas y penetrar en el mundo de las formas equilibradas.

Cuando en 1883, por influencia de Martorell, Gaudí asumió la dirección de las obras de la Sagrada Familia, se encontró con un edificio comenzado el año anterior conforme a un proyecto, estrictamente neogótico, del arquitecto Francisco Villar Lozano, que tenía iniciada la cripta. En primer lugar, Gaudí siguió la manera de Martorell en el primer proyecto que firmó en marzo de 1885, pero, ocho años después ya formalizó teóricamente su idea general del nuevo templo con formas absolutamente originales. Desde 1890 hasta su muerte, en 1926, Gaudí preparó cuatro soluciones distintas de la estructura, depurando cada vez mejor el estilo y la ingeniosa disposición estática. Fue preparando maquetas de yeso del conjunto y pormenores del templo a diversas escalas y, aunque estas maquetas fueron destruidas en julio de 1936, pudieron ser reconstruidas y son los elementos que han permitido a los sucesores de Gaudí, Sugrañes (1926-1937), Quintana (1939-1960), Bonet Garí y Puig Boada (1960-1992), y a Jordi Bonet y su equipo en la actualidad, proseguir la construcción desarrollando, igualmente a través de modelos de yeso, las formas del templo, que ha cubierto ya parte de sus bóvedas.

Gaudí contó con muchos admiradores en su tiempo, pero nunca se preocupó de hacer publicidad de su obra. En 1910 Eusebio Güell gastó mucho dinero en montar una gran exposición de Gaudí en el Grand Palais en París. Se hicieron maquetas, dibujos, ampliaciones fotográficas, etc. que llenaban toda la planta baja del Grand Palais. Pues bien, Gaudí se negó a ir a París y la exposición se celebró sin su presencia.

Su vocación fue exclusivamente arquitectónica y no hizo en toda su vida nada más que arquitectura. No se casó, no escribió (un sólo artículo en toda su vida en 1881), apenas viajó, no se dedicó a la política ni tuvo otra distracción que su amada arquitectura.

Fue hombre ingenuo, tímido, de gran sensibilidad y capaz de comprender las formas de la arquitectura observando la naturaleza.

Muy ligado a su tierra y a su familia, conservó toda su vida el acento característico de la zona de Reus y creía que aquella parte de Cata-

luña era el lugar ideal para la creación artística. Comentaba Jan Molema, ingeniero holandés estudioso de Gaudí, que éste creía que una persona era tanto más inteligente cuanto más cerca de Reus hubiese nacido. Sin caer en esta exageración, la verdad es que Gaudí pensaba que la cuenca del mar Mediterráneo era el lugar idóneo para el nacimiento de las obras de arte. La luz llega a 45 grados e ilumina a la perfección los objetos, que pueden ser vistos sin la menor distorsión. Las gentes del Mediterráneo, según Gaudí, son sintéticas, en tanto que las gentes del norte son analíticas. El análisis es necesario para entender los secretos del mundo, pero la creación artística se hace a base de síntesis.

Su gran amor por el paisaje y la tierra de los países del Mediterráneo se incrementaba al ser filtrado por el espíritu religioso de Gaudí. Amaba la naturaleza en el sentido de San Francisco de Asís. Si la naturaleza es obra de Dios y de ella se obtienen las formas arquitectónicas, significa que se está continuando la obra del Creador. Gaudí dijo que Dios continuaba la Creación a través del hombre y procuró ser digno de este acto creativo.

Su religiosidad era activa y no se limitaba a seguir los consejos de los eclesiásticos. Muchas veces discutió con ellos aunque, por lo general, contó con la amistad de distinguidas personalidades de la Iglesia, como los obispos de Vic, de Mallorca o de Astorga.

Le gustaba discutir sobre temas de liturgia, pero no quería entrar en pláticas sobre teología. Prefirió siempre lo concreto a lo abstracto. Su arquitectura es sumamente poética, pero a él no le gustaba la poesía escrita. Decía que los versos le daban dolor de cabeza, lo que no impidió que fuera amigo de poetas como mosén Jacinto Verdager o Francesc Matheu.

La expresión de su pensamiento se hizo siempre a través de la arquitectura. El arquitecto taiwanés Hou Teh-Chien hizo su tesis doctoral sobre Gaudí y en ella sostiene que Gaudí realizó una arquitectura metafórica, o sea, que fue un filósofo que expresó sus ideas por medio de la construcción de edificios.

No se empeñó en la lectura de libros de filosofía o de arquitectura. Leía asiduamente *L'Anne Liturgique* del abat de Solesmes, Dom Gueranger, un calendario litúrgico donde se explicaban las fiestas religiosas y sus modos de celebración. Una vez que le preguntaron cuál era su tratado de arquitectura favorito, dijo, señalando afuera de la ventana de su estudio, que el árbol que allí se veía era su mejor libro de arquitectura.

Su producción arquitectónica se limita a un grupo reducido de edificios, aunque la Sagrada Familia por sí sola es bastante más que un edificio. Desde 1969, diecisiete de sus obras son monumentos nacionales de España y están protegidas por la ley.

Gaudí era capaz de perfeccionar sus obras constantemente, nunca las consideraba terminadas y, además, construía el edificio de modo integral desde los cimientos y la estructura hasta los menores detalles decorativos y complementarios. Diseñó muebles, vidrieras, piezas de hierro forjado y toda clase de elementos auxiliares sin repetir nunca ningún modelo.

Cada edificio de Gaudí tiene sus especiales características y no se parece a ninguno de los demás. Cada uno de ellos estaba concebido en su integridad y constituye una unidad en la que todos los elementos están perfectamente coordinados y son exclusivos de cada edificio.

Cuando Gaudí murió en 1926 acababa de instalarse en Dessau el nuevo edificio de la Bauhaus, proyectado Walter Gropius. Era el momento cumbre del racionalismo de Le Corbusier, Siegfried Giedion y los congresos del CIAM.

Esta arquitectura de formas geométricas simples, de concepción puramente abstracta, estaba reñida con la obra de Gaudí, a la que consideraban barroca e irracional.

La posterior generación de arquitectos siguió sin entender el pensamiento gaudiniano y hubo que esperar a la exposición de Gaudí de 1952, en el centenario de su nacimiento, para que los críticos y tratadistas descubrieran el valor de la arquitectura de Gaudí.

Más tarde ha venido la avalancha de libros, artículos, exposiciones, cursos, conferencias y

entusiasmo por Gaudí, pero los menos interesados han sido los arquitectos, ya que es norma habitual entre ellos tomar modelo de los considerados maestros y repetir mil veces sus soluciones.

El problema con Gaudí es que se trata de un personaje inimitable y las imitaciones que se han intentado han fracasado.

La lección de Gaudí para el futuro no es la de copiar sus soluciones, sino buscar la inspiración en la naturaleza. Hay tal variedad de soluciones en las formas naturales que nunca se corre el riesgo de repetirse.

Gaudí encontró asombrosas estructuras trabajando de forma racional y lógica, y además de modo intemporal; la naturaleza no pasa de moda, al revés que los estilos históricos.

En la época románica había alrededor de las catedrales que entonces se construían, robles, cipreses y encinas. Cuando se hicieron las grandes obras góticas, alrededor seguían creciendo robles, cipreses y encinas. Hoy en día, rodeando los edificios de acero y cristal siguen creciendo los mismos árboles, que continúan gustando a todos, porque la naturaleza no cansa nunca.

La arquitectura de Gaudí, al buscar soluciones directamente en la Naturaleza, no cansa nunca y sigue gustando tanto hoy como cuando él vivía. Esta arquitectura está fuera del tiempo porque no se propuso hacer arte, sino formas funcionales y útiles.

La famosa frase de Gaudí, “la originalidad es volver al origen”, significa que el origen de todo es la naturaleza, creada por Dios.

Cronología

- 1852, 25 de junio. Nacimiento de Gaudí
- 1852, 26 de junio. Bautizo en Sant Pere de Reus
- 1863 Inicio de los estudios en las Escuelas Pías de Reus
- 1869 Traslado a Barcelona para estudiar arquitectura
- 1873 Ingreso en la Escuela Provincial de Arquitectura
1876. Fallecimiento de la madre de Gaudí
- 1878 15 de marzo. Obtención del título de arquitecto
1880. Altar para el Colegio de Jesús-María de Tarragona
1884. Comienza a trabajar en la Sagrada Familia
- 1884-1887. Pabellones de la Finca Güell
- 1885, 19 de marzo. Primer proyecto para la Sagrada Familia
- 1886-1888. Palacio Güell
- 1887-1888. Colegio Teresiano
- 1889-1893. Palacio episcopal de Astorga
- 1891-1892. Casa de los Botines en León
- 1895-1897. Bodegas Güell de Garraf
- 1898-1899. Casa Calvet
- 1900-1909. Torre de Bellesguard
- 1901-1902. Puerta de la Finca Miralles
- 1903-1916. Primer Misterio de Gloria en Montserrat
- 1903-1914. Reforma de la catedral de Mallorca
- 1904-1906. Casa Batlló
1906. Se traslada a vivir al Parc Güell
- 1906, 29 de octubre. Muerte de Francisco Gaudí Serra, padre de Gaudí
- 1906-1911. Casa Milà "La Pedrera"
- 1908-1917. Cripta de la iglesia de la Colonia Güell
1910. Exposición Gaudí en el Grand Palais de París
- 1912, 11 de enero. Muerte de Rosa Egea Gaudí, sobrina del arquitecto
1914. Fallecimiento de su colaborador Francisco Berenguer
- 1918, 9 de julio. Muerte de Eusebio Güell
1925. Finalización del campanario de San Bernabé de la Sagrada Familia
- 1926, 7 de junio. Gaudí es atropellado por un tranvía
- 1926, 10 de junio. Gaudí muere en el hospital de la Santa Cruz de Barcelona
- 12 de junio. Es enterrado en la capilla del Carmen de la cripta de la Sagrada Familia
- 1936, 20 de julio. Incendio de la cripta y posterior profanación de la tumba de Gaudí
1939. Identificación del cadáver y reposición en la tumba
1952. Inicio de la fachada de la Pasión. Exposición del Centenario
1956. Creación de la Cátedra Gaudí
1969. Las obras de Gaudí son declaradas monumento nacional
1984. Tres obras de Gaudí se inscriben en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO: la Casa Milà, el Palacio Güell y el Parc Güell.

Gaudí en Barcelona

En 1869 Gaudí viajó de Reus a Barcelona, ciudad que sólo dejaría para cortas visitas a otros lugares. De estudiante habitó modestas pensiones cerca de la Escuela de Arquitectura y trabajó como delineante de varios arquitectos para poder pagarse los estudios. Redact  un diario, muy incompleto, que se conserva en el Museo de Reus. En verano volvía a Reus a casa de sus padres. Tuvo inquietudes sociales, patrióticas e intelectuales y fue socio de dos entidades excursionistas con las que visit  diversos monumentos de Cataluña y el sur de Francia. Terminada la carrera, alquil  un modesto estudio en el tercer piso de la calle del Call, junto al Ayuntamiento, y más adelante, con su padre y su sobrina huérfana, habitó dos casas del Ensanche de Barcelona hasta su traslado, en 1906, al Parc Güell. Los últimos ocho meses de su vida no se movió de la Sagrada Familia, donde tenía una cama junto a su taller.

La mayor parte de su obra se halla en la ciudad de Barcelona o en sus alrededores. Las casas Milà, Batlló y Calvet en el Ensanche, la casa Vicens y el Parc Güell en el pueblo de Gràcia, después incorporado a Barcelona al igual que Sant Martí de Provençals, donde se ubica la Sagrada Familia, o Bellesguard en Sant Gervasi de Cassoles, donde también está el Colegio Teresiano, y la Finca Güell, en Les Corts de Sarri . En el casco antiguo de la ciudad está el Palacio Güell.

Cerca de Barcelona se hallan diversas obras desde la Cooperativa de Matar  (a 30 km) a la cripta de la iglesia de la Colonia Güell en Santa Coloma de Cervelló (15 km), el Primer misterio de Gloria del Rosario Monumental de Montse-

rrat (60 km) y las Bodegas Güell, en el Garraf (25 km).

Gaudí fue socio, por una corta temporada, del Ateneo Barcelon s, pero muy pronto se retir  de la vida social. Divid a su jornada en obras diversas por la mañana y la Sagrada Familia por la tarde. Los domingos, la misa en la catedral y largos paseos con algún arquitecto amigo. De vez en cuando asistía a conciertos en el Palau de la Música o visitaba alguna exposición de arte. Fue socio del C rcol Art stic de Sant Lluc, entidad que agrupaba a los artistas católicos, y participaba en la procesión de la fiesta de Corpus Christi. La conocida fotografía de Gaudí saliendo de la catedral junto con la procesión fue tomada el 16 de junio de 1924. Gaudí, especialmente en su última época, vestía muy pobremente, y cuando la Sagrada Familia tuvo problemas económicos, renunci  incluso a su modesto sueldo en beneficio de las obras. Por las tardes, terminada su jornada de trabajo, se dirigía andando desde la Sagrada Familia a la iglesia de Sant Felip Neri, muy cerca de la catedral, donde residía su director espiritual, el padre Alfonso Mas. El Ayuntamiento de Barcelona solamente le encargó dos obras en toda su vida. La primera, el proyecto de farolas de gas, que se colocaron solamente en la plaza Reial y en la de Palau (1879), y la reforma de la sala de sesiones del Ayuntamiento para la Exposición Universal de 1888. Este proyecto no lo pudo realizar por intrigas de otro arquitecto, que fue quien finalmente asumió la reforma.

Su estudio en la Sagrada Familia era muy singular. Estaba junto a la casa del cura, encima de un almacén. Se componía de una sala para delineantes, un pequeño despacho y un laboratorio fotográfico. Fue destruido en el incendio de

junio de 1936, pero se conservan una serie de fotografías realizadas en junio de 1926, inmediatamente después de morir Gaudí. Los techos están cubiertos interiormente con los modelos de yeso de las esculturas del Templo, con lo que obtenía aislamiento térmico y decoración.

En el laboratorio fotográfico, con luz cenital, había un juego de cuatro espejos que permitía ver la figura fotografiada en cinco posiciones distintas, la frontal y las cuatro reflejadas en los espejos.

Realizó en su estudio ensayos de resistencia de materiales y de sonido para las campanas tubulares del Templo. Recibía a grupos de visitantes, especialmente escolares o técnicos, a los que explicaba con gran pasión sus ideas de la arquitectura religiosa. Tuvo como eficaces colaboradores a Francisco Berenguer Mestres, que, aun no siendo arquitecto, fue de mucha utilidad a Gaudí, asistiéndole desde 1883 a 1914, año en que murió. Le sucedió como primer ayudante el arquitecto Domingo Sugrañes Gras, que, a partir de junio de 1926, fue director de las obras hasta 1936. Asimismo contó con la inestimable ayuda del escultor modelista Lorenzo Matamala Piñol, al que conoció en las obras del Parc de la Ciutadella en 1875 y que continuó juntó a Gaudí hasta 1926.

Su hijo Juan Matamala Flotats, también escultor, trabajó en varias de las esculturas de la fachada del Nacimiento y en 1960 escribió un interesante libro biográfico de Gaudí. Los arquitectos de Barcelona admiraban a Gaudí, pero también lo consideraban un tipo muy raro, distinto de todos sus colegas. Josep Puig i Cadafalch, famoso arquitecto modernista catalán, visitó las obras de la Casa Milà en ausencia de Gaudí, y le hizo explicar al contratista el sistema de arcos parabólicos de la cubierta.

Fue Gaudí amigo del Dr. Albert Schweitzer, que acudió varias veces a Barcelona para dar conciertos de órgano. Otros amigos de Gaudí fueron el médico Pedro Santaló, el arquitecto Jaime Bayó, el escultor José Llimona y su hermano Juan, pintor de mérito, el jesuita padre Ignacio Casanovas, el poeta Joan Maragall y, por encima de todos, su mecenas, Eusebio Güell Bacigalupi.

La especial manera de proyectar y dirigir las obras de Gaudí fue descrita por el contratista José Bayó. Explicó que para decorar la fachada de la Casa Batlló, Gaudí mandó subir a los albañiles a los andamios, cada uno con un cesto de pedazos de cristal de un solo color. Entonces el arquitecto desde el paseo de Gràcia fue ordenando la disposición de las distintas manchas de color, que los albañiles fueron fijando con mortero de cal mediante los cristales rotos.

Para hacer las chimeneas y ventiladores de la azotea de la Casa Milà, explicó al modelista Juan Beltran cómo hacer las maquetas de yeso a escala 1:10, que luego Gaudí corregía personalmente con yeso líquido y una espátula. Para realizar las maquetas de las rejas de la Finca Güell o del Colegio Teresiano usó tiras de plomo y para ciertas imágenes de la Sagrada Familia o para el dragón del Parc Güell, tela metálica. Para hacer los relieves de la escalera del Parc Güell, mandaba construir unos moldes de madera al carpintero, dentro de los cuales se colocaban dos gruesos de ladrillo de un centímetro de grueso formando una pequeña bóveda. Se extraía la bóveda del molde y se situaba encima el mosaico de azulejo troceado. Esto significa que todas las piezas se prefabricaron, así como las columnas inclinadas y el banco ondulado. Este sistema de prefabricación era desconocido en Barcelona, aunque luego fue imitado por otros arquitectos.

Para comprender la arquitectura de Gaudí es preciso hacer un esfuerzo de imaginación, pero no a través de las teorías de la estética, ni de las corrientes críticas actuales. Para entender a Gaudí hay que centrarse en su obra y su personalidad.

Recorrió un largo camino de perfeccionamiento en el curso de su vida, ya que siguió una ruta inédita y desconocida. Se puede decir que rehizo el camino de la arquitectura con intención no de superar a la naturaleza, sino de someterse a ella al adivinar que es la creadora de formas y estructuras por excelencia.

No fue una tarea fácil y Gaudí dedicó a ella todos los momentos de su vida, con exclusión de cualquier otra actividad.

Puede decirse que lo que toda la vida practicó fue un sacerdocio arquitectónico. La espiritualidad de la arquitectura de Gaudí arranca de la materialidad de la naturaleza entendida como obra de Dios, que es el Gran Arquitecto del mundo.

La figura de Gaudí se presenta ahora como un fenómeno aislado y desconcertante en el habitual cambio de estilos y movimientos artísticos. Se ha dicho que Gaudí no participó del movimiento moderno, lo cual es cierto, por la simple razón de que el movimiento no es

moderno ni antiguo, es dinamismo, progreso y continuidad.

Una de las ideas expresadas por Gaudí era la de no intentar crear algo inexistente, sino partir de algo existente y perfeccionarlo.

De este modo, usando materiales tradicionales como el ladrillo, la madera, la cal y la arena, consiguió formas totalmente nuevas, por más que esta novedad se nota solamente en el campo de la arquitectura, ya que todas estas formas subsisten en la naturaleza desde hace siglos.

ACERCARSE A GAUDÍ

Acercarse a Gaudí

Gustavo García Gabarró

Introducción

"Cree en mi experiencia; hallarás más sabiduría en los bosques que en los libros; los árboles y las piedras te enseñarán aquello que los maestros no pueden."

San Bernardo de Claraval

La pretensión de este texto es dar a conocer, de forma clara, sencilla y didáctica, los principios seguidos por Antoni Gaudí para llevar a cabo una obra arquitectónica que, según palabras del propio Ràfols, trata de descifrar "los secretos del gran misterio cósmico".¹

Hicieron falta muchos años para estudiar a Gaudí, su personalidad, su arquitectura y el entorno histórico en el que ambas se dieron cita para, al final del camino, conseguir dar respuesta, de forma clara e inteligible, a "quién fue y qué se propuso Antoni Gaudí Cornet, el sorprendente creador de formas y artista más allá de toda consideración crítica".²

Pero, para exponer correctamente estos principios, hace falta primero explicar el origen de las ideas que a continuación se van a proponer.

Estas ideas están basadas, fundamentalmente, en las investigaciones llevadas a cabo y la documentación recogida desde la Cátedra Gaudí durante los últimos 30 años.

