

“OS ARQUITECTOS DE VERDADE TEÑEN CURVAS”

10 de Maio

Raúl Ibáñez Torres

Profesor Titular de Geometría y Topología,
Departamento de Matemáticas, Universidad del País Vasco

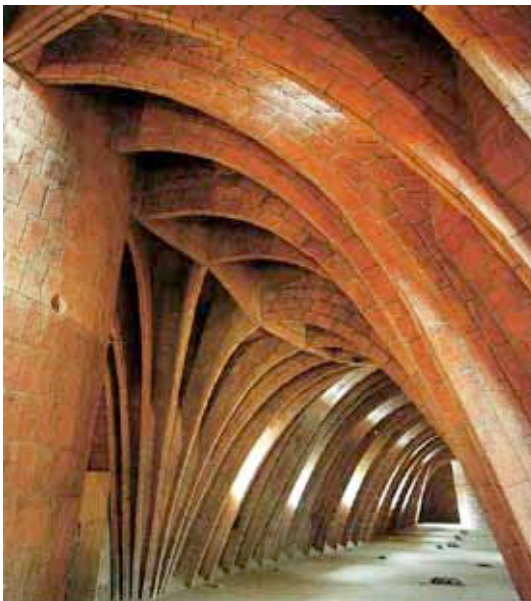


Resumen

*"La geometría en la ejecución de las superficies
no complica, sino que simplifica la construcción"*
A. Gaudí

Podríamos decir que la Geometría, y más generalmente la Matemática, ha estado presente en la arquitectura desde el momento en el que el hombre siente la necesidad de construir un hogar donde guarecerse de las inclemencias de la naturaleza, ya sea excavando en cuevas,

construyendo chozas o montando tiendas, y siente la necesidad de construir lugares especiales para enterrar y venerar a los muertos o adorar a los dioses, como los dólmenes, los túmulos o los monumentos megalíticos (como Stonehenge). Presencia que ha continuado hasta nuestros días, en los que podemos disfrutar de construcciones como el Museo Guggenheim de Bilbao, el Auditorio de Tenerife o la casa de la Opera de Sydney, y que a lo largo de la historia nos ha dejado obras de gran belleza (aparte de su utilidad) como las pirámides de Egipto, la Acrópolis ateniense con el Partenón, el Coliseo de Roma, la Basílica de Santa Sofía de Constantinopla, la Alhambra de Granada, catedrales como la de Salamanca, Santiago, Notre Dame de Paris, York o Santa María de las Flores de Florencia, El Taj Mahal, la Torre Eiffel,... y un largo e interesante etcétera.



Parece evidente para cualquiera que, siendo la forma y la estructura tan importantes en el diseño y construcción de las obras arquitectónicas, la Geometría y las Matemáticas sean una parte fundamental de la Arquitectura. Podemos separar las aportaciones que la Geometría hace a la Arquitectura en dos tipos:

- (i) Como una herramienta de cálculo, por ejemplo a la hora de estudiar el equilibrio, resistencia o estabilidad de un edificio, puente u otra construcción.
- (ii) Como fuente de inspiración y en el desarrollo de la creatividad, imaginación e inventiva del arquitecto.

El diseño y construcción de una obra arquitectónica es un complejo proceso en el que el arquitecto debe beber de diferentes fuentes, entre las que se encuentra la Matemática. En este

proceso, el arquitecto deberá tener en cuenta las diferentes dimensiones de la obra



arquitectónica:

- las tres dimensiones clásicas de Vitruvio (*Diez Libros de Arquitectura*, Vitruvio): forma, funcionalidad y técnica;
- las dimensiones de J. Ackerman (*International Design Conference*, Aspen, Colorado, 1974): individual, ambiental y cultural;
- otras dimensiones: social, económica y artística.

