



**L**a Geometría de Gaudí nace de los descubrimientos personales a los que llega tras una investigación continuada. El suyo es un mundo de pruebas, de intentos, de correcciones que le van acercando a la solución del problema. Así, si el camino habitual de las técnicas de la construcción era pasar del cálculo y la teoría a la realización del proyecto, Gaudí invierte el proceso y empieza en la maqueta para pasar luego al cálculo, el dibujo y la construcción. Sus conclusiones son alcanzadas por la vía del ensayo, poniendo en práctica una actitud científica apoyada en la observación y el análisis. Una profunda reflexión experimental geométrica está detrás de la más que evidente calidad estética, en la que forma y función se fusionan. Entre las muchas actividades programadas con motivo de la celebración del Año Gaudí (<http://www.gaudi2002.bcn.es>) se encuentra una exposición titulada "Gaudí. La búsqueda de la forma. Espacio, geometría, estructura y construcción" que pone de manifiesto precisamente la vertiente científica y

técnica de la obra de Gaudí. Quienes deseen ampliar información sobre este tema, pueden acudir a las obras editadas por Giralt-Miracle "Gaudí: la búsqueda de la forma" (Lunwerg) y "Gaudí. Miscelánea" (Planeta).

## Las claves de Gaudí

Claudi Alsina

**A**ntoni Gaudí Cornet (1852-1926) es, sin duda, el más universal de nuestros arquitectos. Sus singulares obras son motivo de admiración y visita. Su genialidad está mundialmente reconocida. Pero ¿cuáles son las claves de esta genialidad? Nos encontramos ante el resultado de combinar: oficio, trabajo, geometría y creatividad.

### Un arquitecto integral

Gaudí estudió la carrera de Arquitectura en la Escuela de Arquitectura de Barcelona. Sus notas no fueron brillantes, repitió diversas asignaturas pero logró una buena formación básica en muchas disciplinas incidentes en la Arquitectura. Su posición crítica con el academicismo de la época le estimuló a investigar y aprender por su cuenta, algo que tendría enormes consecuencias en el desarrollo de su trabajo.

Siendo de familia modesta, Gaudí alternó siempre el estudio con el trabajo en multitud de estudios y talleres. Ello le permiti

ó un gran dominio práctico sobre los procesos proyectuales y constructivos y un profundo conocimiento de todas las artesanías relacionadas con las obras (carpintería, cristalería, fundición, cerámica, fabricación de campanas, etc).

La fusión de todos sus conocimientos permitió a Gaudí ser un arquitecto integral, incluyendo en sus obras elementos artesanales de todo tipo y creando, más allá de las paredes, todos los detalles interiores (muebles, hogares, cocinas, confesionarios, altares, luces, barandillas, etc).

### Una musa llamada trabajo

El estudio de Gaudí tenía talleres de maquetas, fotografía, esculturas, campanas, espejos, gráficos... y en él Gaudí trabajaba infinidad de horas, buscando siempre soluciones originales y óptimas. Para desesperación de sus clientes, el tiempo y la economía no eran dimensiones relevantes en el trabajo de Gaudí. Siempre rodeado de eficientes colaboradores (J. Rubió, J.M<sup>o</sup> Jujol, F. Berenguer...), mantuvo un auténtico espíritu investigador. Cabe remarcar que la Sagrada

Familia fue el gran proyecto de su vida y a menudo ensayó, en otras obras, soluciones que luego aplicó al Templo.