Una importante culminación de estos trabajos se dio en 1989 a raíz de la publicación de *El gran Gaudí*³ En esta obra, que recogía de manera pormenorizada todos los conocimientos históricos acerca de Gaudí y su obra, se incluía además un breve escrito inicial titulado "La arquitectura de Gaudí. Origen, formas y futuro",⁴ donde se explicaba en esencia qué significa y cómo debe comprenderse la arquitectura de Gaudí.

En él se afirmaba que a Gaudí y a su obra se les debe considerar al margen de la historia de la arquitectura porque poco tienen que ver con ella. Los métodos utilizados para tratar acerca de otros arquitectos no valen al hablar de Gaudí, precisamente porque los procedimientos seguidos por éste para llevar a cabo sus obras distan enormemente de los que utilizaron sus colegas antes y después de él.

Las razones últimas de la arquitectura gaudiana hay que buscarlas, siguiendo el discurso del citado escrito, en la atenta observación de la naturaleza, de la que Gaudí recibió "las más puras lecciones de arquitectura".⁵

Sin embargo, para adentrarse en estos conocimientos, debía explorarse la época en que vivió Gaudí, su vida, el ambiente que le rodeó y las impresiones que de todo ello sacaron sus colaboradores, discípulos y amigos. "Al estudiar las frases recogidas por sus admiradores, considerar los sistemas estructurales que empleó, la manera de incorporar la decoración a sus edificios, las

1. Ràfols, J. F. *Gaudí, 1852-1926*. Ed. Canosa, Barcelona, 1929, p. 13.

2. Bassegoda, J. Informe de la tesis doctoral de G. García Gabarró, 1993 (Bassegoda, informe), p. 4

3. Bassegoda, J. *El gran Gaudí*. Ed. AUSA, Sabadell, 1989 (Bassegoda, *El gran...*)

4. Bassegoda, *El gran...*, p. 11.

5. Bassegoda, *El gran...*, p. 14.



Fachada del Nacimiento (Sagrada Familia)

relaciones con personajes de su época, etc., se vio que no se podía reducir el estudio de Gaudí a una fase del Modernismo."⁶

Aquellos contemporáneos de Gaudí tuvieron una sensación de renacimiento cultural muy fuerte, conscientes de que, con las ideas puestas en práctica por el maestro, se abrían nuevos caminos en la forma de hacer y entender la arquitectura.

Pero, inexplicablemente, todo aquello fue cayendo poco a poco en el olvido, si no en los reducidos círculos de investigación, sí en cuanto a la proyección práctica de los principios que propugnaron; y, por ello, los edificios que se han levantado después de Gaudí poco o nada han aprovechado de "la idea de la arquitectura que, entre 1878 y 1926, Gaudí lanzó al mundo y que en tan pocas ocasiones ha sido correctamente comprendida".⁷

De esta forma, "poco a poco, fue haciéndose la luz entorno a una arquitectura singular, tan singular que no parecía arquitectura".⁸

6. Bassegoda, Informe, p. 1.

7. Bassegoda, Informe, p. 4.

8. Bassegoda, Informe, p. 1.



Crespinell picant (cerca de Reus)

Por otro lado, durante los últimos años, ha renacido en todo el mundo una fuerte expectativa hacia la obra de Gaudí. Sin embargo, su arquitectura se valora ahora como un fenómeno exótico o extraño, habiéndose perdido aquel sentido de liberación que produjo entre sus contemporáneos a principios de este siglo.

La presente exposición trata, pues, de dar una visión de la arquitectura gaudiana ajustada a aquellas ideas originales que la forjaron.

Ahora, pues, cabe preguntarse cuáles son esas ideas nuevas en las que Gaudí basó su arquitectura.

Los discípulos y admiradores de Gaudí repitieron con frecuencia una expresión que puede ayudarnos a desentrañar esta cuestión. Ignasi Brugueras Llobet escribió en 1952, con motivo de los actos del centenario del nacimiento de Gaudí, un artículo titulado "La naturaleza en la obra de Gaudí",⁹ donde se puede leer: "Re-

9. Brugueras, I. *La naturaleza en la obra de Gaudí*. V Certamen del Centro de Lectura de Reus, tomo I, pp. 581-588. Reus, 1952.

cordando los estudios del maestro sobre belleza objetiva..."¹⁰

Cualquiera que haya centrado su estudio en el campo de la estética, sabrá que no existe terreno más resbaladizo ni feudo de lo relativo comparable a éste. Es bien conocida la expresión popular "sobre gustos no hay nada escrito". Por ello, resulta chocante que alguien pudiera encaminar sus estudios en busca de la "belleza objetiva".

Pues bien, la idea fundamental de la arquitectura gaudiana gira entorno a la concepción de que la belleza no es algo aislado, teórico, abstracto o alejado de la práctica común, que surge de repente, como por arte de magia, sino que responde a un concepto mucho más concreto, en el cual se dan una relación de equilibrio e integración entre los diferentes requerimientos, generalmente de orden funcional, a los que sirve una obra concreta.

El modelo que nos puede guiar generosamente por este camino de perfección será, como lo fue para Gaudí, la naturaleza, donde reconoció la obra del Supremo Creador.

El hombre, a lo largo de su historia, ha ido tomando modelos en relación a los cuales se han ordenado las corrientes intelectuales o los quehaceres de cada época y civilización, llamando a las cosas por la relación que guardaban en cada momento con esos cánones o modelos teóricos y no por lo que en realidad son, de una forma clara y objetiva.

La arquitectura de Gaudí, sin embargo, viene a decirnos que existe un referente único y válido para construir, algo así como una constitución universal, a la que cualquier obra debe estar sometida y, en función de ésta, deben escogerse las soluciones idóneas para cada caso particular. Esta constitución universal no es otra que la formada por las leyes de la naturaleza, a las que irremediablemente se verán expuestas todas las construcciones; la ley de la gravedad, las

leyes mecánicas que rigen la resistencia de materiales, etc.

Esta nueva concepción de la arquitectura abre un nuevo e infinito muestrario de posibilidades técnicas y plásticas diferentes entre sí, es coherente y racional en términos económicos y rehúye la caprichosa esclavitud a que se someten las absurdas modas en arquitectura.

De esta forma, la arquitectura de Gaudí enseña que la naturaleza utiliza, en su evolución creadora, una serie de formas, principios y procesos que bien pueden ser aplicados al campo de la composición arquitectónica. Éste es el discurso que acompaña a esta exposición, ilustrado por la vida y la obra de Antoni Gaudí Cornet, quien "reconoció en la naturaleza a la maestra de todas las ciencias y artes".¹¹

Pero esta observación de la naturaleza y la extrapolación de sus principios al campo de la composición arquitectónica no se producen de una forma mimética, ni como producto de un sueño romántico, sino mediante la atenta observación de fenómenos naturales, unida a la especial intuición que poseía el arquitecto.

Es fácil decir que un árbol, un esqueleto animal o una concha marina son creaciones excepcionales, pero estos elementos no pueden ser simplemente copiados, sino que se trata de comprender cuáles son las relaciones existentes entre su forma, su función, su estructura y la composición final que las determina. A partir de ahí, y a la luz de las leyes naturales a las que estos modelos naturales obedecen, se podrán adoptar soluciones de aplicación válida en el arte de levantar edificios.

Éste fue el camino seguido por Antoni Gaudí. "Todo su aparentemente complejo mundo formal, cargado sin duda de brillantes cualidades expresivas",¹² se reduce a la búsqueda de unos criterios compositivos, generalmente de orden funcional, que él observó en los modelos naturales ya desde niño cuando, aquejado de ciertas

10. Bruguera, I. *Op. cit.*, p. 584.

11. Bassegoda, *El gran...*, p. 13.

12. Bassegoda, J. *Aproximación a Gaudí*. Ed. Doce Calles. Aranjuez, 1992.

afecciones reumáticas, debió cambiar los juegos con sus compañeros por largas horas de observación de la naturaleza en aquel entorno del Campo de Tarragona del que fue un enamorado toda su vida.¹³ Y allí, en "el gran libro de la naturaleza",¹⁴ como diría años más tarde, aprendió a descifrar el significado de las más bellas, a la vez que prácticas, formas en el espacio.

Pero la naturaleza no se deja leer siempre a simple vista. Gaudí comprendió que existe un velo entre ella y el raciocinio humano que debe ir apartándose mediante el análisis, el estudio y la reflexión.

"La naturaleza crea formas que son útiles y hermosas sin desligar nunca una cosa de otra".¹⁵ Por eso una bella flor no tiene vivos colores para ser más bonita, sino para "cumplir necesidades estrictamente funcionales",¹⁶ es decir, para atraer hacia ella a ciertos insectos y asegurar de este modo la reproducción de la especie.

Así pues, Gaudí se aprovechó de la experiencia que desinteresadamente le brindaba la naturaleza, una experiencia que se ha ido enriqueciendo durante millones de años y evolucionando en el mismo medio, sometida a las mismas leyes a las que irremediamente se ven sujetas todas las construcciones de los hombres.

Siguiendo este proceso, Gaudí llegó a racionalizar para la arquitectura muchos principios naturales, y esta tarea la llevó a cabo, de modo muy especial, durante los últimos diez años de su vida, en los que la mayoría de historiadores lo dan por desaparecido y abandonado a los supuestos avatares de su avanzada edad en el Templo de la Sagrada Familia.

La exposición de estas ideas, conformando lo que podría constituir un "tratado de gaudinismo", no pretende dar con la piedra filosofal que pueda convertir el arte de levantar edificios en un proceso objetivo, como nunca lo fue, sino abrir

un nuevo camino de reflexión que pueda enriquecerlo a él y al hombre.

Gaudí no fue nunca aficionado a las disquisiciones estéticas, no fue un hombre vinculado a corrientes intelectuales ni valedor de complejos conceptos teóricos, sino que fue, ante todo, un hombre de acción, y de ahí emanó su prolífica obra. Esta obra se caracterizó por el sentido práctico de las cosas, además de basarse en un carácter intuitivo, en la ingenuidad, en la falta de prejuicios, la espontaneidad y una desbordante imaginación. Por ello, su arquitectura es admirada "por los profesionales de la arquitectura, pero también por las personas sencillas y los niños".¹⁷

Conscientes, pues, de que el fundamento de las ideas que aquí se abordarán hay que buscarlos en las experiencias que desde su remota aparición ha llevado a cabo la naturaleza, no se encontrarán junto a ellas especializadísimos o complejos conceptos teóricos, sino que se tratará el tema de forma sencilla y abierta para que, llamando a las cosas por lo que son, pueda resultar mucho más comprensible y eficaz.

Tampoco se pretende fomentar la imitación de formas gaudinianas sin más, ya que ésta nunca "ha conseguido resultados apetecibles, porque no es la forma lo que se debe imitar, sino sus principios";¹⁸ tampoco la naturaleza repite formas iguales, aunque todas responden a las mismas leyes.

"Nunca nadie se cansará de contemplar los pájaros y los árboles"¹⁹ como se cansaron los constructores, los arquitectos y sus clientes de la repetición de edificios en cada uno de los estilos arquitectónicos que se han sucedido a lo largo de los tiempos.

"Gaudí lanzó un grito de libertad y valdrá la pena aprovechar tan venturosa circunstancia"¹⁹ para sacar a la arquitectura del laberinto en que ha estado encerrada dando vueltas y más vueltas.

13. Bergós, J. *Gaudí, l'home i l'obra*. Ed. Ariel, Barcelona, 1953, p. 14.

14. Bergós, J. *Op. cit.*, p. 123.

15. Bassegoda, J. *Geometría reglada y arquitectura*. Real Academia de Ciencias y Artes, Barcelona, 1989, p. 451.

16. Bassegoda, *El gran...*, p. 13.

17. Bassegoda, *El gran...*, p. 11.

18. Bassegoda, *El gran...*, p. 13.

19. Bassegoda, J. "Els arbres gòtics", *Temple*, Barcelona gener-febrer de 1994, p. 10.

Inspiración en la naturaleza

"El gran libro de la Naturaleza es donde encontramos la verdad que preside a todas las manifestaciones materiales; en él debemos, pues, leer para alcanzar la realización de una obra lógica."

Félix Cardellach Alivés

El proceso creador

En el mundo físico que conocemos se dan únicamente dos fuerzas creadoras: una es la

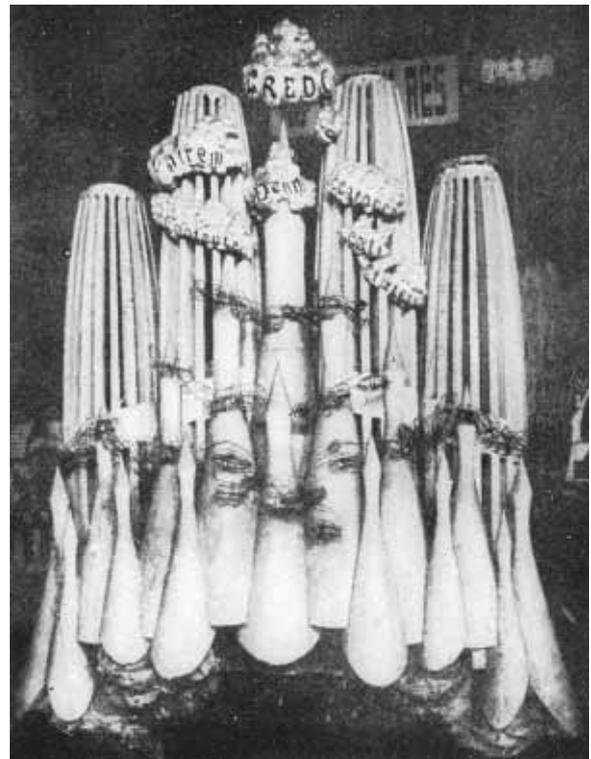
naturaleza y la otra la mano del hombre, que actúa siempre en el marco definido por la primera.

Podría considerarse a ésta última como parte de la primera, es decir, de las creaciones naturales, pero no sería del todo correcto ya que, en la mayoría de ocasiones, una y otra siguen principios de actuación muy diferentes.

Por otro lado, cabe destacar cómo, en la actualidad, junto a un reconocimiento y elogio generalizado por la naturaleza preservada en su estado virginal, existen serias dudas sobre la conveniencia y la manera en que el hombre debe seguir actuando sobre ella para dominarla,



Cueva de Nerja (Málaga)



Maqueta de la fachada de la Gloria (Sagrada Familia)

colonizarla y adueñarse de ella. Es decir, que mientras hoy en día nadie pone en duda, por lo menos en el ámbito de nuestra cultura occidental, que se debe preservar y potenciar el patrimonio natural, existe, asociada a este sentimiento, una conciencia colectiva que dice: "no conviene construir más", reflejada en la cada vez más abundante reglamentación y normativa que pretende ejercer el máximo control sobre cualquier nueva iniciativa en este sentido, asociando ese "construir más" a un "destruir naturaleza".

Frutos de esta normativa urbanística y constructiva son nuestras ciudades modernas, deshumanizadas, y también los cambios experimentados por las pequeñas poblaciones durante los últimos cincuenta años, radicalmente opuestos, cualitativa y cuantitativamente, al desarrollo equilibrado que habían seguido durante los siglos precedentes, con ausencia total de normativa.

El error de tales planteamientos cabe buscarlo en la base de los mismos, y así, el "no conviene construir más" debería ser matizado diciendo: "no conviene construir mal", entendiendo por "mal" una forma de construir que se aleja cada vez más de la naturaleza, la cual, a su vez, nunca podrá ser disfrutada en su totalidad sin construir, colonizarla y adueñarse de ella, tal y como se demostró en épocas pasadas.

Se trata, pues, de hacer converger los caminos, criterios y principios de ambas fuerzas creadoras para evitar el conflicto entre ellas.

Puesto que la naturaleza tiene unas leyes que no podemos alterar y a las que irremediablemente nos veremos sometidos, resulta que debemos adecuar nuestras construcciones a ese ámbito natural en el que se ubican; éste es el sentido de la inspiración natural que busca la arquitectura de Gaudí.

Cabe entonces preguntarse acerca de cómo crea la naturaleza, cómo lo ha hecho la arquitectura y cuáles son los caminos que se deben seguir en el futuro, siempre bajo la óptica original de la arquitectura gaudiana.

Cómo crea la naturaleza

La naturaleza es eminentemente práctica.

Sus creaciones poseen la finalidad de responder, de la forma más eficaz, a unas necesidades concretas.

Observemos a modo de ejemplo lo que ocurre con el diseño de un huevo. La preocupación principal de cualquier ovíparo es crear un envoltorio donde, además de tener el volumen suficiente para albergar a su cría y la máxima resistencia estructural para darle protección, ésta se encuentre en las condiciones térmicas más adecuadas, lo que equivale a decir aislada al máximo del ambiente exterior. Lógicamente, esto se producirá cuando, a igualdad de volumen, la superficie de exposición, o sea, de la carcasa o envoltorio, sea la menor. La naturaleza, entonces, que es práctica, elige el catenoide, es decir, la superficie de revolución con la directriz idónea: la catenaria, con la que consigue además la máxima resistencia usando el mínimo material. De esta forma, las necesidades del ovíparo coinciden plenamente con las características de esta curva, según fueron enunciadas por Jean Bernouilli en 1691.

Un huevo, una flor o un hueso poseen una composición que responde a sólidos e irrefutables criterios científicos hasta donde éstos alcanzan a explicarnos y representan la solución lógica en el marco del cumplimiento de unas leyes naturales. Así, cualquier elemento natural que no satisface estas necesidades prácticas es eliminado o modificado por la misma naturaleza en función de estas leyes.

Esta naturaleza práctica es guiada en su proceso creador por dos principios fundamentales, a saber, la evolución y el organicismo.

La evolución, entendida como la característica que va regulando los sucesivos cambios que se producen en las creaciones naturales, tiene, a su vez, unas reglas de actuación que son las siguientes:

1) *La experiencia*

Cada creación pretende satisfacer una serie de requisitos, y el dictado de los mismos viene

determinado por experiencias anteriores. Se trata de una sencilla base en función de la cual se ordena una recogida de datos, que poco a poco van enriqueciendo las soluciones adoptadas. De este modo, tanto el conocimiento como el modo de actuar natural son exclusivamente funcionales.

2) *La continuidad*

Este camino guiado por la experiencia que ha emprendido toda creación de la naturaleza no tiene interrupción. Nunca se plantea el comenzar de nuevo, y mucho menos oponiéndose a soluciones vigentes, sino que existe una continuidad del proceso apoyada siempre por la relación con experiencias anteriores, o sea, que una vez iniciado el camino evolutivo nunca se interrumpe.

3) *La libertad aparente*

Parece que la naturaleza, cuando crea, no tiene un plan prefijado ni sigue un camino predefinido. Como se desprende de la primera de las características enunciadas, crea en función de las sollicitaciones exteriores que le vienen dictadas por la experiencia, y como tal puede ser alterada. Es decir, en principio, las leyes que determinan la forma o el color de una especie animal para el futuro no son intrínsecas a ella misma, sino que vienen determinadas, digámoslo así, por esas necesidades exteriores.

Pero teniendo en cuenta que estas necesidades exteriores pertenecen también a la naturaleza y están, por tanto, sujetas a las mismas leyes, resulta que la libertad creadora es tan sólo aparente, ya que en cada momento este pez que se muerde la cola está obligado a escoger, entre los caminos posibles, el idóneo. Tenemos ante nosotros a un maestro que no puede equivocarse.

Por este motivo, el crecimiento de la rama de un árbol, por ejemplo, no sigue un trazado cualquiera, sino aquél que resulta el idóneo para asegurar el equilibrio y la estabilidad del conjunto. O también, por ejemplo, los troncos de los árboles son generalmente de sección circular, debido a que trabajan, desde el punto de vista mecánico, a torsión, por los esfuerzos que provoca en ellos el azote del viento en las ramas. La

resistencia de materiales nos enseña cómo, en este caso, la sección de trabajo ideal es la circular. Pero la naturaleza no habría tenido ningún reparo en hacer troncos con la forma de nuestros perfiles normalizados IPN si las exigencias mecánicas hubieran sido las de una viga doblemente apoyada.

De esta forma, el proceso de creación natural sigue irremediamente un camino de perfección en el que no cabe el error. La naturaleza no puede equivocarse ni rectificar sino que evoluciona perfeccionándose.

El segundo principio es el organicismo, que consiste en la íntima relación de equilibrio que se da en la naturaleza entre cada una de las partes y entre estas y el todo.