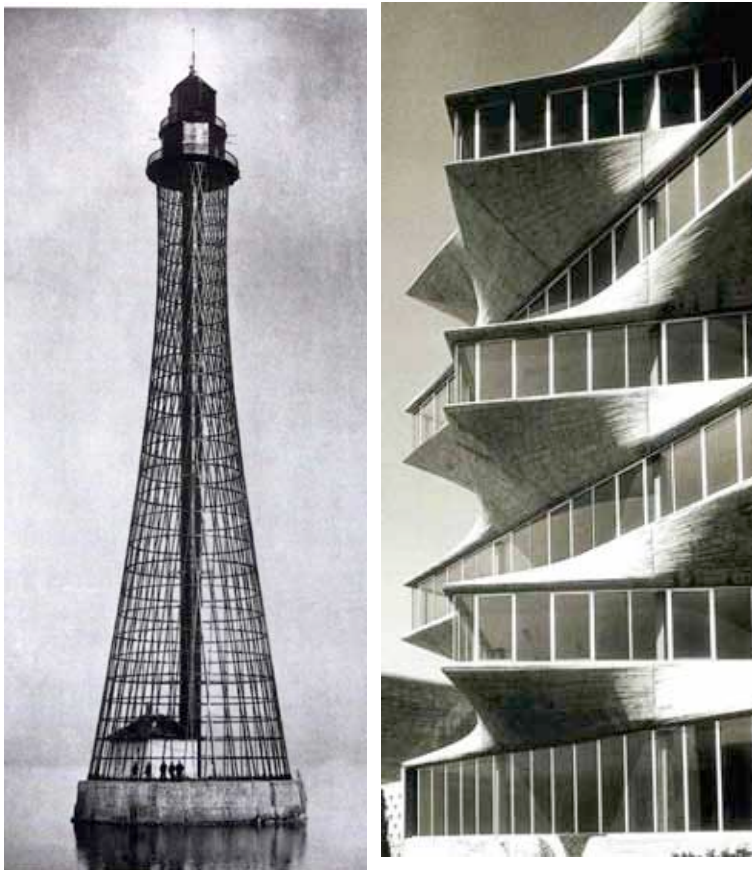
Dimensiones todas ellas en las que la Geometría (cálculo o creatividad) jugará un papel destacado.



Pero realizar un estudio de las aportaciones de la Geometría en la Arquitectura es una tarea que excede el tiempo y el espacio de una charla como esta, por ello nos hemos centrado en el estudio de la utilización de la Geometría de curvas y superficies en la arquitectura de finales del siglo XIX (A. Gaudí) y del siglo XX. La llegada de nuevos materiales (hormigón; tejidos, mallas o membranas metálicas, de fibra de vidrio, a base de fibras artificiales como el nylon o el terylene; nuevos tipos de cristales,...) más flexibles y menos pesados, así como la existencia de

movimientos arquitectónicos más abiertos (por ejemplo, la Arquitectura Orgánica) hace que la presencia de nuevas y sugerentes formas sea habitual en la arquitectura del siglo XX.

En esta charla hemos centrado nuestra atención en los siguientes objetos geométricos: cónicas, catenaria, espiral, hélice, la esfera, el toro, superficies regladas (cono, cilindro, helicoides, paraboloides hiperbólicos, hiperboloides, ...), otras superficies cuadráticas (elipsoide, paraboloides de revolución, ...), superficies minimales, ... Para cada uno de estos objetos hemos mostrado algunas propiedades geométricas y construcciones arquitectónicas en las cuales el arquitecto/ingeniero las haya utilizado. En algunas de las obras hemos hablado de la justificación matemática que existe para la utilización del objeto geométrico (dimensiones arquitectónicas); sin embargo, en otros simplemente admiraremos la utilización de la geometría y la belleza de la construcción.



Hemos elegido ejemplos de grandes arquitectos e ingenieros (que creemos interesante que el público conozca), como son Antoni Gaudí, Eduardo Torroja, Félix Candela, Santiago Calatrava, Le Corbusier, R. Buckminster Fuller, Frei Otto, Frank Gehry, Eero Saarinen, Mies van der Rohe, Norman Foster, ...



Para terminar, me gustaría mencionar que no sólo el estudio de la Geometría es importante y necesario para los arquitectos e ingenieros, sino que también lo es que el matemático conozca la utilización de su ciencia en otros contextos, como por ejemplo la Arquitectura, lo que le dará otra perspectiva de su trabajo e, incluso, le puede sugerir problemas que se derivan del diseño arquitectónico y en los que de otra forma no repararía.