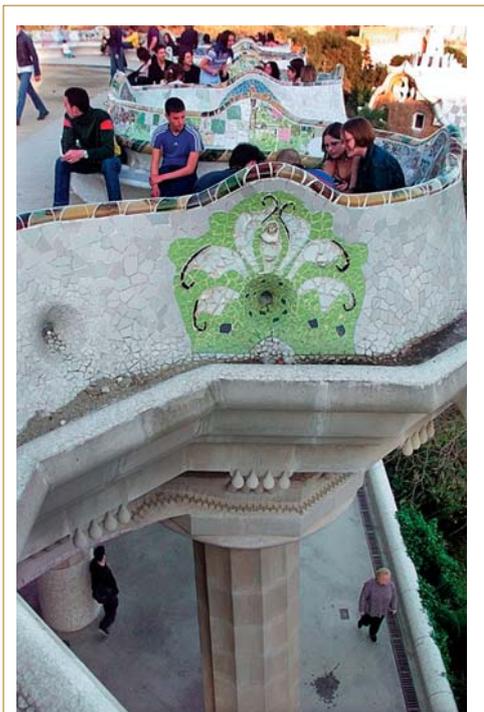
### La geometría gaudiniana

La búsqueda de las formas para su arquitectura se basó en una especial combinación de observación de la Naturaleza ("este árbol es mi maestro", decía), experimentación con modelos y maquetas, y un uso al límite de los recursos constructivos de la época. Gaudí no ideó nunca arquitecturas imposibles, buscando siempre formas bellas para cumplir funciones concretas, estructuras óptimas y procesos constructivos simples a pie de obra. Por este motivo puede hablarse de un repertorio geométrico de Gaudí donde brillan con luz propia unas determinadas curvas (catenarias, espirales, sinusoides, hélices, ...) y unas superficies básicas (hiperboloides de una hoja, paraboloides hiperbólicos, paraboloides de revolución, cono, cilindro, superficie conoidales, ...) destacando la tridimensionalidad de sus propuestas, a menudo basada en una sabia combinación de giros y traslaciones en el espacio.

Muchos arquitectos del Modernismo fueron enormemente creativos. ¿Por qué Gaudí los eclipsa con sus obras? Posiblemente la respuesta esté en el grado de atrevimiento que Gaudí añade siempre a las formas finales y a sus decoraciones: decorar superficies curvas con piezas de cerámica rota ("trencadís" del Parque Güell); diseñar una estructura que no incluya a la fachada, quedando ésta libre de cargas y pudiendo ser por tanto muy original (Casa Milà-La Pedrera); crear efectos sorprendentes en la entrada de luz (Sagrada Familia); insertar esculturas; rematar chimeneas y salidas de aire con formas imaginativas; etc.

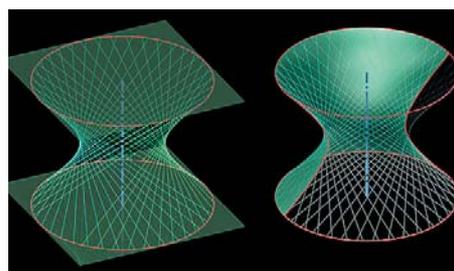
Por todo lo aquí apuntado, el legado de Gaudí no debe contemplarse como obras de arte fruto de una genialidad instantánea y superficial. La obras del gaudinismo son complejas, son el resultado de un trabajo científico y son, también, un reto a nuestra propia imaginación.

Claudi Alsina es catedrático de Matemáticas en la Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de la Universitat Politècnica de Catalunya.



### Curvas serpenteantes suaves

Las sinusoides son como las olas del mar o los movimientos de los reptiles. Gaudí las usa en el banco del Parque Güell, en la Finca Miralles, en las Escuelas de la Sagrada Familia.