De esta característica se derivan dos reglas básicas:

1) *La correlación de las partes*

Cada uno de los elementos que forman un todo actúa sobre los demás, y viceversa. Esto significa que algún cambio en alguna de las partes implica otro correlativo en las demás.

2) *La subordinación de los caracteres*

Este principio establece que ciertas partes poseen mayor significación funcional que otras, por lo que todas ellas se pueden ordenar en atención a su importancia. Es decir, que esta relación existente entre las partes está jerarquizada en un orden funcional de las mismas. Nosotros los humanos, por ejemplo, podríamos llegar a prescindir de una mano, pero nunca del corazón para seguir con vida. De este modo, podemos afirmar, por ejemplo, que los mamíferos representan un grado o nivel de vida animal superior a los marsupiales, y éstos, a su vez, lo tienen respecto a los ovíparos, sin que ello signifique una perfección objetiva superior en ninguno de ellos, como tampoco es objetivamente más perfecto el corazón que la mano sino que, dentro de su jerarquización funcional, cada uno se ajusta a sus cometidos específicos. Por eso la naturaleza sigue perfeccionando moluscos y braquiópodos aparecidos durante el silúrico y el devónico, igual que prima-

tes como el mono o el gorila, aparecidos mucho después y provenientes de los primeros.

Una de las consecuencias más importantes de la correlación de las partes es el principio de similitud, según el cual, las relaciones funcionales no sólo rigen la presencia necesaria y simultánea de las diversas partes en combinación sistemática, sino que determinan, además, las proporciones y dimensiones de la forma básica del todo. Por ejemplo, un ave que doblara las dimensiones corporales de otra, tendría un peso aproximadamente ocho veces mayor, es decir, en proporción a su volumen. Mas si debiera tener exactamente la misma forma, aumentada tan sólo de escala, tendría una superficie de alas únicamente cuatro veces mayor, pese a sostener un incremento superior de peso. La conclusión es que la proporción de la superficie de alas frente a la dimensión corporal debiera ser otra en el ave mayor.

Esta sabia maestra que convive con nosotros, la naturaleza, constituye pues una fuente inagotable de conocimientos que tienen su

garantía de validez en las experiencias desarrolladas durante millones de años.

Cómo crea la arquitectura

Frente a esta naturaleza, eminentemente práctica, que sigue siempre un camino ideal basado en la experiencia según el cual va probando, desechando y perfeccionando soluciones, aparece el modo de hacer de la arquitectura, que, a través de los tiempos, ha visto nacer y morir los diferentes estilos y modas, sujetos siempre a las corrientes intelectuales definidas por cada civilización.

Esta arquitectura de estilos aparentemente diferentes ha estado siempre influida y ha sido fiel reflejo del pensamiento humano de cada época, pero pocas veces ha prestado la debida atención a la naturaleza y a sus leyes, que desde el origen del mundo vienen acompañándonos.

La arquitectura de Gaudí tiene apariencia geológica, botánica y zoológica. Las razones de



Mont Blanc



Iglesia de la Colonia Güell

esta semblanza cabe buscarlas en que Gaudí, al contrario de lo que ocurría con los estilos históricos, buscó la inspiración práctica en la naturaleza y su forma de entender las construcciones se basaba en las mismas leyes que siguen las plantas o los animales.

La naturaleza ha estado siempre al lado del hombre, lo que no significa que éste le haya prestado siempre la debida atención.

Ante la insensata afición de los arquitectos por "inventar" formas nuevas que luego resultan repetición o combinación de las anteriores, como se verá al hablar de la geometría, el gran mérito de Gaudí reside, precisamente, en volver la mirada hacia la naturaleza para, reconociéndola como maestra generosa y manteniendo un ánimo

humilde ante ella, no pretender inventar nada sino descubrirlo todo.

Por último, debe situarse correctamente nuestra posición de fuerza y posibilidades objetivas respecto a la naturaleza con el fin de no infravalorarla, porque la situación actual, dominada por desmesurados elogios a los avances tecnológicos, puede favorecer la idea de que estamos en una situación de dominio total de la naturaleza.

La situación es realmente de dominio de la naturaleza, pero en términos destructivos, no constructivos. Al tiempo que investigamos cómo crear hombres, mediante grandes alardes de la ingeniería genética, todavía no hemos podido fabricar una judía que nos quite el hambre ni una flor que nos pueda levantar el ánimo.

Geometría en la arquitectura y la naturaleza

"... es así que los hombres prefieren dar cuenta de los fenómenos por algún concepto teórico general, una explicación cualquiera, a tomarse el trabajo de construir un todo a través del estudio de las partes."

Johann Wolfgang Goethe

La geometría

La geometría es el idioma de la arquitectura, o sea, el medio que utiliza para resolver las cuestiones específicamente arquitectónicas; por eso, la arquitectura podría ser definida como el arte de dar forma a unas necesidades concretas. El papel que desempeña la geometría dentro de la arquitectura es comparable al que juega el sonido para la música, el lenguaje para la literatura o el derecho para la práctica de la abogacía.

La buena arquitectura no ha cesado de dar soluciones formales, es decir, geométricas, a problemas arquitectónicos de toda índole: constructivos, funcionales, estructurales, etc., y el tiempo ha demostrado que este tipo de soluciones son mucho más efectivas que las adoptadas con medios ajenos a la geometría. Por ejemplo, se ha manifestado mucho más eficaz la evacuación de aguas por medios geométricos relacionados con la ley de la gravedad, que confiar la estanqueidad de los edificios a las cualidades impermeables de ciertos materiales. Resulta que estas soluciones ajenas a la geometría son buenas como complemento a las mismas, pero nunca como sustitutas.

Por esto la misma naturaleza, cuando quiere impermeabilizar la superficie de un ave expuesta continuamente a los efectos del agua, como puede ser un pato, impregna su piel con aceites impermeables, pero coloca sobre ésta unas plumas dispuestas del modo en que nosotros ponemos las tejas sobre una cubierta.

Gaudí se preguntó por qué la arquitectura no podría tomar modelos geométricos extraídos de la misma naturaleza, donde éstos satisfacen con la máxima eficacia los problemas que le son cotidianos.

Este sencillo pero genial razonamiento le llevó a conocer, y más tarde a utilizar, unas formas que eran nuevas para las construcciones arquitectónicas pero que estaban en el mundo desde millones de años atrás; y ello supuso un reto para el futuro de la arquitectura que, además de topar con la lógica resistencia de un modo diferente de construir, nunca ha sido comprendido en su totalidad.

Considerada, pues, la enorme importancia que tiene para el oficio de la arquitectura la correcta utilización y conocimiento de la geometría, analizaremos las características que se derivan de su estudio y comparación tanto en la naturaleza como en la arquitectura.

Geometría de la arquitectura

La geometría utilizada por los arquitectos a lo largo de los tiempos se ha basado exclusivamente en la utilización de dos instrumentos básicos, a saber: la escuadra y el compás.

Cualquier otro instrumento o herramienta utilizados por los arquitectos para dibujar sus proyectos o por los constructores para replantear

sus edificios han sido siempre combinaciones de estos dos.

El compás permite tomar y trasladar medidas a la vez que trazar circunferencias, y con la escuadra se dibujan rectas y sus perpendiculares, apareciendo así las verticales y las horizontales.

Estas sencillas operaciones han engendrado la mayoría de las edificaciones pasadas y siguen haciéndolo con las actuales; por eso, la geometría utilizada por los arquitectos se ha desarrollado siempre mediante la utilización de formas muy simples, extraídas de la abstracción teórica, que tienen su origen en la geometría euclídea, que es la geometría de formas regulares y la cual fue formulada, como recordaremos, en el siglo III a. C.

Las formas propias de esta geometría euclídea, que lo son también de todos los estilos históricos en arquitectura, son los triángulos, cuadrados, círculos, etc., y en el espacio, prismas, cubos, pirámides, cilindros o esferas, entre otros.

Las formas naturales tan sólo han aparecido dentro la arquitectura en la ornamentación, es decir, desprovistas de todo carácter funcional, cosa que no ocurre en la naturaleza; nunca han

formado parte de la composición y estructura fundamental de sus obras.

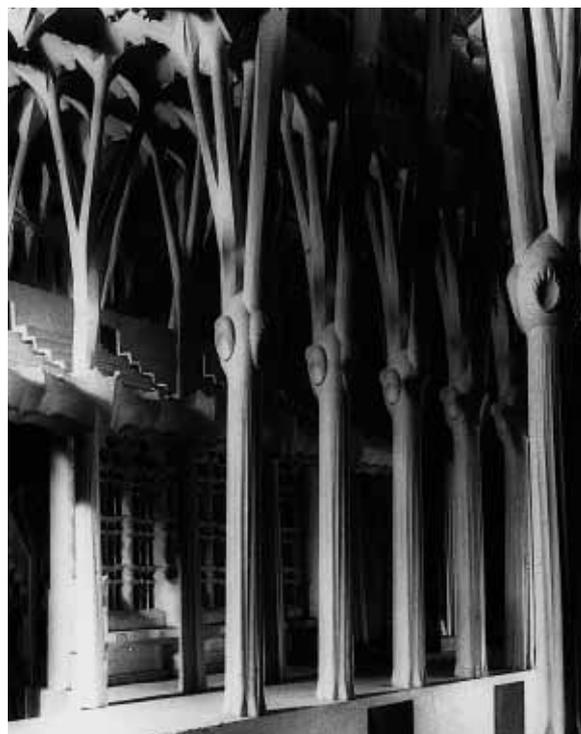
No obstante, hay que apreciar algunas manifestaciones arquitectónicas que, sin estar influidas por esta carga teórica y habiéndose desarrollado en contacto directo con la práctica constructiva y los condicionantes que la rodean (clima, materiales, etc.), sí han elegido formas mucho más cercanas a las naturales.

Tal es el caso de la arquitectura popular, arquitectura sin arquitectos, que nos ofrece infinidad de ejemplos, como la palloza gallega o la barraca de viña catalana, dos de las más conocidas entre nosotros, donde las soluciones adoptadas son formalmente mucho más cercanas al entorno natural en el que se ubican.

Otros intentos de seguir caminos compositivos de esta índole han fracasado por la ausencia de contacto con la práctica, y han quedado reducidos exclusivamente a una declaración de intenciones. Éste es el ejemplo del expresionismo que quedó para la historia, salvo alguna excepción, en dibujos, modelos y manifiestos utópicos.



Bosque



Maqueta Sagrada Familia

La arquitectura de Gaudí encontró el equilibrio perfecto en estos términos, a la vez que recogía las inquietudes derivadas de esta nueva geometría natural y las integraba con la rica tradición constructiva de su tierra, de la que fue un perfecto conocedor.

En la actualidad, los arquitectos siguen dibujando y construyendo sus edificios con planos, prismas o cilindros, tal y como lo vienen haciendo desde antiguo.

Ante esta óptica de las cosas, Gaudí impuso la búsqueda de nuevas formas geométricas para ser utilizadas en la construcción de edificios. Formas extraídas del amplio muestrario que la naturaleza le ofrecía desinteresadamente y de las que se sirvió para ir adaptando y mejorando las soluciones cotidianas a las necesidades que encontraba en la práctica de la arquitectura. Y esta propuesta la llevó a cabo con la ingenuidad natural de quien no tenía una formación académica, lo que le permitió estar abierto a soluciones que, ya existiendo en los modelos naturales, exigen un esfuerzo para ser comprendidas en su totalidad.

Geometría en la naturaleza

Al igual que Gaudí, cabe, pues, preguntarse cuáles son las formas utilizadas por la naturaleza y qué interés puede tener su aplicación, si ésta es posible, en el campo de la arquitectura. En esta cuestión, además, encontraremos los fundamentos formales de la arquitectura gaudiniana.

Abordar del modo más general la geometría de las formas naturales sería un intento, además de inútil, sumamente complejo.

No se trata aquí, pues, de elaborar un catálogo que resultaría, al tiempo que interminable, tan inexpresivo como una guía telefónica, sino más bien de intentar arrojar algo de luz sobre un campo tan inexplorado como éste, contemplándolo en todo momento desde la óptica que lleva al arquitecto a observar el mundo con los problemas y matices ligados a su quehacer particular, porque, siendo muchos los geólogos, médicos, biólogos o zoólogos que han estudiado a fondo la forma de

los elementos naturales, nadie hasta Gaudí habló de ellos desde el punto de vista arquitectónico.

Por otro lado, cabe recordar que las formas geométricas con que se nos manifiesta la naturaleza en sus creaciones no poseen interés para la arquitectura por sí mismas ni por capricho, sino en relación con los efectos a que sirven. Puesto que nos movemos en un entorno determinado por lo natural y muchas veces tendremos que servir a esos mismos intereses, nos importa conocer las relaciones que los unen a las soluciones geométricas que les da la naturaleza.

Algunas veces estas formas naturales vendrán dadas directamente, pero en otras ocasiones deberán ser deducidas a partir de la observación de fenómenos.

Tal es el principio que siguió Antoni Gaudí, por ejemplo, para la construcción de algunas chimeneas en forma helicoidal. Gaudí no vio ninguna chimenea helicoidal en la naturaleza, pero sí observó, quizá en el taller de calderería de su padre, cómo el humo asciende describiendo círculos por el espacio, y es por eso que, dotando a las chimeneas de una forma helicoidal, consiguió favorecer el efecto de evacuación de humos, que antes sólo se confiaba a la ascensión propia que produce la menor densidad y la mayor temperatura de éstos frente al aire.

Vale la pena apuntar aquí que, en adelante, al hablar de formas geométricas concretas referidas a elementos naturales, nos referiremos a formas teóricas asimilables a las mismas, precisamente porque no pretendemos realizar un minucioso y exacto estudio, a la vez que reconocemos en la naturaleza unas sensibles y continuas variaciones respecto de estos modelos teóricos, puesto que, tal como afirmaba Goethe, ésta guarda preciosos secretos que nosotros somos incapaces de desvelar.

Por ello, cuando se afirma por ejemplo, que un lirio es un helicoide desarrollable o que un fémur es un hiperboloide reglado, ello significa simplemente que entre todos los modelos teóricos conocidos a través de la geometría descriptiva éstos son los que más se aproximan a los citados elementos naturales.

Así pues, podemos afirmar que en la naturaleza, geoméricamente hablando, se encuentran todas las formas posibles, si bien unas abundan más que otras. Así, mientras encontramos escasos ejemplos de figuras regulares, aparecen frecuentemente formas amorfas e inclasificables. Y mientras las primeras las utilizamos de adorno o las exponemos en un museo de historia natural por lo extraordinarias que nos parecen, las segundas las dejamos de lado sin prestarles mayor importancia porque no las entendemos.

Es precisamente por ello, por la falta de medios que tenemos para controlarlas, que hemos desatendido estas formas que nos parecen irregulares, acogiéndonos a lo que nos es más fácil de objetivizar y reproducir con los instrumentos que contamos.

En consecuencia, las formas naturales en su mayoría han permanecido ocultas a los ojos de los arquitectos y constructores, sobre todo por la falta de medios que éstos podían utilizar para conocerlas, controlarlas y ser capaces de reproducir, quedándose para ello tan sólo con una

pequeña colección de formas que se han denominado regulares y que, aunque ciertamente existen respondiendo a unas necesidades concretas, son escasísimas en la naturaleza.

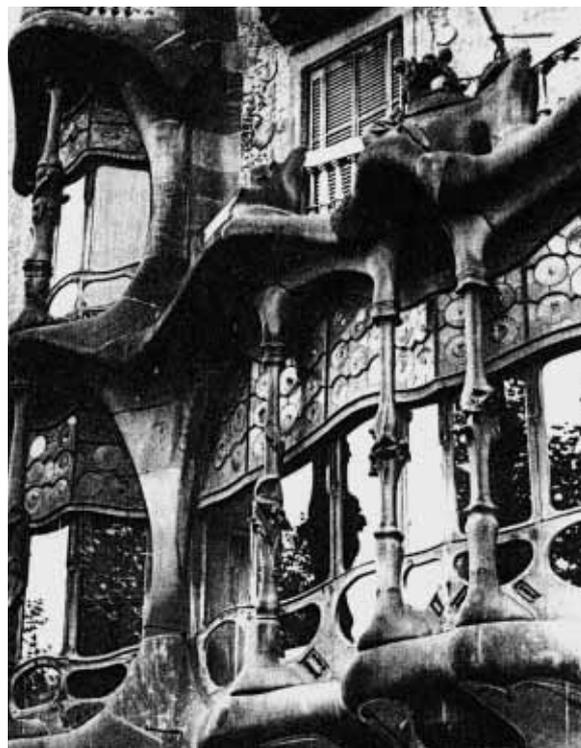
No obstante lo anterior, Gaudí descubrió una familia de formas, abundantísimas en los tres reinos de la naturaleza, que fácilmente pueden ser transferidas a la construcción arquitectónica con el simple uso de herramientas tan sencillas como el propio cordel, utilizado ya desde antiguo por los albañiles.

Se trata de las formas derivadas de la geometría reglada, líneas rectas que se mueven en el espacio siguiendo unas sencillas leyes y que resultan luego camufladas en la continuidad de graciosas superficies curvas en el espacio.

Dada su sencillez, así como la cantidad de ejemplos que de ellas podemos hallar en la naturaleza y la facilidad que presentan para adecuarlas a nuestros sistemas constructivos, estas formas serán objeto de especial atención al hablar, en adelante, de las formas arquitectónicas naturales.



Huesos del pie



Tribuna de la Casa Batlló

Formas arquitectónicas naturales

"La solución natural de un problema, arte sin artificio, óptima frente al conjunto de impuestos previos que la originaron, impresionada con su mensaje, satisfaciendo al mismo tiempo las exigencias del técnico y del artista."

Eduardo Torroja Miret

Geometría reglada

Tal como concluíamos al hablar de la geometría de la naturaleza, Gaudí descubrió una familia de formas que merecen un estudio detallado por la abundancia de ejemplos que de ellas se encuentran en la naturaleza; por la interesante relación que estas formas guardan con aquellas leyes naturales a las que satisfacen; por la capacidad expresiva de las nuevas posibilidades plásticas que ofrecen; por su sencilla generación geométrica y, por tanto, por su fácil extrapolación al campo de la composición arquitectónica.

Se trata de las formas de la geometría reglada.

Una superficie reglada es la definida por una recta que se mueve definiendo superficies curvas en el espacio.

Del mismo modo que un punto desplazándose por el plano define una línea curva, esta recta generadora, denominada generatriz, definirá una superficie continua e infinita. Y así como clasificamos las curvas planas según la ley de movimiento que sigue ese punto, las superficies

regladas se pueden clasificar en función de la ley que guía a la recta generatriz en su movimiento a través del espacio.

Estas superficies regladas se clasifican en dos grupos: desarrollables y alabeadas.

1) Superficies regladas desarrollables

Cuando la ley de movimiento de la recta generatriz es tal que dos posiciones consecutivas, infinitamente próximas, se hallan en un mismo plano, es decir, las generatrices se cortan, nos referimos a superficies regladas desarrollables.

Estas dos generatrices tienden a confundirse en el límite y el plano formado por ellas será tangente a la superficie a lo largo de toda la generatriz. De aquí que estas superficies regladas se puedan superponer sobre un plano sin que se produzca deformación alguna en sus elementos, es decir, son desarrollables.

Un conocido ejemplo de estas superficies es el helicoides desarrollable, que es la superficie engendrada por una recta que se mueve sobre una hélice manteniéndose tangente a ella y conservando siempre el mismo ángulo de inclinación.

La particularidad fundamental de este tipo de superficies regladas, como su propio nombre indica, es que pueden desarrollarse sobre un plano sin experimentar deformaciones, o dicho de un modo más coloquial, podemos construirlas con una hoja de papel, lo cual no ocurrirá con las alabeadas.

2) Superficies regladas alabeadas

Son aquellas superficies regladas en que la ley de movimiento es tal que dos generatrices

consecutivas, infinitamente próximas, no están en un mismo plano, o sea, las generatrices se cruzan.

El plano tangente a la superficie será, por tanto, distinto para cada punto de la generatriz, aunque contiene a ésta. O sea, para cada generatriz existe un haz de planos tangentes a la superficie en cada uno de los puntos de ella, siendo la citada generatriz la arista del haz de planos tangentes.

