

**Gernot Minke**

# **Cúpulas y bóvedas**

**para vivir y trabajar,  
crear y meditar**

**Obras del arquitecto Gernot Minke  
desde los años 1975 hasta 2015**

**Icaria** ✿ Bioarquitectura

## Introducción

Es muy probable que si nos piden que pensemos en una cúpula, nos vengan a la mente las de los grandes templos del primer Renacimiento italiano: la de la basílica de San Pedro, en el Vaticano, obra de Miguel Ángel; o la de la iglesia de Santa María de las Flores, en Florencia, diseñada por Filippo Brunelleschi. Los admiradores de la cultura bizantina, muy probablemente destacarían en primer lugar la iglesia de Santa Sofía, en Estambul, cuya cúpula actual, de 31,87 metros de diámetro, data del año 562. Para los musulmanes, el principal referente arquitectónico sería posiblemente la cúpula de la Roca de Jerusalén, construida por el califa Abd al-Malik entre los años 687 y 691.

Personalmente, nuestros ejemplos de referencia son el iglú y el Panteón de Roma. El iglú es una de las construcciones más eficientes y sostenibles que se conocen, ya que con una temperatura exterior de  $-20^{\circ}\text{C}$  pueden conseguir temperaturas interiores por encima de los  $15^{\circ}\text{C}$  con un sistema de calentamiento mínimo. Claro que para ello hay que tener mucha sabiduría, la de los artesanos que conocen cuál es la nieve más idónea, para conseguir el máximo aislamiento. En cuanto al Panteón de Roma del año 125 d.C., la proeza de construir una cúpula de 43,44 metros de diámetro no ha sido igualada, por lo que continúa siendo la mayor cúpula construida sin acero ni tecnologías avanzadas.

Pero las bóvedas que realiza Gernot Minke no son ni de hielo ni de piedra, Minke trabaja con tierra —ya sea en forma de adobes o empacada—, con balas de paja, y en sus experimentaciones ha usado materiales diversos, en ocasiones el bambú e incluso materiales de desecho, como los neumáticos.

## Antecedentes

Hay otros muchos ejemplos de bóvedas, más antiguos que los ejemplos mencionados anteriormente, pero menos conocidas, empezando por los romanos, quienes dan el gran empuje a la construcción de bóvedas y cúpulas. Estos antecedentes pertenecen a la arquitectura popular tradicional. Desde los *trulli*, en la Puglia italiana, contruidos con lajas de piedra, a los graneros americanos contruidos con madera, desde los *tolek musgum*, realizados con bolas de arcilla, a los *indlu* de los zulúes, contruidos con árboles jóvenes, hierba y cuerdas vegetales. De la *ger*, o *yurta* mongol, hecha con madera y lonas de fieltro sujetas con pelo animal, a la *fale tele*, de las islas de Samoa, contruida con travesaños de madera que sostienen esteras de fibra de coco o caña de azúcar. También se utilizan como material de construcción otras fibras, como el bambú en la India, o los juncos en Irak.

En cuanto a la geometría, la cúpula no siempre es una semiesfera, hay formas diversas: las falsas cúpulas, que pueden ser rebajadas, como las casas negras de las Hébridas o las *yurtas*; o apuntadas, como los mencionados *tolek musgum* o los *trulli* italianos. También pueden ser semi-paraboloides, semi-hiperbolooides o semi-elipsoides. Una de ellas, la *indlu* zulú se dice que fue la fuente de inspiración de Bockminster Fuller, el creador de la cúpula geodésica.

## Investigación: la técnica

Una parte importante del libro de Gernot Minke consiste en presentar su labor de investigación, para ponerla a disposición del máximo número de personas sin demasiados recursos: usuarios, constructores y técnicos. Esta labor de investigación se centra en encontrar técnicas “blandas” lo que en el mundo anglosajón se conoce como *low tech*, frente al llamado *high tech*, que son técnicas más difíciles de realizar, que requieren tecnologías caras y complejas, solo al alcance de grandes empresas y destinado a grandes poderes.

Una de las grandes ventajas de construir con cúpulas es que, por el hecho de ser técnicas que transmiten las cargas por geometría, trabajan principalmente a compresión, lo que implica un gran ahorro en materiales necesarios para soportar esfuerzos de flexión, como son la madera, el hierro o el hormigón armado, y una mayor facilidad para construir con piedra, ladrillos y adobes.