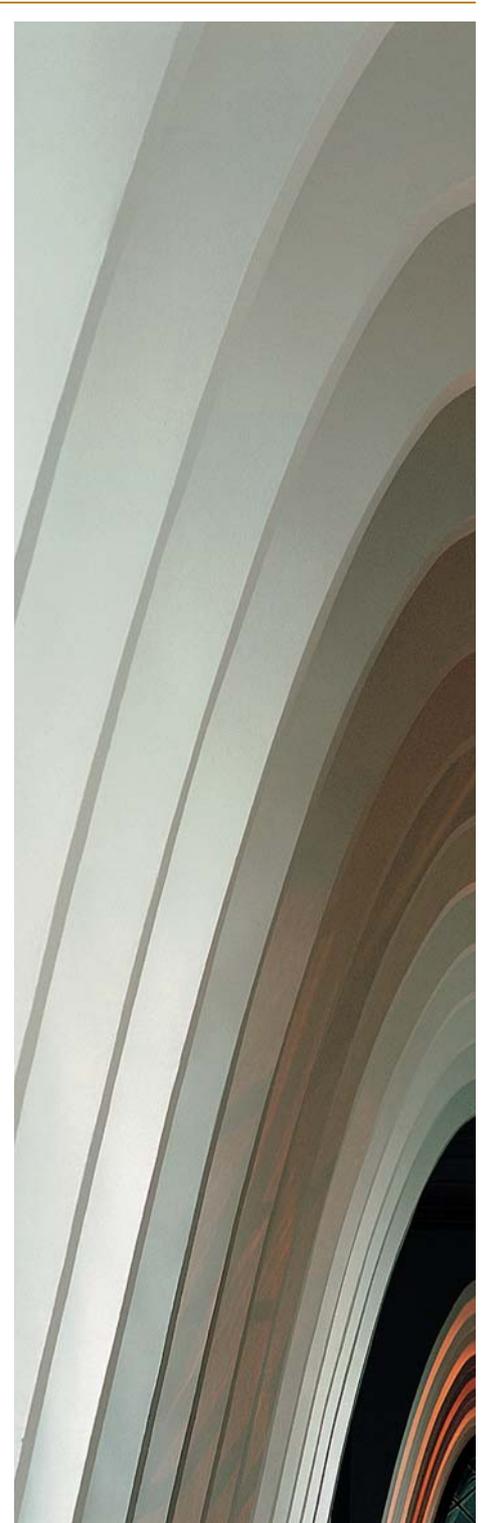
ICUB, Dibuxos CAI-RAT, ETSAV, UPC/EFE

Arriba, proceso de generación de un hiperboloides. Esta forma se utiliza en los tragaluz de la Sagrada Familia

### Hiperboloides de una hoja

Habiendo Gaudí apreciado que las campanas tubulares en forma de hiperboloides de una hoja son las que mejor difunden el sonido (así serán las de la Sagrada Familia), decidió usar también dichas superficies en ciertas columnas (rompiendo la tradicional forma cilíndrica) y en las entradas de luz y bóvedas del templo de la Sagrada Familia.

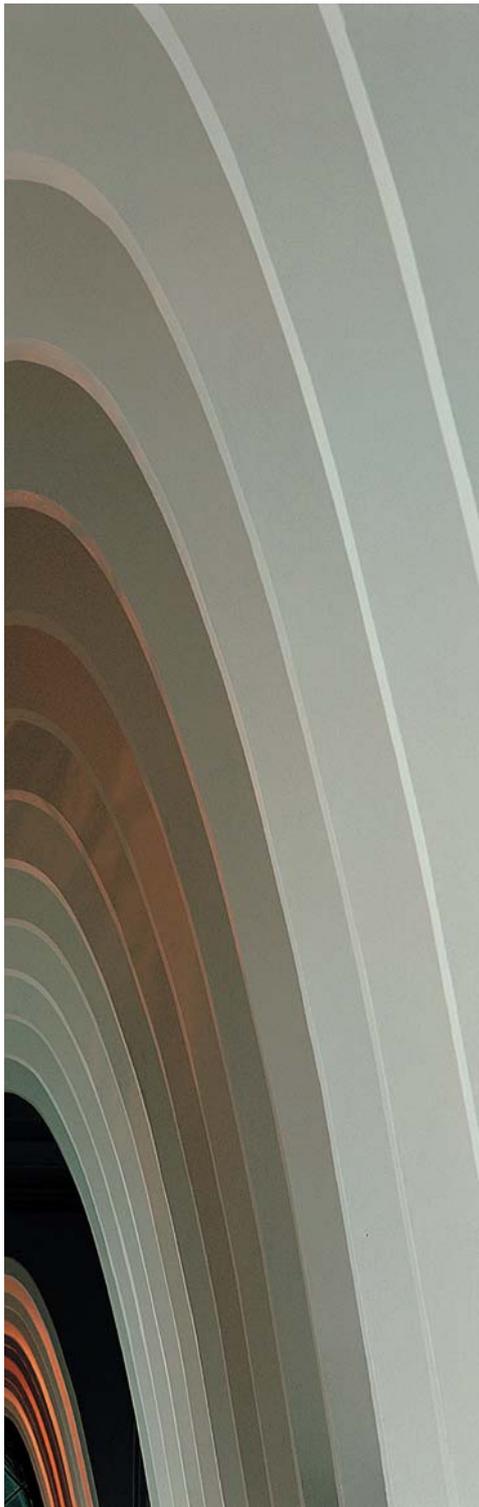
# Geom Gaudí



### Los mejores arcos del mundo

admite rectificaciones funiculares según las cargas que tenga que soportar las sianas de Barcelona.