Estas superficies regladas alabeadas fueron las más utilizadas por Gaudí y merecen ser explicadas y clasificadas de la forma más sencilla y didáctica posible.

Si entendemos la superficie alabeada como el conjunto de rectas (generatrices) que se apoyan en tres directrices a la vez, podemos clasificarlas todas ellas en función de la naturaleza de estas últimas, que es lo mismo que clasificarlas según la ley de movimiento que guía a esa generatriz por el espacio.

Las directrices, pues, pueden ser una recta (R), una curva cualquiera (C) o una recta impropia en el infinito (RI), que es el caso de un plano director.

De esta forma, tomando estas posibilidades de tres en tres, obtendremos todas las superficies alabeadas según el siguiente cuadro:

R	R	R	RI	C	C	C	
							Hiperboloide reglado o de una hoja
							Paraboloide hiperbólico
							Conoide
							Conoide de plano director
							Cilindroide
							Cilindroide de plano director

Este último caso, de tres directrices curvas, es el más general de superficie reglada y no tiene una nomenclatura específica.

Las superficies alabeadas se dividen a su vez en cuádricas, correspondientes a los dos primeros grupos del cuadro, y conoides, las restantes.

Las primeras son aquellas cuya sección plana es una cónica o todas sus directrices son rectas, y son el hiperboloide de una hoja o reglado y el paraboloide hiperbólico.

En el hiperboloide reglado las tres directrices son rectas no paralelas entre sí, mientras que en el paraboloide hiperbólico, aunque siguen siendo tres rectas, una de ellas es impropia, es decir, está en el infinito, y las dos primeras son paralelas a un plano denominado plano director.

Cuando no todas las directrices son rectas ni las secciones planas son cónicas tenemos los conoides, que son las superficies regladas alabeadas cuyas directrices son una impropia, una recta y una curva cualquiera. Ésta última puede también ser una superficie cualquiera, es decir, la curva de tangencia entre ella y el conoide. El caso más conocido es el que tiene como directrices propias una recta y una circunferencia.

Se puede plantear la cuestión sobre qué diferencia real existe entre las diversas superficies alabeadas. Esta pregunta adquiere especial significado cuando se observan porciones pequeñas de cada una de estas superficies, donde parecen confundirse entre ellas.

Para responder a ello volvamos al ejemplo de las curvas planas. Observemos, por ejemplo, varias pequeñas porciones de curvas cónicas, elipse, parábola e hipérbola. También podrían parecer confundirse entre ellas, pero sabemos que su diferencia reside, precisamente, en la ley que genera sus cambios de curvatura. Estos cambios obedecen a la ley definidora de cada curva que sólo es satisfecha por el conjunto de puntos que la forman.

Del mismo modo, en las superficies regladas, la ley que define el movimiento de sus generatrices en el espacio, es decir, las diferencias entre sus directrices, serán las encargadas de establecer exactamente la naturaleza de sus cambios de doble curvatura en el espacio.

Otra cuestión es la relativa a la nomenclatura de estas superficies. A nuestro entender, los enrevesados nombres con que las bautizaron los matemáticos, que dieron primeramente con ellas

a través de sus ecuaciones analíticas, no hacen justicia a su realidad geométrica ni a su sencillez generadora.

Formas regladas en la naturaleza

De todas estas superficies mencionadas anteriormente encontramos un infinito muestrario en la naturaleza y han sido observadas en todos los campos que estudian las ciencias naturales como la botánica, la mineralogía, la geología, la biología o la anatomía, entre otras.

La aparición de estas formas en la naturaleza no se da por capricho, sino como resultado de sencillos procesos prácticos fundamentados en leyes naturales. Esta relación entre una forma determinada y la ley natural que la genera es de vital importancia para la comprensión de todo el proceso.

Hagamos, pues, un breve repaso a través de los tres reinos de la naturaleza para buscar los ejemplos que mejor pueden ilustrar estas ideas.

En el campo de la botánica hay dos características básicas que convierten casi a la geometría vegetal en una rama de la geometría reglada.

Por un lado, observamos la composición fibrosa de la mayoría de las plantas. Estas fibras son asimilables a líneas rectas, generatrices de superficies regladas, que se deslizan en el espacio apoyadas en otros elementos que actúan como directrices.

En segundo lugar, observamos como la ley de la gravedad dibuja perfiles parabólicos y catenáticos en los elementos vegetales. Estas curvas planas producidas en las hojas, ramas y copas de los árboles por las acciones gravitatorias son también secciones planas de muchas figuras regladas, especialmente de las cuádricas.

Sujetas a estas premisas aparecen multitud de formas de paraboloides hiperbólicos y conoides en las flores y hojas vegetales, así como disposiciones hiperboloidales en troncos y ramas de los árboles.

La combinación de esta disposición fibrosa con las leyes de crecimiento circular que siguen

muchas especies vegetales, como los tallos alrededor de las ramas y troncos, produce además helicoides. Son helicoidales los troncos de eucaliptus y muchos tipos de trepadoras. Un lirio, sin embargo, es un helicoide desarrollable.

Estas formas poseen en el espacio diversas curvaturas, lo que les confieren mayor rigidez y resistencia estructural ante las sollicitaciones a las que se hallan sometidas; así, una rama hiperboloidal es más resistente que una cilíndrica, y una hoja en forma de paraboloides hiperbólico es más rígida que una plana.

La geología es la ciencia que estudia la composición interior y exterior de la tierra. De su observación se deduce que también la geometría reglada tiene amplia cabida en esta ciencia. Las fuerzas plutónicas que dieron lugar a los plegamientos y a las erupciones originaron formas que la erosión y la gravedad han ido convirtiendo en figuras geométricas con apariencia de hiperboloides, paraboloides de revolución o paraboloides hiperbólicos.

Aunque el paraboloides de revolución no es una superficie reglada, puede ser considerado como una figura propia de la geometría natural por su repetida presencia en la naturaleza, ya que es la consecuencia tridimensional de las propiedades gravitatorias de la parábola, expresión formal del descenso de cargas en el plano.

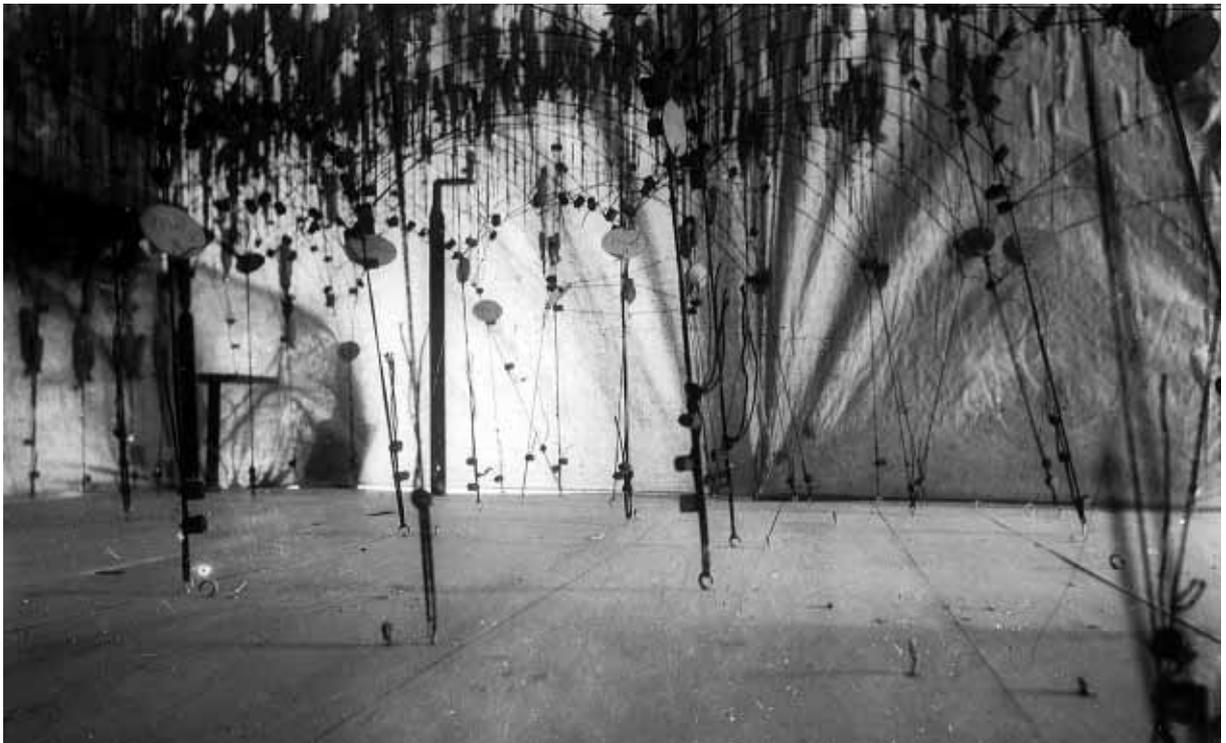
Un puerto entre dos montañas se configura por la erosión que hace caer fragmentos de roca que toman la dirección de la máxima pendiente en forma rectilínea y que, en términos generales, describe la generatriz de un paraboloides hiperbólico.

La erosión eólica en las montañas produce, en combinación con las fuerzas gravitatorias, formas de paraboloides de revolución. Esta misma forma resulta en las estalactitas y témpanos formados en las concavidades interiores de la tierra.

Las formas cupulares de las espeluncas y cuevas tienen perfiles parabólicos y catenáticos puesto que se equilibran naturalmente según las líneas de presiones que definen tales perfiles.



Gruta de Manacor (Mallorca)



Maqueta de la Colonia Güell

Otras veces, la acción combinada de algunos de estos efectos producirá formas de hiperboloides reglados, como la enorme masa basáltica conocida como "la torre del diablo", en el estado norteamericano de Wyoming, o las composiciones resultantes en el banco de calizas que dio lugar a "la ciudad encantada" de Cuenca.

Los plegamientos geológicos hacen que los planos teóricos de los diferentes estratos se asimilen a superficies de curvaturas variables como las propias de la geometría reglada.

Dentro de la mineralogía, rama de la historia natural que estudia los cuerpos inorgánicos, se analiza la cristalización, propiedad por la cual algunos minerales toman formas poliédricas constituyendo cuerpos cerrados de caras planas y ángulos constantes. Aquí encontramos uno de los escasos ejemplos en que la naturaleza utiliza una geometría basada en sólidos regulares. Estos cuerpos geométricos son, como ya se ha dicho, los que pueden hallarse en la geometría de la arquitectura desde los primeros tiempos, ya que su forma es elemental, fácilmente clasificable y pueden dibujarse y construirse mediante el compás y la escuadra.

Sin embargo, existen cristales de materia orgánica, estudiados por la biocristalografía, que presentan formas más propias de la geometría reglada que de la euclídea.

La anatomía es la rama de la biología que estudia las características estáticas de los seres vivos. De los tratados de anatomía, haciendo una lectura geométrica de sus partes, se deduce, como en el reino vegetal, la composición fibrosa de éstas. Esta naturaleza fibrosa de los huesos, músculos y tendones hace que estas formas anatómicas tengan mucho que ver con la geometría reglada; por eso, ya Leonardo da Vinci dibujaba los tendones del hombro, por ejemplo, en perfecta sintonía geométrica con lo que serían las generatrices de un paraboloides hiperbólico, aun cuando esta forma no era conocida.

Los tendones que hay entre los dedos de la mano son también generatrices de paraboloides hiperbólicos que aparecen cuando separamos dos dedos consecutivos; aquí, los huesos de los

dedos, que son hiperboloides reglados, hacen de directrices, y los tendones de unión, líneas rectas, de generatrices. Muchos de nuestros huesos, como los de otros animales, son casi hiperboloides reglados (las vértebras, el fémur, etc.), los músculos en tensión pueden ser conoides o hiperboloides, y las formas que resultan en la superficie de nuestros cuerpos cubiertas por la piel se asemejan a paraboloides hiperbólicos o conoides.

En definitiva, puede verse como la proliferación de ejemplos de geometría reglada en la naturaleza es abundantísima. Lo interesante es observar cómo estas formas se generan, no por capricho, sino como resultado de la incidencia de algún fenómeno intermedio, ya sea la ley de la gravedad, la acción del viento, el crecimiento circular de ciertas especies, los remolinos de aire, agua, arena o humo, o los esquemas fibrosos de la propia materia orgánica, que son las auténticas leyes generadoras de estas formas, las cuales, al final, no son más que la solución lógica, sencilla y práctica que satisface el cumplimiento de esas leyes.

Un simple repaso a las formas arquitectónicas utilizadas por Antoni Gaudí permite hallar abundantes soluciones de geometría reglada que componen formas de apariencia geológica, botánica o zoológica, ya que la base de las formas gaudinianas se halla en la misma geometría natural, de donde fueron extraídos los ejemplos de aplicación.

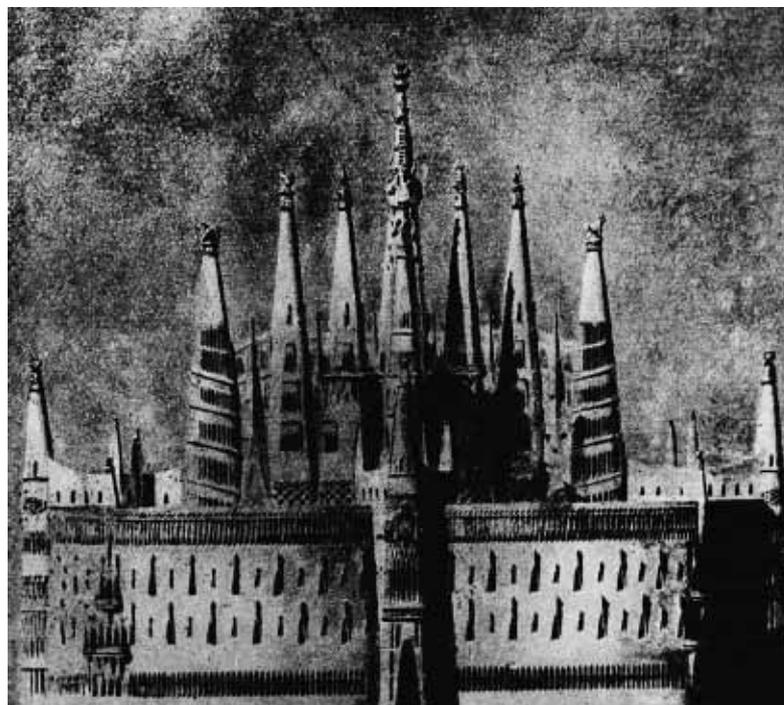
Formas naturales en la arquitectura de Gaudí

La geometría reglada y, dentro de ella las superficies alabeadas, son la base compositiva en la obra de Antoni Gaudí, que tomó ejemplo de la naturaleza desde temprana edad, utilizando para ello esa peculiar geometría.

En un primer momento, este proceso se inicia con cierta timidez, pero hacia el final de su obra encontramos ejemplos en los que el rigor en la generación, la combinación y la puesta en obra de esta particular geometría fueron llevados al



Torcal de Antequera (Málaga)



Proyecto para las Misiones de Tánger

extremo. Tal sería el caso de la cripta de la Colonia Güell, considerada en medios gaudianos como el ensayo general previo a la construcción del Templo de la Sagrada Familia, ejemplo último de todo el pensamiento de Gaudí.

Antoni Gaudí fue un pionero al realizar, por ejemplo, las primeras bóvedas de paraboloides hiperbólicos de la historia de la arquitectura, que se encuentran precisamente en el porche de acceso a la cripta para la iglesia de la Colonia Güell.

Pero la utilización que Gaudí hizo de estas formas no se puede clasificar como una mera invención a modo de capricho, sino más bien como un gran descubrimiento, ya que habían sido tomados como ejemplo modelos extraídos directamente de la naturaleza.

El ánimo que guió al arquitecto no estaba ligado a su formación académica, sino a inquietudes más profundas y lejanas que provenían de la observación de su entorno natural y se remontaban a su niñez en el Campo de Tarragona. Prueba de ello, además de comentarios del propio Gaudí, es la seguridad con que le atribuían un carácter propio a su obra, ligado a actuaciones similares de la infancia, algunos compañeros de

niñez del arquitecto que nada habían podido conocer antes de la obra que éste había desarrollado en Barcelona desde que abandonó aquellos lugares que habían compartido.

En este sentido, pues, es dudoso clasificar a Gaudí exclusivamente como arquitecto, ya que la base de su formación no se asemeja en nada ni siquiera a sus contemporáneos en el oficio. Esta característica lo convirtió en el personaje idóneo para llevar a cabo una tarea en la que los prejuicios académicos no hubieran supuesto más que continuos obstáculos a la experimentación.

Las formas extraídas de la historia de la arquitectura que Gaudí utilizó con más frecuencia pertenecían a modelos orientales, y esto ocurre únicamente en sus obras iniciales. La raíz de estas influencias está documentada en relación con una colección de revistas y fotografías que el arquitecto conoció en la escuela durante su etapa como estudiante y parece ser el único fruto sacado de este período de formación académica junto al templo dórico del Parc Güell, donde utilizó una particular visión del orden dórico.

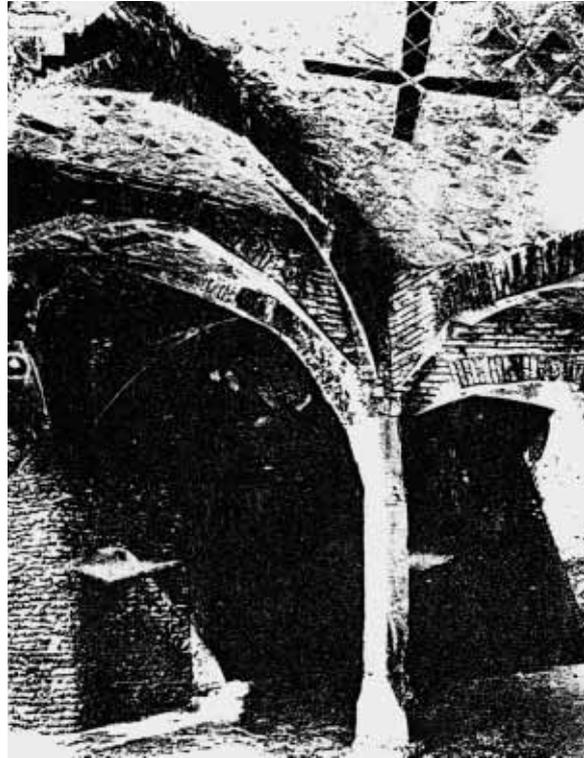
Más tarde, Gaudí se adentra por completo en la imitación de la naturaleza, alejándose cada vez



Olivo

más de los métodos de trabajo seguidos hasta el momento por los arquitectos, hasta llegar a crear un aparentemente complejo mundo formal, cargado de brillantes cualidades expresivas, que no era más que el resultado de aplicar a los problemas arquitectónicos cotidianos unos principios básicos de funcionalidad extraídos de los modelos que le brindaba la naturaleza. Todo ello, unido, claro está, a la imaginación desbordante de Gaudí, produjo los impresionantes resultados que admiramos en su obra.

En el aspecto puramente formal, la imitación de la naturaleza hizo que Gaudí no se preguntara qué forma debía dar a un elemento determinado, sino más bien qué forma pedía éste para cumplir de la mejor manera posible con el fin que se le encomendaba. De este modo, por ejemplo, en los marcos de carpintería de la Casa Batlló se observa cómo los nudos de la madera, de mayor dureza que el resto de la pieza, van definiendo una peculiar sinuosidad al quedar más salientes ante un regular trabajo de desbastado y pulido del marco.



Columna del pórtico de la cripta de la Colonia Güell

Este camino de actuación exigió un perfecto conocimiento de las técnicas y materiales utilizados en la obra, y así Gaudí se rodeó de un equipo de artesanos que resumían en sus quehaceres la elaborada tradición de unos oficios que con ellos llegarían a la culminación de su desarrollo.

La audacia técnica con que se trabajó en la forja del hierro o la albañilería de estructuras tabicadas fue el feliz resultado de una tradición ligada a una tierra, la catalana, y jamás se ha vuelto a manifestar de modo semejante.