Cerraremos esta introducción con algunas interesantes citas que reflejan el espíritu de la charla:

“Para que un objeto sea altamente bello es preciso que su forma no tenga nada de superfluo, sino las condiciones que lo hacen útil, teniendo en cuenta el material y los usos a prestar. Cuando las formas son más perfectas exigen menos ornamentación.”

Antoni Gaudí

“La construcción, la arquitectura, no pueden prescindir de la realidad del fenómeno físico, esto es, de las leyes de la estática. Su belleza se funda esencialmente sobre la verdad, sobre la racionalidad de la estructura; debe por tanto, poderse lograr sin adiciones ni ornamentaciones externas. Pero, para obtenerla, es necesario un esfuerzo largo y tenaz en el sentido de las íntimas razones de resistencia de las formas. El resultado genial de un momento de inspiración es siempre el epílogo de un drama, que frecuentemente está constituido por toda una vida de trabajo.”

Eduardo Torroja

“La obra mejor es la que se sostiene por su forma”

Eduardo Torroja

“...ningún material se acerca como el hormigón armado al ideal soñado, ninguno puede tomar con tanta libertad y eficacia formas variadas y resistentes, con espesores mínimos (de pocos centímetros) y ligerezas que no hace más que algunos decenios habían sido consideradas utópicas.

Por primera vez en la historia de la arquitectura, el material se convierte en manos del arquitecto tan maleable y plástico como la porcelana en las del artista de la cerámica”.

Eduardo Torroja

“Por fin, al cumplir los cuarenta, descubrí asombrado que mi desordenada y casual formación parecía haber sido misteriosamente dirigida en un determinado sentido que me permitía encontrarme preparado para la labor que tenía que ejecutar”

Félix Candela

Para encontrar el artículo entero dirigirse a DivulgaMAT (publicación del “Paseo por la Geometría”):

www.divulgamat.net/weborriak/TestuakOnLine/paseoGeometria.asp

(ver también a la página del curso Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas 2004, webpages.ull.es/users/imarrero/sctm04/modulo1.html)



Referencias

- [1] Your Private Sky, R. B. Fuller, The Art of Design Science, Lars Müller Publ., 1999.
- [2] F. Candela, En defensa del formalismo y otros escritos, Xarait Ediciones, 1985.
- [3] A. Castellano (introducción), XII Profecías para el siglo XXI, L'arcaedizioni, 1997.
- [4] J. A. Fernández, J. R. Navarro, Eduardo Torroja, ingeniero, Ediciones Pronaos, 1999.
- [5] D. Giralt-Miracle (editor), **Gaudí**. La búsqueda de la forma, Lunwerg Ed., 2002.
- [6] D. Giralt-Miracle (editor), **Gaudí 2002**. Miscelanea, Planeta, 2002.
- [7] P. Gösel, G. Leuthäuser, Arquitectura del Siglo XX, Taschen, 2001.
- [8] Ph. Jodido, Sir Norman Foster, Taschen, 1997.

- [9] C. Jordá (Ed.), Eduardo Torroja. La vigencia de un legado, SPUPV, 2002.
- [10] I. Margolis, Architects+Engineers=Structures, Wiley-Academy, 2002.
- [11] L. Molinari, Santiago Calatrava, Skira, 1999.
- [12] H. Pearman, Contemporary World Architecture, Phaidon, 1998.
- [13] A. Román, Eero Saarinen, an Architecture of Multiplicity, Princeton Arch. Press, 2003.
- [14] S. Tárrago, E. Torroja, La Modernidad en la obra de Eduardo Torroja, Ed. Turner, 1979.
- [15] K. Williams (Ed.), Nexus III: Architecture and Mathematics, Pacini Editore, 2000.
- [16] AV Monografías 101: Miguel Fisac, 2003.
- [17] www.greatbuildings.com
- [18] www.structurae.de/en/structures/index.php