# etría niana



Pere Vivas i Ricard Pla. TRIANGLE POSTALS

udí fue el primero en construir arcos catenarios cuya forma invertida responde a la curva catenaria: la forma natural que tiene una cadena ligante de dos puntos. Este arco se aguanta a sí mismo, es esbelto y rtar. En la imagen, arcos catenarios del pasillo del Colegio de las Tere-

## RECURSOS ESPACIALES



### TRASLADAR

Es el proceso de repetir, mediante desplazamientos, lo que crea un efecto de cenefa. Puede apreciarse en el desván de la Casa Batlló. (Foto: Pere Vivas i Ricard Pla. TRIANGLE POSTALS)

### SIMETRIZAR

Este proceso utiliza planos de simetría para generar objetos de simetría especular. Es el caso de los arcos catenarios inversos de la catenaria del desván de la Casa Batlló.

### TRASLADAR Y GIRAR

Movimiento helicoidal, creando columnas salomónicas o de doble giro. Encontramos un ejemplo de la aplicación de este recurso espacial en las columnas del Colegio de las Teresianas de Barcelona. (Foto: Pere Vivas i Ricard Pla. TRIANGLE POSTALS)



### MODULAR

Efecto de repetir un módulo un número entero de veces (como ocurre en la planta y la sección de la Sagrada Familia); asimismo, reticular estructuras.

### AMPLIAR-REDUCIR

Trabajo a escala 1:10 o 1:25. Gaudí hizo con frecuencia modelos a escala, como el modelo funicular de la iglesia de la Colonia Güell.



### REDONDEAR

Es el proceso de suavizar los ángulos usando curvas (parábolas, arcos de círculo, perfiles sinusoidales, etc). Los miradores de la Casa Batlló son un buen ejemplo de este recurso espacial utilizado por Gaudí con gran asiduidad. (Foto: EFE)

### INTERSECAR

Forma que nace como zona común a varios cuerpos que se cortan. Este proceso culmina, por ejemplo, en los pináculos de la Sagrada Familia. (Foto: REUTERS)



### REPETIR CON AUTOSEMEJANZA

Crecimiento fractal, apreciable en las columnas-tronco con columnas-rama. En la imagen infográfica, realizada por el Centro de Aplicaciones de la Informática a la Representación de Arquitectura y Territorio, columna de doble giro del templo de la Sagrada Familia. (Foto: ICUB. Dibujos CAIRAT. ETSAV (UPC))



### RECUBRIR

Utilización de mosaicos; tapar con piezas. Este recurso es utilizado por Gaudí en las chimeneas del Palacio Güell, además de en muchas otras obras. (Foto: EFE)

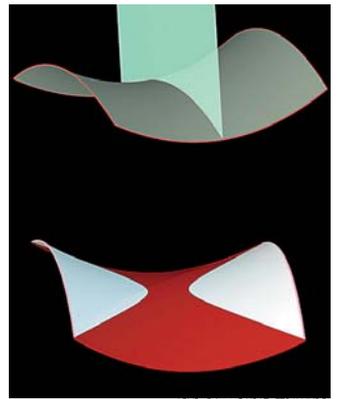


### INCLINAR

Superar la verticalidad, inclinando elementos para aguantar mejor las cargas, como en las columnas helicoidales de los viaductos del Parque Güell. (Foto: Pere Vivas i Ricard Pla. TRIANGLE POSTALS)