Observemos, pues, de qué modo Gaudí introdujo en su arquitectura estas formas naturales, comenzando por el paraboloides de revolución y continuando con las sucesivas superficies regladas.

El paraboloides de revolución

Antes de analizar el uso que la arquitectura de Gaudí hizo del paraboloides de revolución es preciso hablar de los arcos parabólicos y catenáricos, que fueron la base compositiva y estructural

de muchas de sus obras y en los que encontramos el sentido para la aplicación de estas formas. De hecho, se trata de los arcos de descarga natural y, por tanto, de la perfecta relación entre forma y uso, consiguiéndose en este caso el equilibrio ideal entre la función estructural y su expresión formal. Gaudí buscó con la utilización de estos arcos, dibujados por la misma naturaleza, "expresar" la estructura sustentante de sus construcciones, al tiempo que ligar compositiva y formalmente esta particular geometría al resto de la obra, difícilísima tarea y de mérito indiscutible, por cuanto no se han utilizado estos arcos en la arquitectura ni antes, cuando ya se conocían sus propiedades mecánicas, ni después, pues han continuado siendo despreciados por arquitectos y constructores.

Los ejemplos que la naturaleza nos muestra de este tipo de arcos son inacabables y los encontramos, como arcos naturales que suelen ser de piedra o hielo, en las disposiciones formadas en las cuevas interiores de la tierra o en los mismos

elementos de plantas y animales que se hallan sometidos a este tipo de solicitaciones estructurales que determina la ley de la gravedad. Estas curvas también nos muestran continuamente ciertas expresiones naturales ligadas al movimiento a través de esta ley; así, una parábola es descrita por el chorro de agua que surge de una fuente o cualquier objeto inerte lanzado al espacio en cualquier dirección con una componente horizontal.

En la obra de Gaudí, si nos referimos a los casos más significativos, basta con hacer referencia a los arcos de soporte del terrado de la Casa Milà, los corredores del Colegio Teresiano, las caballerizas de la Finca Güell o los arcos parabólicos de la Casa Batlló, lugares donde la utilización de estos arcos se convierte en la única premisa estructural, ya que su construcción mediante el sistema tabicado permite obviar cualquier otro concepto de soporte o estructura. En estos casos, pues, desde el arranque hasta la coronación de la obra, estructuralmente hablan-



Formación de dunas en el Sahara



Iglesia de la Colonia Güell en construcción



Aluviones de la Alpujarra (Granada)

do, hay una unidad, continuidad y homogeneidad basadas en las propiedades de estas curvas.

Este nuevo concepto encarna la superación de procesos anteriores y de él se derivan importantes características de la obra de Gaudí y su relación con la naturaleza. La necesaria existencia de arranques quebrados en este tipo de estructuras, que surge obligadamente al conjugar estos perfiles parabólicos y catenáricos de arcos y bóvedas con soportes verticales, llevó a Gaudí a construir las columnas inclinadas según las líneas de presiones como ocurre en la Casa Milà, el Parc Güell o la cripta de la iglesia de la Colonia Güell.

Este hecho, interpretado a veces como el resultado de los caprichos de un loco o por otras complicadas explicaciones, se ciñe sencillamente a unos esquemas de funcionalidad estructural que establece la misma naturaleza. En la mayoría de los casos, las estructuras naturales se componen de este modo, tanto las animadas como las estáticas; por eso, son inclinadas desde las patas de una araña hasta los troncos o ramas de muchos árboles.

Es precisamente la utilización gaudiana de estos perfiles parabólicos la que nos lleva a incluir el estudio del paraboloides de revolución, que, aunque no pertenece a las superficies regladas, sí queda plenamente incluido en la que podríamos llamar geometría natural.

Así pues, las formas de revolución generadas por estas curvas planas en el espacio fueron utilizadas por Gaudí como en la naturaleza.

El caso más general y conocido es el paraboloides de revolución, superficie engendrada por una parábola que gira alrededor de su eje y que hace extensibles al espacio tridimensional las propiedades estructurales de la parábola.

De esta figura geométrica cabe destacar que sus propiedades mecánicas, métodos de trazado y aparejos son los mismos que los utilizados para el arco parabólico, pero desarrollados tridimensionalmente en el espacio según su directriz circular.

Los ejemplos asimilables a paraboloides de revolución que nos brinda la naturaleza en forma de surtidores de agua, estalactitas, nidos de aves,



Iglesia de la Colonia Güell

hormigueros, montañas, árboles, rocas y plantas, los podemos equiparar geoméricamente en la obra de Antoni Gaudí a las torres del Templo de la Sagrada Familia, las cúpulas de la iglesia de la Colonia Güell, las misiones de Tánger o el hotel neoyorquino que conocemos por los dibujos de Juan Matamala Flotats.

Las superficies regladas

Según han sido expuestas anteriormente en atención a los casos más significativos, éstas serían las siguientes:

1) *El paraboloides hiperbólico*

Esta es la superficie más interesante en el aspecto que nos ocupa y Gaudí la equiparaba con el espacio.

Siempre se ha sostenido que el triángulo es el polígono más sencillo para cerrar un área determinada utilizando solamente rectas y que, además, de él resulta la estructura mínima indeformable. Del mismo modo, haciendo una extrapolación al

espacio tridimensional, sabemos que la figura mínima para cerrar un volumen determinado, utilizando sólo planos, sería el tetraedro, que consta de cuatro caras planas. Pues bien, siguiendo las indicaciones del propio Gaudí, podemos hacer un ejercicio de reducción y decir que el espacio puede quedar también definido por dos planos y un planoide, es decir, un paraboloides hiperbólico. Lo interesante de tal razonamiento está en observar cómo hemos logrado reducir el número de elementos sin añadir ningún concepto nuevo ni alterar la naturaleza de los mismos porque, tanto el plano como el paraboloides hiperbólico, están exclusivamente compuestos por líneas rectas.

Por así decirlo, el paraboloides hiperbólico sería el caso más general de plano, y éste, el caso particular donde las dos directrices rectas son coplanarias.

Su sencillísima generación y las características estructurales y formales que se derivan de la utilización de esta superficie permiten interesantísimas aplicaciones en diferentes elementos constructivos como muros, bóvedas o pilares.

De esta superficie tantas veces utilizada por la naturaleza encontramos también numerosos ejemplos en la obra de Antoni Gaudí bajo diferentes puntos de aplicación.

El primer paraboloides hiperbólico del que se tiene constancia lo realizó Gaudí en 1884 en la Finca Güell de Les Corts de Sarrià. Se trataba de una ménsula de ladrillo que soportaba un pequeño mirador sobre el llamado Camp de les Figueres y que fue conocido hasta su desaparición como "la Glorieta".

En el techo de las habitaciones de servicio de la tercera planta del Palacio Güell se formaron paraboloides hiperbólicos para ganar las pendientes de desagüe de la azotea superior. Este caso, el más sencillo de aplicación, consiste en determinar las directrices según las rectas definidas por la coronación de las paredes de apoyo y dar a las viguetas, que en este caso fueron metálicas, la función de generatrices del paraboloides hiperbólico.

En el modelo para el Templo de la Sagrada Familia que realizó Gaudí, observamos cómo la

estructura del templo se forma a base de columnas helicoidales inclinadas con abundantes ramificaciones en la parte alta que sostienen unas bóvedas de paraboloides hiperbólicas. Gaudí quiso dar esta forma a las bóvedas de la Sagrada Familia "porque tienen unas condiciones acústicas y lumínicas muy buenas... porque tienen unas propiedades geométricas adecuadas a sus finalidades utilitarias, ornamentales y constructivas... Las estuve probando en la Colonia Güell y, como las vi tan perfectas, las quiero emplear en la Sagrada Familia", según las propias palabras del arquitecto.

Originalmente, estas bóvedas debían construirse en piedra, pero, aun manteniendo la forma, el material puede ser cambiado, quizá por hormigón armado, como se está realizando en la actualidad, por lo que no tenemos datos precisos sobre las intenciones de Gaudí para su puesta en obra.

Pero el caso más espectacular de su utilización se encuentra precisamente en la cripta de la Colonia Güell, donde el paraboloides hiperbólico fue utilizado tanto en los muros exteriores como en las bóvedas del pórtico de acceso, en lo que significó para Gaudí, tal como se ha dicho, el gran ensayo que luego pondría en práctica, a mayor escala, en el Templo de la Sagrada Familia.

En el primer caso, para los muros basta con sujetar unas reglas, que pueden ser de madera o metálicas, que nos marquen las directrices para que el cordel que determina las sucesivas hiladas de la fábrica, sujeto de directriz a directriz, vaya definiendo la superficie resultante.

Como puede observarse, la diferencia que separa este método del seguido tradicionalmente para levantar una pared es tan solo la inclinación de las reglas, lo cual no plantea especiales trabas a su ejecución.

Es interesante remarcar que Gaudí utilizó además, en estos muros, material cerámico de desecho, es decir, ladrillos que por defecto en su elaboración habían quedado ya alabeados, con lo cual, además de favorecer el proceso de ejecución, se conseguía una gran coherencia geométrica con el sistema utilizado.

El encuentro entre estos muros define unas curvas, parábolas, que contrarrestan de forma idónea los posibles empujes de la estructura o siguen estrictamente las líneas de presiones, pudiendo así evitarse el uso de tensores o contrafuertes al que inevitablemente conducían esquemas anteriores.

Es, sin embargo, en el pórtico de la cripta donde este sistema alcanzó su punto culminante con la construcción de las primeras bóvedas tabicadas de paraboloides hiperbólicas que aparecen en toda la historia de la arquitectura.

El sencillo, pero a la vez novedoso, ejercicio de cálculo llevado a cabo por Gaudí para determinar las direcciones que debía tomar la estructura de la futura iglesia, y que se ensayó en el modelo polifuncular que realizó para este proyecto, resume los principios fundamentales que le llevaron a la utilización de estas formas.

Mientras para determinar la forma de un pórtico determinado que coincida con su línea de presiones se puede suspender una cadena que reproduzca el sistema de cargas para luego ser invertido, lo cual es un ejercicio bidimensional, la sencilla unión de las líneas funiculares obtenidas generará paraboloides hiperbólicos, superficies de doble curvatura y secciones planas parabólicas, que tendrán la rigidez y resistencia adecuadas para cada caso concreto, con lo que se conseguirá la máxima efectividad con la utilización del mínimo material.

Estas formas son, pues, las más excelentes desde el punto de vista estructural, ya que siguen rigurosamente los esquemas funcionales que determina el descenso de cargas por el espacio debido a la ley de la gravedad. También, por todo ello, son formas utilizadas continuamente por la naturaleza.

Pero sus propiedades estructurales no son el único camino para llegar al paraboloides hiperbólico. Son quizá sus cualidades espaciales las que la hacen también una superficie idónea para ser utilizada en el campo de la construcción. Basta con contemplar como esta superficie es la solución uniforme y continua al encuentro de dos rectas cualesquiera, que suele

ser una premisa muy común en materia de edificación.

La materialización práctica de estas bóvedas se lleva a cabo de la siguiente manera: la línea que une la coronación de dos columnas y ha sido extraída del modelo funicular se remata con obra hasta una recta que determina la primera directriz del paraboloides hiperbólico. Análogamente se hace con la segunda. Posteriormente, tirando cordel de una a otra directriz del mismo modo que en los muros comentados anteriormente, se construye la bóveda tabicada en su forma normal, con dos gruesos, sencillo y doblado, que van siguiendo el trazado de las generatrices y tomando las rasillas entre sí por testa, recibidas con mortero de cal.

En el pórtico de la cripta de la Colonia Güell, una vez determinadas las directrices y por razones decorativas del intradós de las bóvedas, se procedió a colocar un encofrado de listones de madera, y sobre éste se dispusieron piezas triangulares de ladrillo común, así como algunas figuras hechas con cerámica vidriada. Encima de este lecho de ladrillos decorativos, se hicieron los dos gruesos de la bóveda tabicada recibida con mortero de cal y se rellenaron las enjutas con tierra.

Una particularidad que resulta al contemplar el levantamiento de la planta de este pórtico es que todos los vanos entre columnas de apoyo tienen una forma casi triangular. Esto se relaciona directamente con el hecho de que también debían tener esta forma las parcelas que surgiesen de la ciudad jardín que debió ser el Parc Güell.

Gaudí observó cómo en la naturaleza, las formas de paraboloides hiperbólico, como el mismo paisaje, se convertían en triángulos al ser proyectados sobre un plano horizontal, siendo el desarrollo cónico de estas superficies en el espacio el encargado de la traslación desde el triángulo al paraboloides hiperbólico.

Vale la pena observar conjuntamente el plano de la planta del pórtico de la Cripta Güell, el correspondiente a la parcelación del Parc Güell y el de la propiedad de la Casa Rosell de la

Llena, en los términos municipales de Gelida y Subirachs, dibujado por Gaudí en 1883, para vislumbrar las ideas del arquitecto respecto a estos principios, íntimamente ligadas a sus ideas sobre el espacio.

Como resumen, cabe subrayar que con el paraboloides hiperbólico nos encontramos ante una figura que, como ya nos anticipó Gaudí, simboliza perfectamente el concepto de espacio y que además reúne unas propiedades de estabilidad excepcionales. Es por ello que esta superficie desafía al proceso creador en arquitectura e insta a buscar el lugar que merece su aplicación en los sistemas constructivos.

Por otro lado, así como las demás superficies regladas que veremos a partir de ahora tienen un carácter de aplicación puntual, resolviendo elementos concretos, como ocurre en la obra de Gaudí, el paraboloides hiperbólico es capaz de generar nuevos sistemas compositivos de importante y extensa aplicación en todo el proceso arquitectónico.

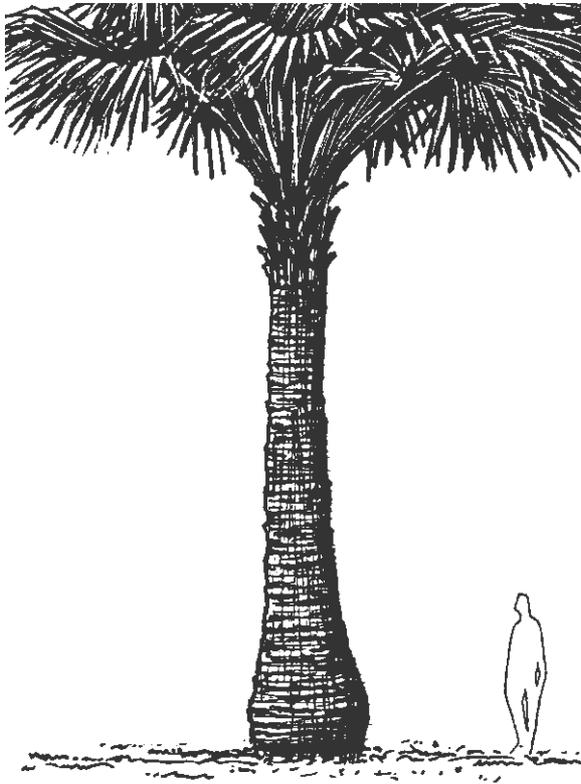
2) *El hiperboloide reglado o de una hoja*

Esta figura se define como la superficie reglada alabeada que resulta de una generatriz que se va apoyando en tres rectas cualesquiera a la vez, que serán las tres directrices del hiperboloide reglado, las cuales deben cruzarse en el espacio.

Sin embargo, resulta más fácil imaginarla como una recta cualquiera que gira alrededor de otra que será el eje del hiperboloide, aunque así estemos excluyendo los hiperboloides elípticos.

Gaudí asoció esta figura a la luz y la utilizó básicamente para resolver elementos puntuales como torres, pilares, bóvedas o cúpulas.

Se trata de una superficie que, aun siendo infinita en el espacio, suele presentar unos límites más claros que el paraboloides hiperbólico. Esto se debe, sobre todo, a que esta superficie cuenta con unas secciones rectas cerradas, circunferencias o elipses, que la diferencian sustancialmente de las parábolas, abiertas, que obteníamos en el caso anterior. En este sentido

Tronco de *Livistona Australis*

es más asociable y cercano al paraboloides de revolución que al hiperbólico, pues las secciones rectas que de estas superficies obtenemos por dos planos perpendiculares, uno de los cuales contiene al eje de la figura, son una circunferencia y una cónica, que será una parábola en el caso del paraboloides de revolución y una hipérbola cuando se trate del hiperboloides reglado.

Los ejemplos del hiperboloides que nos ofrece la naturaleza van desde los huesos humanos hasta las ramas y troncos de árboles, según hemos expuesto anteriormente. Veamos ahora algunos ejemplos arquitectónicos en la obra de Antoni Gaudí.

Esta figura que Gaudí asoció a la luz debe servir, por ejemplo, para el gran ventanal de la nave central del Templo de la Sagrada Familia, aunque en este caso no quedó constancia del método constructivo que deb  seguirse para su puesta en obra por tratarse de una parte inconclusa de la misma.



Torre del pavell n de servicios del Parc Güell

En las linternas de la portería y en la c pula del picadero de los pabellones de la Finca Güell, encontramos también hiperboloides reglados. El caso más significativo es éste último, donde además se corona todo el conjunto con un casquete cupular también hiperboloidal, pero esta vez de revolución. En todos estos casos advertimos como esta superficie es la encargada de dar paso a la luz hacia el interior del edificio. Encontramos, además, los hiperboloides seccionados por su garganta, es decir, limitados superiormente por la sección circular de menor diámetro.

La ejecución de estas formas se llevó a cabo con bóveda tabicada, y para ello se siguió el mismo proceso ya comentado a propósito de los paraboloides hiperbólicos. Para replantear la superficie se establecen las directrices, que aquí pueden ser las secciones circulares, para luego, mediante el cordel sujeto a éstas, ir determinando las sucesivas generatrices. La figura se realiza entonces con dos gruesos de rasilla, sencillo y

doblado, tomando las piezas por testa una a otra, generalmente con mortero de cal.

Otro caso de hiperboloide lo encontramos en la torre del pabellón de servicios que se halla en la entrada del Parc Güell. En este caso, las proporciones de la figura son muy diferentes a las anteriores. El hiperboloide es mucho más esbelto, es decir, la hipérbola que define la sección recta vertical es muy abierta, de modo que se asemeja a los casos que presenta la naturaleza en las ramas del reino vegetal o los huesos del animal.

Fue realizado también en bóveda tabicada con varios gruesos de rasilla y se halla recubierto de piezas cerámicas troceadas en colores blanco y azul sobre un revestimiento de mortero que agudiza la presencia de dos hélices que se van cruzando, de todo lo cual resulta de todo un conjunto ajedrezado de gran vistosidad que se relaciona directamente con las nubes y el cielo que le sirven de fondo.

El proceso de ejecución es idéntico a los descritos anteriormente.

Un refuerzo interior, consistente en una nueva hoja de bóveda tabicada, que envuelve una armadura de hierro embebida entre ésta y la construcción original, fue realizado en 1952 por el constructor y aparejador Luis Montero bajo la dirección del arquitecto Adolfo Florensa. Este refuerzo se debió a las grietas provocadas por los esfuerzos eólicos a los que se halla sometida la torre y ha dado lugar a explicaciones equívocas sobre la presunta utilización del hormigón armado por parte de Gaudí.

Otros muchos son los ejemplos de figuras cercanas o inspiradas en el hiperboloide, aunque trazadas con menor rigor geométrico dentro de la obra gaudiniana. Tales pueden ser los pilares pétreos del piso principal en la fachada de la Casa Batlló, cuya forma recuerda, efectivamente, a la de un hueso.

En cuanto a las ventajas que se derivan de la utilización de esta superficie frente a las cilíndricas o prismáticas que suelen ocupar su lugar en el campo de la construcción, están las comunes a todas las demás superficies regladas, es decir, sencillez de ejecución por estar formada

con líneas rectas, mayor rigidez de la superficie que le confiere su doble curvatura en el espacio, resistencia estructural como la que poseen sus análogas en la naturaleza, y todo ello, en este caso, unido a una facilidad de manejo característica del hiperboloide reglado, que puede ser considerado como una superficie cualquiera de revolución.

Este nuevo grado de control geométrico no lo posee el paraboloides hiperbólico, y por ello, aunque abundan sus ejemplos en la naturaleza, se hace más difícil trabajar con esta superficie. También ésta es la causa por la que se ha utilizado más el hiperboloide, sobre todo en ingeniería y obra civil, donde ha sido usado con frecuencia para formar las grandes chimeneas industriales o depósitos de almacenaje.

Como conclusión, pues, cabe resumir que el hiperboloide reglado es una superficie de fácil manejo y sirve en la construcción, como en la naturaleza, para resolver geoméricamente elementos puntuales más que para elaborar concepciones generales de carácter espacial, siendo especialmente útil para la elaboración de elementos resistentes dispuestos según una componente vertical dominante.

3) *El conoide*

El conoide no es una superficie concreta, sino que admite gran variedad de casos ya que, siendo una de sus directrices recta y otra impropia, la tercera de ellas puede ser cualquier curva o, lo que es lo mismo, cualquier superficie. No obstante, el caso más abundante, conocido y utilizado es el de directrices propias, recta y semicircunferencia.

Estas superficies tienen un carácter intermedio entre las dos que hemos analizado previamente.

Por un lado, están ligadas a una casuística muy concreta que viene definida por su tercera directriz curva, y esto la hace semejante al hiperboloide, en tanto susceptible de ser utilizada en casos muy particulares.

Pero, al mismo tiempo, suelen ser unas superficies abiertas, bastante indefinidas en sus

límites, puesto que como superficies regladas son infinitas, así como en sus posibilidades de control geométrico, y abundan muchísimo en la naturaleza, seguramente por su carácter general, características que las hacen más cercanas al paraboloides hiperbólico.

Un sencillo ejemplo de su abundancia en la naturaleza puede derivarse de la simple observación del reino vegetal y su continua presencia tanto en las hojas de las plantas como en los pétalos u otras partes de las flores. En el primero de estos casos, la naturaleza fibrosa de la materia define las teóricas generatrices de la superficie que se apoyarán en una bifurcación estructural de la hoja (primera directriz recta) y en otra curva cualquiera (tercera directriz), que es el caso común de una hoja de geranio, por ejemplo.

El caso más significativo de la utilización de conoides en la construcción, siguiendo con la obra de Antoni Gaudí, lo encontramos en la cubierta de las Escuelas Parroquiales de la Sagrada Familia.

Éste era un pequeño edificio con carácter provisional, de diez por veinte metros en planta, construido en 1909 dentro del mismo solar destinado para el Templo de la Sagrada Familia, en la zona próxima a donde debía ubicarse la fachada de la Gloria. Se trata de un edificio interesantísimo en el aspecto que nos ocupa, pues todo él fue diseñado siguiendo las leyes geométricas que Gaudí había observado en la naturaleza.

Todo el edificio se forma con bóveda tabicada, tanto las paredes exteriores, que no son verticales, sino que siguen con su inclinación la dirección de los esfuerzos que vienen definidos por la cubierta, como ésta, que fue construida a base de conoides de plano director. En alguna de las pequeñas edificaciones anexas a las Escuelas, como las letrinas, fue también utilizado el paraboloides hiperbólico de bóveda tabicada para formar las cubiertas.

Exteriormente, las paredes de la escuela eran de ladrillo tabicado colocado a matajuntas y puesto en sentido vertical. Los frontones que se formaron por encima de las ventanas estaban hechos con la superposición escalonada de rasi-llas vistas, colocadas a bofetón.

La cubierta del edificio era una sucesión de conoides de plano director enlazados entre sí. La gran sala descrita se dividía en tres aulas en las que se impartían los correspondientes grados de enseñanza. Una gran viga metálica de veinte metros dividía la planta del edificio en dos partes iguales y se apoyaba en tres puntales que actuaban como pilares. Desde esta jácena y hasta las coronaciones ondulantes de las fachadas, se apoyaban viguetas de madera que eran las generatrices de los conoides mencionados. Sobre estas viguetas se realizó la superficie alabeada con tres gruesos de rasilla, sencillo, doblado y diagonal.

Las Escuelas fueron incendiadas en julio de 1936 y reconstruidas posteriormente por Domingo Sugrañes en 1938. En 1939 fueron nuevamente quemadas y reconstruidas luego por Francisco de P. Quintana.

La introducción de estos conceptos naturalistas en la edificación implica también que cada elemento sea realizado con el material más adecuado a su función y que su disposición, forma y dimensiones sean las estrictamente precisas para obtener un mínimo coste económico y esfuerzo en su ejecución.

La sustitución de los típicos elementos verticales y horizontales por otros que siguen las líneas de presiones cuando se trata de elementos simplemente comprimidos en su trabajo estructural logra la supresión de sensaciones depresivas y de encajonamiento que ofrecen los muros y techos planos, y se consigue un ahorro de materiales y espacio, así como un conjunto de resultados y sensaciones plásticas y expresivas que las superficies planas no ofrecen.

Las Escuelas Parroquiales de la Sagrada Familia tenían, además, un significado muy particular, dado que era un edificio dedicado muy especialmente a los niños, para los que se diseñaron varios elementos a medida como los bancos y asientos de sus clases.

La arquitectura de Gaudí tiene mucho que ver con los niños y con todo el mundo infantil en general. En efecto, Gaudí es un personaje admi-

rado por los profesionales de la arquitectura y la construcción, pero sus obras han fascinado también desde siempre a los niños, que se han sentido naturalmente atraídos hacia ella. No es extraño que así ocurra, pues detrás de un aparentemente imaginario y fabuloso mundo común en sus formas, se esconde un modo muy peculiar, pero a la vez adecuado, de acercarse a la naturaleza, marcado por la ingenuidad, la falta de prejuicios que pueda poner límites a la imaginación, la espontaneidad en los planteamientos, el carácter intuitivo, el sentido práctico y la visión que Gaudí denominaba "angélica", con la que deseaba significar una nueva perspectiva de las cosas vistas en el espacio sin pasar por el plano.

Desde esta óptica de las cosas, cabe considerar a Gaudí como un niño travieso al que no se le pudieron frenar sus ideales más puros a la vez que disparatados.

Otro caso de conoide de plano director lo encontramos en la cubierta del taller fotográfico que Gaudí construyó en el chaflán definido entre las calles Provenza y Sardenya de Barcelona. En este edificio hacía Juan Matamala las fotografías que luego servirían para la elaboración de modelos escultóricos. Desapareció en el incendio de julio de 1936.

Las soluciones geométricas aportadas, la resolución constructiva de la mismas y las ventajas más importantes que se derivan de su utilización son prácticamente idénticas a las ya mencionadas para las Escuelas Parroquiales de la Sagrada Familia.

Resumiendo todo lo dicho para esta superficie reglada alabeada, es preciso recordar su doble carácter, que la sitúa entre los dos casos estudiados anteriormente. Todo ello sin perder de vista su gran variedad de ejemplos, muchos de ellos desconocidos y aún sin nombre, pues, como ya se ha dicho, aunque comúnmente se identifique el conoide con la superficie resultante de su tercera directriz semicircunferencia, los casos posibles son tantos como las curvas que podemos trazar en el espacio, es decir, infinitos.

4) *El helicoides*

Tampoco el helicoides es una superficie concreta sino que admite infinitud de casos. Son varios los ejemplos de helicoides conocidos, destacando entre ellos el helicoides desarrollable, que no es una superficie alabeada aunque sí reglada, y el helicoides de plano director, que además de reglada es una superficie alabeada.

El primero de ellos viene determinado por el movimiento de la hipotenusa de un triángulo rectángulo que se va enrollando alrededor de un cilindro al cual pertenece uno de los catetos, describiendo una superficie que recuerda a la definida por la capa del torero cuando vuela alrededor de éste.

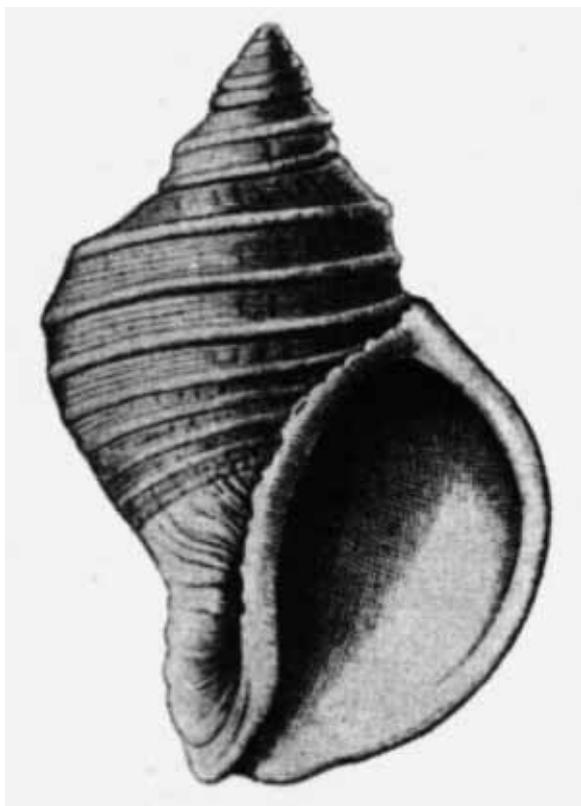
El segundo caso es el que determina una recta que se apoya simultáneamente en una hélice y en el eje del cilindro al cual ésta pertenece. Conceptualmente, esta figura es otro caso particular de conoide ya que posee una directriz recta (el eje del helicoides), una impropia en el infinito que le hace de plano director y una curva cualquiera, en este caso una hélice.

Estas figuras las asoció Gaudí al movimiento, y tal similitud es fácil de comprender fijándonos en los ejemplos que propone la naturaleza.

Efectivamente, en la naturaleza, los helicoides vienen por lo general unidos a fenómenos relacionados de alguna manera con el movimiento, ya sea a través del crecimiento de ciertas especies, las turbulencias que pueden ser de agua, aire, humo o arena, o las reacciones químicas como el fuego u otras.

El crecimiento de un eucalipto o un olivo define trazados helicoidales en su corteza, al igual que los tallos de las trepadoras alrededor de troncos y ramas. Lo mismo ocurre con los caracoles y conchas en el mundo animal, cuyas formas evocan también a otras superficies regladas. Del mismo modo, la ascensión del humo, los remolinos de agua en el mar o la disposición de los astros y estrellas en las galaxias describen movimientos helicoidales.

Las formas helicoidales han estado también muy ligadas a cuestiones ornamentales y aparecen repetidamente en toda la historia del arte.



Neptunea antiqua carinata

Es clara, pues, la asociación de estas figuras a fenómenos relacionados con movimiento. Así lo entendió Gaudí al realizar sus helicoides para elementos constructivos que, de un modo u otro, se relacionan también con el movimiento.

El caso más abundante se encuentra en las escaleras, elemento que representa el movimiento, el crecimiento, dentro de la obra arquitectónica. Escaleras helicoidales en la obra de Gaudí las encontramos en las torres de los campanarios del Templo de la Sagrada Familia, en la Casa Milà o en la Casa Batlló, además de otros ejemplos.

Estas superficies regladas las construía Gaudí generalmente de la manera que ya hemos visto para otras superficies, con bóveda tabicada, es decir, dos o tres gruesos de rasilla tomadas por testa que van siguiendo el replanteo marcado por un cordel que hace las veces de generatriz del helicoide.



Chimenea de la Casa Milà

Esta superficie posee una gran rigidez que le viene dada por su forma, como fácilmente puede intuirse al observar que una teórica cuadrícula ortogonal de hélices y generatrices rectas, dibujada sobre ella, tiene que perder la ortogonalidad de todos sus ángulos para experimentar cualquier tipo de deformación.

Esta rigidez de forma colabora eficazmente a la estabilidad de la escalera, pero al tenerla en cuenta en el cálculo se complica el problema de tal modo que suele prescindirse de su eficaz colaboración y considerar la escalera helicoidal como formada por un elemento lineal, su eje helicoidal, en cuya línea se condensa la sección transversal con todas sus características geométricas y mecánicas.

También fueron superficies helicoidales las aplicadas por Gaudí en varios ejemplos de coronaciones de chimeneas. Las que se encuentran en los terrados de las casas Milà o Batlló definen claras formas helicoidales y están también hechas con bóveda tabicada.

En este caso tal superficie favorece las condiciones de evacuación estática de los humos, ya que éstos, en su ascensión natural y como bien observó Gaudí, describen una trayectoria helicoidal.

Otro elemento que describe un crecimiento helicoidal son las columnas interiores proyectadas por Gaudí para soportar las bóvedas del Templo de la Sagrada Familia o las que se encuentran en la planta baja de la Casa Batlló.

Las superficies regladas, así como sus ejemplos en la obra de Antoni Gaudí, son más abundantes que las aquí tratadas. En el mismo Templo de la Sagrada Familia ya hemos visto ventanales en forma de hiperboloide elíptico, pero también hay otros de mayor complejidad en su generación y algunos en que incluso se combinan varias de estas formas a la vez.

Los que aquí hemos tratado representan un breve resumen de los casos más sencillos, didácticos y significativos, en los que el mismo Gaudí pareció ver el principio de un amplio abanico de

posibilidades que abriría espectaculares perspectivas dentro del mundo de la construcción.

Gaudí encontró estas formas regladas más cercanas a las naturales y mucho más estables que las derivadas de la arquitectura que él llamaba "cilíndrica". Esta propiedad se suma a las ventajas plásticas y mecánicas que se derivan del uso de estas superficies regladas y que serán detalladas al hablar de las formas naturales incorporadas a la arquitectura.

Gaudí decía que la belleza es el resplandor de la verdad y, a partir de esto, construía el siguiente silogismo: estas formas de la geometría reglada son las más perfectas desde el punto de vista funcional y son las utilizadas además por la naturaleza, con lo que serán entonces las más bellas.

La característica definitiva de estas superficies es, pues, la naturalidad, entendida ésta como la sencillez junto a la sublimidad, como la utilidad sumada a la belleza, como, por encima de todo, el origen natural de las mismas formas.

Formas naturales incorporadas a la arquitectura

"La originalidad consiste en volver al origen."

Antoni Gaudí Cornet

Ventajas de su aplicación

Enumeradas y analizadas las nuevas formas que, extraídas del amplio muestrario natural, nos propone la arquitectura de Gaudí, debemos centrar ahora la atención en las ventajas que se derivan de su aplicación en el arte de levantar edificios.

Porque, así como las formas regulares, provenientes de la abstracción teórica que genera el subjetivismo de la razón humana, han fracasado reiteradamente al enfrentarse a la práctica, estas nuevas formas, incorporadas a la arquitectura, entablarán un diálogo mucho más fluido con el hombre y con el medio natural en el que se ubican y del que, en definitiva, provienen.

Las ventajas que esta geometría natural propuesta por Gaudí ofrece, en contraposición a los modelos derivados de la geometría euclídea, son fundamentalmente cinco:

Máxima experiencia práctica

La garantía de funcionamiento de estas formas se apoya en la experiencia que suponen los ensayos realizados por la naturaleza desde el origen del mundo.

Idoneidad del comportamiento mecánico

Otra cualidad general de estas formas naturales es que poseen mayor resistencia, rigidez y estabilidad que las superficies planas comúnmente utilizadas en la composición arquitectónica. Esto es debido a su propia geometría, que las hace más resistentes a cualquier tipo de esfuerzo y en cualquier dirección, gracias a su doble curvatura en el espacio.

Si llevamos a cabo el simple ejercicio de depositar una pequeña caja de cerillas sobre una hoja de papel soportada por sus extremos advertiremos una deformación apreciable en dicha hoja. No obstante, si previamente a dejar descansar la cajita de cerillas, curvamos la hoja de papel hacia arriba, la deformación que pueda producirse al apoyarla de nuevo es inapreciable. Entre ambos ensayos únicamente varía la disposición geométrica adoptada por el elemento de soporte, que en el segundo caso incorpora una curvatura. Este sencillo cambio, que genera tan diferente reacción estructural, es debido al factor de forma que, dicho sea de paso, suelen obviar la mayoría de sistemas de cálculos de estructuras constructivas.

A través de los tiempos, los arquitectos y constructores, movidos por el afán de superar el alcance de sus techumbres y reñidos con la consecución de estructuras mastodónticas, utilizaron este sencillo y a veces incalculable ejercicio en la ejecución de bóvedas con una única curvatura.

Las estructuras propuestas por Gaudí, y en última instancia por la naturaleza, además de incorporar una segunda curvatura opuesta a la anterior, buscan la identificación geométrica de los elementos resistentes con los trazados genera-

dos por el descenso de cargas en el espacio, lo que las lleva a la síntesis de la eficacia mecánica, donde, además de conseguirse los máximos resultados en la economía de materiales, éstos ofrecen la máxima expresividad, precisamente por trabajar mucho más próximos a sus límites elásticos, que es sencillamente lo que ocurre con los tallos de una planta o los huesos de los animales.

Continuidad

Hemos visto que estas formas naturales eran infinitas y continuas en el espacio. La continuidad les confiere una ventaja sobre las formas euclídeas que debe ser analizada en dos vertientes diferentes; una formal y otra estructural.

Continuidad formal significa que estas formas encarnan la transición sin quiebra entre diferentes requerimientos geométrico-espaciales, o dicho coloquialmente, que no tienen vértices o aristas.

Y esto supone una ventaja porque, como ya decía Bramante haciendo referencia a los escollos compositivos que encontraba durante la composición del claustro de Santa María de la Paz en Roma, la arquitectura es un problema de esquinas. Ciertamente, las soluciones continuas han sido siempre las buscadas por los arquitectos, sabedores de que las articulaciones y encuentros entre diferentes elementos y sistemas son los que generan mayores dolores de cabeza en el desarrollo de su trabajo.

De esta forma, por ejemplo, la unión espacial de dos rectas cualesquiera tendrá como solución geoméricamente continua al paraboloides hiperbólico. Y ésta es una premisa muy común en la construcción de edificios, donde para llegar a una superficie continua de paraboloides hiperbólicos bastará, por ejemplo, con partir de un esquema trapezoidal tanto en planta como en alzado.

Por otro lado se aprecia la vertiente estructural de esta continuidad.

Esta continuidad estructural significa que el trabajo mecánico de estas figuras geométricas es mucho más homogéneo que aquél que encontramos en las formas regulares, suprimiéndose, por

ejemplo, la distinción entre elementos de soporte y elementos soportados.

Obsérvese la diferencia que puede existir, haciendo una reducción al plano bidimensional y en un caso extremo, entre los diagramas de esfuerzos de un pórtico adintelado ortogonal y un arco catenárico. La heterogeneidad de sollicitaciones que afectan a las secciones resistentes del primero son extremadamente opuestas, mientras que en el segundo se obtienen esfuerzos idénticos para cada sección, gracias a la continuidad geométrica del elemento resistente.

Facilidad de ejecución

Otra propiedad característica de estas superficies es la que hace referencia a su sencillez generadora según una recta que se mueve en el espacio apoyándose en unas determinadas directrices, lo que les da facilidad de montaje y las hace muy aptas para ser empleadas en la construcción de edificios, ya que bastará un cordel como único elemento de replanteo para generar superficies continuas de doble curvatura en el espacio, evitándose la necesidad de complicadas cimbras o elementos auxiliares.

Gaudí había comentado en alguna ocasión que los propios albañiles quedaban asombrados al observar el resultado final de estas superficies después de haberlas levantado exclusivamente con reglas y cordel, que es como siempre habían construido los muros y las bóvedas.

Plasticidad formal

Además de todo esto, estas figuras ofrecen una plasticidad formal y unas variaciones expresivas que generan nuevas sensaciones frente al encajonamiento producido por los repetidos esquemas ortogonales de los lugares en que vivimos y habitamos. Todo ello viene unido, además, a nuevas percepciones lumínicas, acústicas, etc.

Pero este lenguaje plástico no sólo produce sensaciones nuevas, sino que además el abanico



Termitero africano



Templo de la Sagrada Familia

de posibilidades que ofrece es inacabable, puesto que estas figuras y las combinaciones que se pueden conseguir entre ellas son infinitas.

Pero quizá la cualidad más importante de este nuevo lenguaje formal es su relación con el hombre, un hombre que, liberado de un entorno que le es ajeno y hostil, el que hoy configura nuestros ámbitos cotidianos, encuentra un medio formal mucho más acorde con la naturaleza que le rodeó desde el principio de su existencia.