## Paraboloide hiperbólico

Gaudí usó un modelo con hilos (tensables gracias a las pesas finales) colocados entre varillas articulables. Había conocido dicha cuadrícula reglada no desarrollable en el tratado de Geometría descriptiva de C. F. A. Leroy y él supo darle usos interesantes, por ejemplo en las bóvedas de la Cripta de la Colonia Güell y en la Sagrada Familia (en la imagen, intersección de paraboloides aplicada en la cubierta de la Sagrada Familia). Recordemos que el paraboloides hiperbólico nace al deslizar (paralelamente a un plano) una recta sobre las dos rectas que se cruzan en el espacio, es decir, en el sentido de Gaudí: las viguetas se apoyan "ordenadamente" entre dos vigas no coplanarias. Con doce grandes paraboloides hiperbólicos se construirá próximamente la Sacristía de la Sagrada Familia. Existen hoy ya realizadas bóvedas que combinan hiperboloides de una hoja con paraboloides, aprovechando que combinan rectas directrices de una superficie como generatrices de la otra.

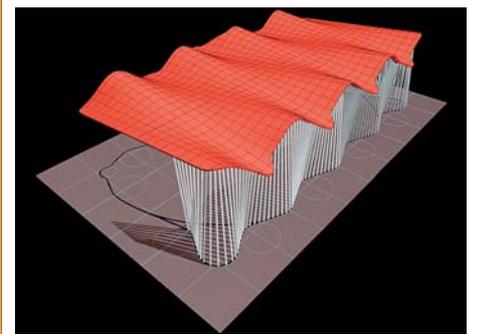


ICUB. Dibujos CAIRAT. ETSAV (UPC)

## EL GAUDINISMO, HOY

Las obras y las ideas de Gaudí son, desde hace tiempo, motivo de interés desde especialidades disciplinares muy diversas. Eso se refleja en la abundante bibliografía dedicada a él. Se ha escrito y fantaseado sobre su personalidad, sobre su profunda religiosidad, sobre su postura catalanista conservadora, sobre sus diseños de mobiliario, sobre sus ideas urbano-ecológicas, sobre sus sorprendentes soluciones cromáticas y formales, sobre el uso de la artesanía de su época...; tan singular arquitecto admite, y resiste bien, análisis de todo tipo. Pero la visión científico-técnica y geométrica de Gaudí era algo pendiente. En los últimos años

un grupo de profesores de la Universitat Politècnica de Catalunya hemos dedicado especiales esfuerzos a investigar científicamente la obra de Gaudí. La propia construcción de la Sagrada Familia ha llevado a parte del equipo a involucrarse en el cálculo de estructuras necesario y, ante el Año Internacional Gaudí 2002, nos hemos involucrado en la realización de la exposición itinerante "Gaudí: la búsqueda de la forma" (Daniel Giralt-Miracle, 2002). Mucho se ha avanzado en este terreno. Quedan 40 años por delante para acabar la Sagrada Familia y muchas investigaciones geométricas y estructurales por llevar a término.



ICUB. Dibujos CAIRAT. ETSAV (UPC)

## Superficies conoidales

Una recta en el espacio y una curva en el espacio permiten generar interesantes superficies conoidales con las rectas que se apoyan entre puntos correspondientes de la recta y de la curva. La escalera de caracol surge así (eje cilindro y hélice en él). El paraboloides hiperbólico también (entre dos rectas que se cruzan). Gaudí decía "los paletas crearán que hacen un plano pero les saldrá una superficie alabeada". Arriba, las Escuelas de la Sagrada Familia.

## LA EXPOSICIÓN

Heraldo  
Analizar el tratamiento del espacio y explicar las soluciones geométricas, estructurales y constructivas de Gaudí es el objetivo de la exposición "Gaudí. La búsqueda de la forma", que puede contemplarse hasta septiembre en Barcelona, en el Museu d'Història de la Ciutat (Plaça del Rei, 93-3151111, museuhistoria@mail.bcn.es).

Apoyándose en el lenguaje multimedia, dibujos, infografías, fotografías, maquetas y modelos corpóreos, se hacen visibles a los ojos del visitante las formas geométricas, cargadas de energía, ocultas muchas veces tras la exuberante decoración de la obra gaudiniana. Se comprende así la manera en que Gaudí construyó formas complejas de un modo práctico y lógico.