Las claves del descubrimiento

Pero si todo esto es así y estas formas naturales, que el hombre jamás había utilizado para construir, son más prácticas, eficaces y perfectas, ¿por qué nadie se dio cuenta de ello antes que Gaudí? y ¿dónde reside el mérito de su descubrimiento?

La explicación a tales cuestiones se halla en tres hechos fundamentales:

Dificultades para su identificación

Estas formas regladas se hallan, a pesar de ser abundantes sus ejemplos en la naturaleza, muy escondidas a nuestros ojos, es decir, las vemos pero no las reconocemos como tales, y esto se debe a dos razones fundamentales:

- Sus generatrices no suelen estar presentes a la vista, y así vemos una superficie continua de doble curvatura en el espacio en la que somos incapaces de reconocer las líneas rectas que la componen.

Incluso en un paraboloides hiperbólico, por ejemplo, en el que se distinga únicamente una familia de generatrices, resulta imposible a simple vista intentar reconocer la posición de una de las

rectas pertenecientes a la otra familia de generatrices.

Mucho mayor será la dificultad de identificación geométrica cuando no advirtamos ninguna de esas directrices o generatrices, que son los elementos geométricos que nos pueden desvelar la identidad de tales figuras.

- Al tratarse de unas superficies infinitas, la geometría descriptiva las ha representado habitualmente limitadas por generatrices y directrices, cosa que no ocurre en la naturaleza, donde sus límites suelen ser irregulares, cuando no se funden con otras superficies.

Las limitaciones y dificultades para la identificación geométrica de estas figuras las superó Gaudí con su brillante intuición y su aguda visión del espacio, educada desde pequeño tanto en la observación de la naturaleza como en el taller de calderería de su padre.

Dificultades para su control

A pesar de su sencilla generación, estas figuras son muy difíciles de imaginar y manejar en el espacio, aun para los arquitectos.

Si ya encontramos dificultades de control geométrico en nuestros proyectos trabajando con sistemas ortogonales sobre los que aplicamos los métodos aprendidos del sistema diédrico, de plantas, secciones y alzados, muchos más serán las que se planteen al operar con estas superficies continuamente cambiantes en el espacio.

Pero éste es también un problema de educación que Gaudí superó al trabajar con maquetas a escala, tanto de sus edificios como de los fragmentos o detalles que se proponía estudiar. De este modo, Gaudí proyectaba sus edificios en el mismo medio en el que luego se iban a construir, es decir, el espacio de tres dimensiones.



Copa de un eucaliptus



Maqueta de la Colonia Güell.

Falta de simbolismo

Estas figuras están desprovistas de la carga simbólica que afecta desde tiempos lejanos a los sólidos regulares, lo que puede hacerlas parecer desprovistas de significado.

El cuadrado, el triángulo, el círculo o la esfera, por citar algunos ejemplos, han estado ligados en cada civilización a unos simbolismos muy concretos y definidos. Si a esto unimos el hecho de que estas nuevas figuras poseen unos nombres enrevesados, porque se dio con ellas a través de complicadas ecuaciones matemáticas, puede resultar lógico el rechazo que han sufrido por parte de la arquitectura "cultura".



Estalactitas de las cuevas del Drac (Porto Cristo)

La arquitectura de Gaudí, con todo lo expuesto, no pretende imponer unas formas determinadas para construir con ellas a partir de ahora, sino adaptarse a aquéllas que la lógica propone en cada caso concreto, contando con unas leyes naturales, ya sea la de la gravedad, las de la mecánica, etc., que en lugar de plantear sucesivos escollos, se conviertan en aliadas del constructor.

La síntesis arquitectónica de Gaudí. Un grito de libertad que desafía al futuro

Después de analizar la componente geométrica propuesta por la arquitectura de Gaudí, es preciso dar una explicación sencilla y escueta que nos



Templo de la Sagrada Familia según J. Rubió i Bellver (1906)

permita comprender las razones últimas de este modo de hacer.

Esta explicación debe darse al margen de los criterios de la estética y de los principios derivados de la historia de la arquitectura, a la vez que debe ser aplicado a una visión de futuro apoyada en el momento actual.

Gaudí repitió en numerosas ocasiones que la originalidad consiste en volver al origen, y este origen lo encontró en la naturaleza como maestra de todas las ciencias y artes.

Nuestra cultura occidental ha vivido desde tiempos lejanos, pero de una forma mucho más evidente desde el Renacimiento, un período basado y fundado exclusivamente en la razón.

Quiere esto decir que el hombre y su raciocinio han sido el centro y punto de referencia para el desarrollo de nuestra civilización y hacia ellos se han conducido y dedicado todos los esfuerzos.

Pero la situación actual, de profunda crisis en todos los ámbitos, exige tomar nuevas referencias, esta vez ajenas a nuestro propio orgullo y entendimiento, que nos han llevado hasta un momento presente falto de ilusión por el futuro.

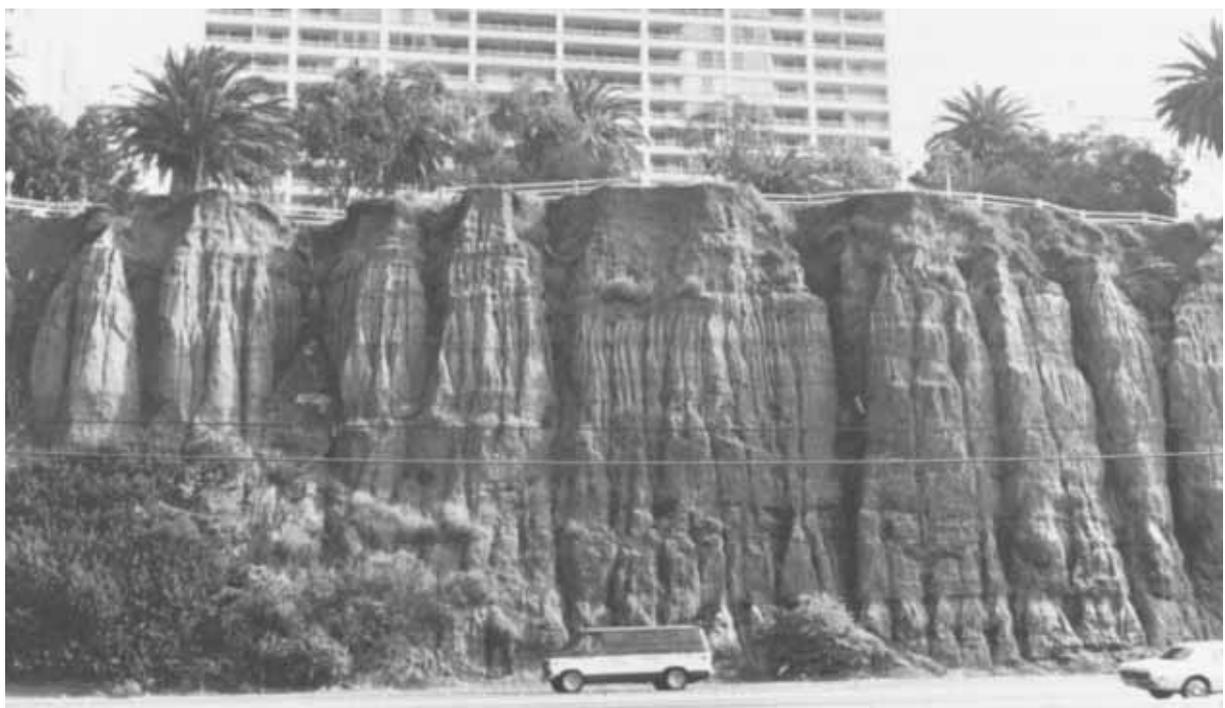
La referencia que nos propone la obra de Antoni Gaudí es, pues, la inspiración en la naturaleza.

Esta inspiración en la naturaleza no se plantea como un sueño romántico ausente de la realidad cotidiana, sino que consiste en trabajar mediante una profunda observación de los modelos que la naturaleza ensaya desde hace millones de años para, aprovechando al máximo su experiencia, ser capaces de leer sabias lecciones de bienestar, economía o reducción de costes, expresiones tan repetidas en la actualidad.

Para ello, sin embargo, debemos desprendernos de varios milenios de cultura, lo que será lento y difícil, pero debe hacerse al igual que se está haciendo con las nuevas voces que hablan de ecología en contraposición a una tecnología desenfrenada que causa daños irreparables a la naturaleza.

Aquí se han expuesto unas formas constructivas nuevas que se relacionan sin conflictos con las leyes naturales a las que estarán ineludiblemente expuestas.

También se ha visto como estas formas son radicalmente opuestas a las que hemos venido



Costa de Santa Mónica (California)

utilizando hasta ahora y que no han conseguido satisfacer nuestras ansias más profundas.

La arquitectura moderna desarrollada durante este siglo ha realizado un esfuerzo encomiable dirigido a desposeer nuestros edificios de todo lo superfluo para mostrar de un modo sincero la estructura más íntima de los mismos. El paso siguiente consistirá en adecuar estas estructuras a las leyes naturales donde se desenvuelven y que de un modo equívoco produjeron lo depurado en estilos anteriores.

Ahora se tratará, pues, de ahondar en el estudio de estas cuestiones y su aplicación a nuestro quehacer cotidiano sin hablar ya más de forma abstracta y teórica de belleza, funcionalidad o economía como conceptos contrapuestos, sino como diferentes manifestaciones de una única verdad hecha para todos, ámbito universal del que surge un singular y atrayente grito de libertad que desafía al futuro: el de Antoni Gaudí i Cornet, sorprendente creador de formas y artista más allá de toda consideración crítica.

GAUDÍ Y EL NEOGOTICISMO

Gaudí y el neogoticismo

De las estructuras góticas a Gaudí

Gustavo García Gabarró

La arquitectura de Antoni Gaudí tiene mucho que ver con el gótico y, de modo especial, con la concepción estructural y mecánica de las construcciones medievales.

Aquellos constructores de catedrales antepusieron a cualquier concepto estético la efectividad mecánica en sus edificios y, de esta forma, se batieron en fenomenal batalla contra las leyes de la estabilidad dictadas por la naturaleza, prueba de lo cual son los magníficos monumentos que, a través de la historia, han llegado hasta nosotros.

Es por ello que la idoneidad estructural en sus construcciones se acercó, aunque de forma intuitiva y experimental, a las soluciones mecánicas que utilizan desde hace millones de años los modelos naturales como las plantas, los animales o las formaciones geológicas, que son las más perfectas posibles en cada caso concreto.

Pero este acercamiento a las soluciones idóneas que plantea la naturaleza no llegó a su culminación en aquella época por falta de algunos conocimientos científicos sobre las leyes de la mecánica, como las expresiones formales del descenso de cargas por el espacio, que hoy conocemos gracias a la estática gráfica, o geométricos, como la posibilidad de incorporar a la construcción nuevos conceptos formales que ahora controlamos mediante la geometría descriptiva y que se apartan de los modelos teóricos derivados de la geometría euclídea, la cual ha sido la base de todos los estilos arquitectónicos desde el siglo III a. C. hasta la actualidad.

Antoni Gaudí, ese joven venido de Reus, supo leer en “el gran libro de la naturaleza”, como él lo denominaba, ciertas maravillas que, una vez traducidas al lenguaje arquitectónico, llevaron las propuestas de aquellas construcciones medievales a su culminación más absoluta. La materialización práctica de estos principios se lleva a cabo desde los inicios de nuestro siglo en la construcción del Templo Expiatorio de la Sagrada Familia.

Gaudí y la arquitectura gótica

En la Europa de finales del siglo XIX corrían unos aires de romanticismo que se concretaban en dos corrientes fundamentales:

Por un lado, el orientalismo, que anhelaba la lejanía y el exotismo de culturas maravillosas e ignoradas. Pero mientras la mayoría de arquitectos limitaron su orientalismo a la imitación de formas mudéjares y nazarenas, Gaudí se fijó en el Extremo Oriente, de donde incorporó a su arquitectura los brillantes trabajos artesanos en hierro o piedra sin labrar, los dragones, las fascinantes techumbres de sus edificios y, sobre todo, la abundancia ornamental y el intenso sentido polícromo de la arquitectura.

La segunda corriente romántica era el llamado neogoticismo, que buscaba hacer aflorar de nuevo el misticismo medieval. Pero mientras los contemporáneos de Gaudí tomaron este neogoticismo como un sueño romántico, representado en forma de ruinas medievales devoradas por la vegetación y bañadas por la suave luz de la luna, el arquitecto de Reus estableció una serie de principios prácticos que llevaron a lo

que más tarde se ha dado en llamar la superación del gótico.

No obstante, y al margen de estas afinidades históricas, la arquitectura de Gaudí comparte una serie de características fundamentales con la filosofía que siguieron en su modo de proceder aquellos constructores de catedrales, a saber:

La actuación al margen de concepciones academicistas

Según esto, la forma de construir no se ajusta a un canon predeterminado ni se ve influida por corrientes ideológicas, ante las que siempre prevalecerá la idoneidad funcional.

La base para el desarrollo se busca en la experiencia. Al no confiarse en abstracciones teóricas previas, el fruto de las experiencias adquiridas se erige en la herramienta fundamental de trabajo. Por ello, sabemos que en la época medieval caían catedrales y que, aquellas que hoy podemos contemplar, deben en parte su estabilidad a las que desaparecieron para nosotros. También se conoce por las crónicas de aquella época que los monumentos más fantásticos fueron ejecutados bajo la batuta de arquitectos-constructores de muy avanzada edad, cuando los frutos de este empirismo eran del mayor grado posible.

La arquitectura tiene un intenso sentido práctico

Y así, de este período gótico no tenemos planos ni tratados de arquitectura, sino catedrales.

Las soluciones adoptadas responden a un espontáneo carácter intuitivo. Así pues, el desconocimiento de algunos principios científicos no fue obstáculo para, poco a poco, ir ganando terreno a las dificultades que planteaban las leyes de la mecánica. Así, muchas de las soluciones adoptadas por aquellos constructores, aun cuando se fundaban en principios científicos por entonces desconocidos, se acercaban a éstos de forma empírica, fruto de una intuición fabulosa.

El sentido trascendente de la arquitectura

Estas construcciones buscan, ante todo, la sublimación del espíritu, y esto resulta innegable ante la contemplación de los impresionantes resultados conseguidos. Lo que se está levantando no es otra cosa que la casa de Dios, Supremo Creador de todas las cosas, y para conseguir esta empresa se empleará la unión de todas las voluntades y el empeño de todos los medios necesarios.

Por último, estas manifestaciones arquitectónicas, aunque generadas de un modo empírico y a base de sentido práctico, espontaneidad e intuición, están basadas en sólidos argumentos estructurales.

Todas estas coincidencias y afinidades entre aquel arte gótico y la arquitectura de Gaudí les llevaron a ambos a acercarse hacia los principios naturales de la mecánica, donde ocurre siempre aquello que Gaudí repetía frecuentemente a sus amigos: “la belleza es el resplandor de la verdad”. Una verdad que se fundamenta en el principio natural de conseguir la máxima efectividad con el mínimo empleo de esfuerzo o, en este caso, la máxima resistencia con el mínimo material, colocando únicamente los elementos precisos y ninguno más, para así conseguir unas estructuras arquitectónicas que, precisamente por trabajar al límite de sus posibilidades mecánicas, poseen la máxima expresividad plástica.

Las novedades góticas

La arquitectura de las catedrales incorporó unos nuevos conceptos a sus construcciones que, si bien pueden tener un origen más lejano en el tiempo, fue entonces cuando encontraron su máximo esplendor. Son éstos:

La utilización del arco ojival

Aunque, como la mayoría de los arcos, tiene su origen mucho tiempo atrás, en el Próximo Oriente, halla su pleno desarrollo en el período gótico.

El arco ojival es un paso intermedio entre el semicircular y el parabólico.

Geométricamente se forma a partir del primero, según dos arcos de circunferencia iguales y simétricos respecto a un eje central vertical, de radio mayor que la semiluz y cuyos centros están situados sobre la línea de arranque.

Pero su comportamiento mecánico se aproxima mucho más al parabólico, para el caso de arcos murados, debido a que su trazado es más próximo a la línea de presiones que ocasiona el descenso natural de cargas en estos casos.

Esta elección intuitiva del arco ojival se basó, sencillamente, en la comprobación práctica de que produce menos empujes que el semicircular, pero sin conocerse a ciencia cierta el porqué de este fenómeno ni cuál sería la expresión formal más perfecta en este sentido.

La utilización de pilares y vaciados de muros para conseguir la incorporación de luz en los templos.

Esta nueva disposición tiene una relación muy directa con el sentido trascendente de la arquitectura ya mencionado y provocará la utilización de nuevos elementos auxiliares para contrarrestar los empujes producidos por las bóvedas.

La disposición de arbotantes y contrafuertes que actúan en este sentido anulando los esfuerzos horizontales de arcos y bóvedas.

Estos elementos fueron creciendo en complejidad a medida que las construcciones lo hacían en altura, gracias a lo cual se consiguieron resultados cada vez más sorprendentes.

La utilización de nervios y claves de bóveda como elementos de articulación.

Estas partes de los edificios góticos fueron mal entendidos hasta principios de nuestro siglo, ya que se concebían como articulaciones estructurales, cuando su estudio ha demostrado que se trata de articulaciones que trabajan únicamente a nivel constructivo y formal.

Es decir, que las nervaduras que poseen estos edificios no son, como se creyó, elementos

sustentantes de las bóvedas sino que actúan a modo de cimbras provisionales durante el proceso constructivo, momento a partir del cual, la homogeneidad del conjunto hace igualmente resistentes a unos y otros elementos constructivos. Estos descubrimientos se deben, en parte, a la observación de los efectos producidos por los bombardeos de la Gran Guerra sobre algunos monumentos, constatándose empíricamente que las bóvedas alcanzadas por los proyectiles no se arruinaban precisamente por perder el supuesto sustento de sus nervaduras. Más recientes son los estudios de la fotoelasticidad, cuyas conclusiones apuntan también en esta dirección.

Pero además de articulación constructiva, estos elementos son también articulaciones formales entre los distintos trazados -y por tanto dovelajes- de arcos y bóvedas, actuando como piezas de entrega o “tapajuntas” en los encuentros entre despieces con diferentes direcciones.

A estas cuatro novedades constructivas del arte gótico, Gaudí respondió con otras tantas premisas que constituyen la superación de aquella arquitectura medieval.

La superación del gótico

La propuesta gaudiana para la nueva arquitectura se concreta en los siguientes principios:

La utilización de arcos parabólicos y catenáricos

Es precisamente este arco, parabólico o catenárico, expresión formal de la línea de presiones que define el descenso natural de cargas en el espacio y solución de continuidad respecto al ojival, el que se propone como modelo para la nueva arquitectura.

El parabólico servirá para los arcos murados y el catenárico para los exentos, o lo que es lo mismo, en cada caso se formará según la funícula resultante del estado de carga a que se halle sometido, con lo que no se impone una expresión formal determinada.

No obstante, el arco parabólico o el catenárico cuentan, desde tiempo atrás, con dos aparentes escollos a los ojos de los arquitectos y constructores, que les han privado de estar presentes en sus construcciones y que eran ya comentados por tratadistas como Rondelet. El primero es la falta de conjunción formal con el resto de elementos arquitectónicos, y el segundo, la falta de verticalidad en su base o tangencia entre el soporte y los arranques.

El primer problema queda resuelto al amparo de una nueva propuesta formal extensible a toda la obra y basada en la utilización de la geometría reglada que Gaudí descubrió en la naturaleza. El segundo nos lleva directamente al punto que sigue.

La utilización de pilares inclinados

Esta nueva premisa es consecuencia directa de la utilización de sistemas de absorción de esfuerzos que buscan la identificación geométrica de elementos sustentantes con las líneas de presiones que ocasiona el descenso de cargas.

El elemento sustentante de la estructura que transporta las acciones desde los elementos de cubierta hacia la cimentación ha sido identificado siempre, en la construcción arquitectónica, con la línea vertical, ya sea en forma de muros o de pilares.

Esta asimilación puede deberse a que la línea vertical es la expresión más simple de la acción gravitatoria. Sin embargo, en la mayoría de los casos no ocurre así de manera natural, ya que la composición de fuerzas que se originan en una construcción cualquiera no tiene como resultado final una línea vertical.

Del mismo modo ocurre en la naturaleza, donde rara vez encontramos estructuras geológicas, vegetales o animales apoyadas en soportes estrictamente verticales. Esta desviación respecto a la vertical en los soportes de elementos naturales se debe a la disposición geométrica del mismo elemento, que obliga a compensar las acciones derivadas de su forma o las acciones dinámicas que actúan sobre él mismo. Un ejem-

plo del primer caso sería el tronco de un árbol con mayor espesor de ramas y follaje en cierta orientación o las patas de un animal con gran peso en la cabeza, y del segundo, el tronco de un árbol expuesto a la acción continuada de unos vientos dominantes o el apoyo momentáneo de la pata de un animal en movimiento.

Con la propuesta gaudiniana de trabajar con pilares inclinados, seguimos contemplando la solución de continuidad entre los diferentes elementos estructurales de la obra, dando así respuesta a la vieja cuestión de falta de tangencia entre soporte y arco o bóveda y eliminando incluso los límites entre ambos, ya que ahora no se distinguirá, ni formal ni mecánicamente, entre elementos de soporte y soportados. Esta continuidad natural pasa por la eliminación de los artificios correctores usados anteriormente y que ocasionaron soluciones geométricas discontinuas.

La supresión de arbotantes y contrafuertes

La costumbre de trabajar con pilares verticales ha obligado siempre a disponer elementos auxiliares, como los contrafuertes y arbotantes en el caso del gótico, para corregir las deficiencias que se derivan de esta disposición, es decir, la imposibilidad de detener los empujes producidos por los arcos y bóvedas.

Gaudí decía que los arbotantes eran las “muletas del gótico”, acentuando así con ironía ese carácter de artificio que les había sido asignado.

En la nueva disposición propuesta estos elementos desaparecen por completo, ya que el problema que resolvían ha sido atacado limpiamente desde su origen y de manera natural.

Supresión de nervios y claves de bóveda

Tomemos ahora esta nueva disposición expuesta hasta aquí para un sistema estructural contenido en un plano y hagamos su extrapolación al espacio tridimensional.

Los arcos parabólicos, que se desplazarán en otras direcciones según otras parábolas, círculos

o rectas, darán lugar a los paraboloides hiperbólicos, paraboloides de revolución o bóvedas de cañón seguido de perfil parabólico, respectivamente. También se puede llegar al paraboloides hiperbólico, y será el caso más común, por la unión espacial de dos pórticos cuyas funículas rectas no son paralelas porque tienen diferentes estados de carga.

De esta manera, la continuidad formal que habíamos conseguido en todo el arco, sus apoyos y sus soportes, se transporta a la disposición espacial de unas superficies que ya no necesitarán elementos de entrega, transición o refuerzo, como son los nervios o claves de bóveda.

Además de ello, esta continuidad geométrica de la nueva propuesta arquitectónica vendrá acompañada de nuevas expresiones plásticas, acústicas y lumínicas.

El punto clave para entender esta propuesta de superación del gótico reside precisamente en la consecución de un sistema estructural simplemente comprimido que, basado en fenómenos naturales, asegura una continuidad total para todo el conjunto de la obra.

Podría decirse que la premisa de trabajar simplemente con estructuras comprimidas resulta una limitación, pero mientras tengamos que

construir bajo las acciones provocadas por la ley de la gravedad y que construir signifique colocar un elemento sobre otro, cosa que todavía no hemos cambiado, ésta será la manera lógica de levantar las edificaciones.

Decía Bramante, haciendo referencia a los escollos compositivos que encontraba durante la composición del claustro de Santa María de la Paz en Roma, que la arquitectura es un problema de esquinas. Ciertamente, las soluciones continuas han sido siempre las buscadas por los arquitectos, sabedores de que las articulaciones y encuentros entre diferentes elementos y sistemas son los que generan mayores dolores de cabeza en el desarrollo de su trabajo.

Los fenómenos naturales, ejemplo último de la propuesta gaudiniana, sí gozan de esta continuidad. Cuando lanzamos una piedra al aire resulta imposible impedir que ésta describa, en su movimiento, una trayectoria única y continua.

Esta es la sencillez y a la vez la sabiduría que busca esta propuesta arquitectónica con relación a un arte, el de la construcción gótica, que es escogido como semillero para ser llevado a la culminación arquitectónica, puesto que, desprovisto de prejuicios, buscó de una manera práctica la sublimación del espíritu.

Gótico, neogótico y Gaudí

Juan Bassegoda Nonell

En el siglo XVII se creó la masonería a imitación de los gremios constructores medievales, y en el siglo XVIII reinventaron los templarios y resucitaron el gótico en forma de arte neogótico.

Las falsas ruinas góticas en los grandes jardines palaciegos de Arkadia en Polonia, de Schönbrunn en Austria o de Stowe en Inglaterra fueron prueba de este sentimiento melancólico de carácter romántico, rigurosamente contemporáneo de las grandes obras de estilo clásico propias de los nacionalismos nacientes en Prusia, Estados Unidos, Francia e Italia.

La arquitectura neogótica, especialmente en el siglo XIX, supuso un nuevo estilo que algo tenía que ver con el gótico, aunque no mucho.

El estilo *neo-catholic* en Gran Bretaña y la conclusión de monumentos góticos auténticos con sistemas neogóticos dieron muchos ejemplos de esta manera de entender un estilo medieval.

La terminación de la catedral de Colonia entre 1840 y 1880;¹ la fachada de la catedral de Florencia, del arquitecto Emilio de Fabris, (1808-1883) en 1878; el concurso para el imponente de la catedral de Milán, y la fachada mayor de la seo de Barcelona (1887-1890)² componen un buen ramillete de ejemplos. Pugin y Scott en Gran Bretaña, y Abadie y Viollet-le-Duc en Francia fueron, además de arquitectos, trata-

distas y divulgadores de un estilo basado en el estudio de los monumentos góticos para luego construir edificios de nueva planta en un estilo que, siendo imitativo, nunca consiguió parecerse realmente al original.

Los teóricos del neogótico estudiaron las formas, es decir, la morfología del gótico, y las trasladaron a sus proyectos, pero, insensiblemente, le añadieron simetría y composición, elementos más bien escasos en la arquitectura medieval.

De otra parte, la teoría racionalista de Viollet-le-Duc se basó en su fe en estructuras góticas formadas por elementos independientes cuyo conjunto determinaría un sistema perfecto de estabilidad.

Las cargas procedentes de las cubiertas se transmitirían a los tímpanos de las bóvedas, los cuales, a través de los nervios, las llevarían a los arbotantes y estos a los cimientos. Era la idea, a la inversa, de una estructura metálica previamente calculada, en la que los elementos resistentes son vigas, jácenas y pilares. Entonces los muros de cerramiento y los suelos son simples elementos de relleno. Según Viollet, los tímpanos, los muros y otros componentes carecen de misión estructural y podrían ser suprimidos sin peligro para la estabilidad del edificio.

Los grandes desengaños vinieron en ocasión de la Gran Guerra, cuando los bombardeos artilleros alemanes sobre iglesias góticas francesas que destruyeron nervios, arbotantes y pilares que ocasionaron la ruina total de los edificios.³ Otra

1. Peters, H. *Der Dom zu Köln*. Verlag L. Schwann, Düsseldorf, 1948.

2. Bassegoda, J. *Els treballs i les hores a la catedral de Barcelona*. Reial Acadèmia Catalana de Belles Arts de Sant Jordi, Barcelona, 1995.

lamentable experiencia en este sentido fue la guerra de España entre 1936 y 1939. Un proyectil de artillería perforó la bóveda de Santa María de Balaguer, destruyó un nervio y la estructura no cedió. En los incendios sacrílegos de julio de 1936 se pudo ver cómo la bóveda ojival nervada cuatrimpartita encima del coro de la iglesia de Santa Anna en Barcelona perdió, por causa del fuego, los cuatro nervios sin que la bóveda acusara el menor movimiento. En la capilla de la Sangre de la parroquia de Santa María del Pi, el fuego quemó totalmente el retablo barroco e hizo caer los nervios y tímpanos de la bóveda gótica, pero el piso construido encima se mantuvo en su lugar gracias al hormigón de mortero de cal y piezas de alcañal que rellenaban las embocaduras.⁴

También los aspectos teóricos de la teoría racionalista de Viollet fueron discutidos, especialmente en la tesis doctoral de Pol Abraham de 1934.⁵ Varios aspectos del pseudo-racionalismo fueron comentados en la *Memoria* de Buenaventura Bassegoda Musté para la Academia de Ciencias de Barcelona en 1944.⁶

Más recientemente (1986), los estudios del Doctor Arquitecto Joaquín Lloveras Montserrat sobre las proporciones y medidas utilizados por los arquitectos góticos, y especialmente el uso que hicieron de la escuadra para determinar el tamaño de los sillares y dovelas, han proporcionado mucha luz sobre los despieces góticos, aparentemente irregulares pero siempre formados por piezas cuyos lados son múltiplos de la escuadra, bien sea de su brazo largo, del corto o del grosor de ambos. Los neogóticos usaron por lo general aparejos isódomos, cosa que jamás habían hecho los alarifes medievales, por lo que la contemplación de un muro neogótico nunca ofrece el aspecto perceptible de una pared gótica auténtica. Las investigaciones del doctor Lloveras le han llevado a localizar distintos ábacos

incisos en piedras del antepecho del claustro de la catedral de Barcelona que fueron usados por los maestros medievales para determinar las medidas de sillares y dovelas.

El gótico levantino

Es bien sabido que las formas góticas de origen nórdico penetraron de muy distinta manera en León y Castilla, y en Cataluña y Valencia. La permanente influencia romana y las condiciones climáticas hicieron del gótico catalán y valenciano un gótico horizontal, contrapuesto a la verticalidad nórdica. Pero no solamente era la horizontalidad la propiedad única del gótico sureño, sino también la simplicidad y la limpieza de sus estructuras.

La planta de Santa María del Mar, en Barcelona, parece un proyecto de Mies van der Rohe, por la pureza y sencillez de su trazado. Las bóvedas cuatrimpartitas de la nave central se inscriben en un cuadrado de 11,50 m de lado, casi como en una basílica romana.

Ejemplos como la sala del abad Mengücho en el monasterio de Poblet, la iglesia de las clarisas de Pedralbes, el presbiterio de la catedral de Tortosa, la nave de la seo de Girona o las tres de la parroquia de Castelló d'Empúries, son piezas singulares de este gótico especial que prefiere los contrafuertes a los arbotantes y las azoteas de rasilla a las cubiertas de madera y teja.

El neogótico catalán

Desde José Casademunt, que levantó los planos de la iglesia gótica del convento de Santa Caterina⁷ y construyó la neogótica del Sagrat Cor de Sarrià en 1860; pasando por José Oriol Mestres Esplugas, que dirigió las obras del imafrente de la seo de

3. Gilman, R. "Las teorías de la arquitectura gótica". *Arquitectura y Construcción*. Anuario de la Construcción para 1922. Barcelona, 1922.

4. Bassegoda, J. *La cerámica popular de la arquitectura gótica*. Ediciones de Nuevo Arte Thor, Barcelona, 1983.

5. Abraham, P. *Viollet-le-Duc et le rationalisme médiéval*. Vincent, Fréal & Cie, Paris, 1934.

6. Bassegoda Musté, B. *Algunos ensayos sobre técnica edificatoria*. UPC, Barcelona, 1974.

7. J. Casademunt. *Santa Catalina*. Imp. F. Giró, Barcelona, 1886.

Barcelona entre 1887 y 1890; Juan Martorell Montells, autor del mejor neogótico catalán con las iglesias de las Adoratrices y las Salesas en Barcelona, las parroquiales de Portbou y Castellar del Vallès y el Colegio Máximo de Sant Ignasi de Sarrià; Francisco de P. del Villar y Lozano, con los proyectos iniciales para la Sagrada Familia y la iglesia del Colegio de Sant Miquel, Camilo Olivares Gensana, en el proyecto de la parroquial de Santa Anna de Barcelona; José Puig i Cadafalch, en la capilla del Santísimo de Sant Julià de Argentona y el proyecto para la Virgen de Luján en la provincia de Buenos Aires, hasta Manuel Vega March, autor del proyecto de la parroquia de San Juan de Arucas en Gran Canaria (1909), todos fueron notables representantes del neogoticismo que nunca se inspiró en los ejemplares auténticos del gótico catalán de los siglos XIV y XV, sino más bien en las figuraciones de Viollet.

El neogótico de Gaudí

Gaudí fue un devoto admirador de Juan Martorell Montells, colaboró con este maestro de obras y arquitecto en las obras de las Salesas (1885), la iglesia de los Jesuitas de la calle Casp (1883), en el proyecto del convento de los benedictinos celestinos en Villaricos (Almería, 1882), en las obras de Comillas (Santander, 1885), en los trabajos iniciales de la Sagrada Familia cuando, por indicación de Martorell, sucedió a Francisco de P. del Villar en 1884, y en la larga discusión sobre el proyecto de Martorell, dibujado por Gaudí, para la fachada mayor de la catedral de Barcelona en 1882.⁸

Fruto de esta relación fue la incorporación de elementos violletianos en los proyectos de Gaudí mientras estuvo en contacto con Martorell. Se desconoce la forma concreta del proyecto de la iglesia de Villaricos, de la que

Ràfols⁹ decía que Gaudí denominó catedral de Villaricos, pero se sabe que era plenamente neogótico, respondiendo a todos los principios que rigen la composición de las Salesas, con el altar en el centro del crucero.

La decoración de las capillas de los colegios de Jesús-Maria en Sant Andreu del Palomar y Tarragona (1880) y la del Saló de Cent del Ayuntamiento de Barcelona (1888) son buenos ejemplos de neogoticismo a la manera de Martorell. Lo mismo sucede con la capilla de San José en la cripta de la Sagrada Familia.

Sin embargo, la prueba más evidente de este estilo se halla en la planta del Templo Expiatorio de la Sagrada Familia, firmada por Gaudí en marzo de 1885 y que no fue localizada en el archivo de Sant Martí de Provençals hasta 1990.¹⁰ Se trata de una iglesia con bóvedas góticas cuatrimpartitas y torres campanario delante de las puertas de la fachada principal y del crucero, al igual que sucede en las Salesas.

Este interesante proyecto merece comentario, puesto que un año después de asumir la dirección de las obras de la Sagrada Familia Gaudí había trazado un proyecto totalmente distinto al de Francisco de P. del Villar, muy en la línea de las formas de Martorell.

Incluso mucho más tarde aconsejó restauraciones siguiendo el espíritu neogótico sobre el proyecto de Alejandro Soler y March para la catedral de Santa Maria de la Aurora de Manresa (1915), o en las ideas para el barrio gótico de Barcelona, con motivo del no realizado monumento a Jaime I (1908) o las cubiertas sugeridas para la catedral de Mallorca (1910).

La superación del gótico

Gaudí consideró siempre el gótico como el más estructural de los estilos y menospreciaba a los

8. Jaume Aymar. *L'arquitecte Joan Martorell*. Tesi doctoral inédita. Universitat de Barcelona, (1994).

9. J. F. Ràfols. *Gaudí*. Canosa, Barcelona, 1929.

10. Bassegoda, J. "El primer projecte de Gaudí per a la Sagrada Família". *Temple*. Barcelona, novembre-desembre de 1991.

arquitectos del Renacimiento, a los que tildaba de decoradores; pero conocía perfectamente sus defectos, así como las soluciones ortopédicas con las que los alarifes medievales intentaron ponerles remedio.

Si el arco apuntado tiene tendencia a abrirse por la clave, no queda más remedio que rellenar con material pesado las enjutas en sus tercios para corregir la tendencia, o bien situar grandes claves de bóveda que aporten unas componentes verticales para compensar los esfuerzos inclinados de la unión de los arcos de círculo de ojiva.

Las coces de los arcos fajones, torales o perpiños, de componente inclinada, los góticos trataban de recogerlas con los arbotantes, arco botarete, pilar botarel, pináculos y contrafuerte. Al menos eso creían ellos, pero, aunque así fuera, para Gaudí no dejaba de ser una barbaridad situar los elementos al aire libre, expuestos a la intemperie.

Con sus razonamientos claramente lógicos, Gaudí proponía substituir ojivas por catenarias y contrafuertes por pilares inclinados.

Los góticos trabajaron empíricamente, sin poder predimensionar sus estructuras mediante el cálculo, y bastante hicieron con el uso de las bóvedas de crucería nervadas y los complejos y tantas veces inútiles arbotantes, teóricamente útiles, pero ineficaces en la práctica.

Desde el descubrimiento de la ecuación de la catenaria a fines del siglo XVII y de sus propiedades mecánicas, los arquitectos tuvieron la ocasión de rectificar los errores de los medievales y tratar de superar al gótico.¹¹ Sin embargo, no fue así, los neogóticos siguieron copiando aquel aventajado estilo, arrastrando todos sus defectos estructurales.

En una explicación de los sistemas estructurales de Gaudí realizada por uno de sus ayudantes a los asistentes al Congreso Nacional de

Arquitectos de Barcelona en 1916, se afirmaba que Gaudí planteó el problema arquitectónico con la introducción del concepto de organización natural, lo que supone que cada elemento se construya con el material más adecuado a su función y que sus formas, disposiciones y dimensiones sean las estrictamente precisas para conseguir, con el mínimo esfuerzo y coste, el equilibrio y el cumplimiento de las exigencias de la lógica constructiva. Por esta razón el contrafuerte, el arbotante y los pináculos, considerados como elementos imprescindibles de todo sistema y, con ello el concepto simplista de los elementos sustentantes, siempre rectilíneos y verticales, queda substituido por otros elementos y complejos que siguen las curvas de presión, cuando se trata de compresiones, como en el caso de piedras y ladrillos. Así desaparece la sensación depresiva de encajonamiento de los muros y los techos planos ofrecen y llegan a conseguir no sólo un gran ahorro de materiales y espacio, sino también una serie de comodidades de adaptación y efectos estéticos que la superficie plana no puede dar.¹²

Por tanto, lo que se propuso Gaudí fue partir del gótico y corregir sus errores mediante la racionalización de la estructura, al recoger fuerzas usando elementos resistentes ortogonales a la dirección de las mismas y al utilizar la geometría reglada en lugar de la euclidiana en las superficies. El caso del cálculo de la estructura para la iglesia de la Colonia Güell en Santa Coloma de Cervelló es un ejemplo insigne de cálculo natural y espontáneo de la estructura. Gaudí, con sólo la ayuda de Isaac Newton y su ley de la gravedad, resuelve, con absoluta precisión, cómo deben ser las formas del edificio sin cálculo matemático alguno.

Cuando Robert Mark¹³ analizó el comportamiento de las estructuras medievales por foto-

11. Bassegoda, J. "El Arco de Festón". Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes. Tercera época, núm. 847; vol. XLVI, núm. 20. Barcelona, 1986.

12. Bassegoda, J. "Las Escuelas Provisionales de la Sagrada

Familia". *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, núm. 79. Madrid, segundo semestre de 1994.

13. Mark, R. *Experiments on Gothic Structure*. The MIT Press. Cambridge, Massassuchets, 1982.

elasticidad, sometiendo perfiles de iglesias góticas hechos de plástico a diferentes presiones, comprobó cómo las líneas de presión discurren a lo largo de catenarias y no de ojivas.

En las estructuras de la Sagrada Familia y de las Escuelas Provisionales del Templo, en los proyectos para la Colonia Güell o para el Hotel Atracción de Nueva York, el gótico queda muy lejos; es sólo el punto de partida para una manera de hacer mucho más natural.

Las grandes realizaciones y proyectos de Gaudí de la última época son, en todo caso, mucho más góticos que neogóticos. Corrigió la insufi-

ciente lógica del gótico por las estructuras que la ley de la gravedad demandaba y se olvidó de las formas del neogoticismo puramente formalista.

Cuando Alfonso XIII en visita a la Sagrada Familia le preguntó a Gaudí cuál era el estilo del Templo, el arquitecto contestó: "Gótico, Majestad", y luego, volviéndose hacia uno de sus ayudantes, le dijo: "El que quiera aprender que vaya a Salamanca", significando con ello que no tenía ganas de explicaciones. Con todo, Gaudí dijo la verdad, gótico evolucionado y superado es el estilo del mejor Gaudí, que no el neogótico del siglo XIX.