Si bien la madera es un material óptimo cuando procede de bosques correctamente gestionados, todavía encontramos graves problemas de deforestación en muchos países del sur. Por otro lado, las emisiones de carbono que generan los procesos industriales de fabricación del acero y el cemento, hacen muy recomendable la utilización de las cúpulas y bóvedas como estrategia de sostenibilidad. Las estructuras tensegríticas<sup>1</sup>, estructuras de compresión flotante, permiten realizar no solo cúpulas sino formas diversas. Eliminando la necesidad de soportar grandes esfuerzos de flexión, contribuimos a una mayor sostenibilidad de nuestras construcciones.

La mayor dificultad técnica en las cúpulas es cómo resolver de la manera más sencilla la estabilidad de la construcción hasta que no está terminada. Para ello se debe contrarrestar los esfuerzos horizontales que la forma genera, o bien evitarlos con la denominada falsa cúpula, realizada mediante anillos circulares.

En nuestro país se desarrollaron las bóvedas catalanas o “de ladrillo plano”. La bóveda catalana usualmente tiene dos o tres capas de rasillas o ladrillos. La primera hoja de rasilla se realizaba con aglomerante de mortero de yeso, cuya rapidez de fraguado permitía avanzar en la construcción sin necesidad de cimbra. La segunda y tercera capa se hacía disponiendo los ladrillos con las juntas de mortero de cal girada 45°. Si el recinto a cubrir no era demasiado ancho y los albañiles eran suficientemente hábiles, permitía construir con una cierta rapidez y de forma económica, por lo que motivó su amplia difusión y utilización. Lamentablemente, la bóveda catalana cayó en desuso y actualmente quedan muy pocos maestros que dominen la técnica. Jordi Domènech<sup>2</sup> es uno de ellos y ha llevado su arte hasta Japón.

Otro de los sistemas más sencillos es la cúpula Nubia<sup>3</sup>, realizada con la simple ayuda de un palo, que actúa de radio de la semiesfera. Esta técnica

---

1. [http://eme3.org/2016/eme3\\_2016/membrane-house/](http://eme3.org/2016/eme3_2016/membrane-house/).

2. Trabajos realizados por Jordi Domènech, artesano y constructor: [www.jordidomenech.cat/](http://www.jordidomenech.cat/)

3. John May *Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales*. Ed. Blume Barcelona 2011.

ca ha sido desarrollada por el arquitecto catalán Gabriel Barbeta, en su propia casa, así como en el parvulario de Sta. Eulàlia de Ronçana<sup>4</sup>. Los grandes referentes en esta técnica fueron el egipcio Hassan Fathy, en la mezquita de Nueva Gourná, realizada con adobes, o Pier Luigi Nervi que utiliza el hormigón.

Las cúpulas también se denominan “domos”, y estos, en la actualidad, son frecuentemente realizados a partir de una estructura geodésica, muchas veces construida con madera, que se viene utilizando como espacio auxiliar para granero, taller, almacén o estudio, pero cada vez más como vivienda<sup>5</sup>. Realizados en general con formas triangulares, se pueden incluso comprar y montar siguiendo las instrucciones del fabricante, cual si fuese un mueble prefabricado.

## La percepción del espacio

Todas las culturas antiguas dedicaron sus esfuerzos a buscar el lugar óptimo para su comodidad y salud, el “buen lugar”, para obtener el “buen vivir”. Y en esta investigación, con resultados fruto de siglos de prueba y error, como son todos los procesos artesanales, se llegó a conseguir espacios de gran confort, espacios de armonía. Los constructores masones de catedrales sabían mucho de las influencias del lugar y de las energías no visibles, también de la influencia del sol y de las fuerzas telúricas y cósmicas.

Hoy aquellos conocimientos han sido en general olvidados, pero el resultado de ello ha sido la pérdida de la capacidad de “saborear” los espacios, más allá del sentido de la vista. Quizá fuera este el motivo por el que el prestigioso restaurante “El Celler de Can Roca” ha elegido construir una cúpula de madera, metacrilato y cañas, de veintidós metros de diámetro, de la mano del arquitecto Oriol Rosselló.

Un elemento fundamental para quien desea vivir en una forma semiesférica es la importancia que se concede a la influencia de las formas en las personas. En realidad la calidad de un espacio la detectamos no solo con la vista, sino también con el tacto y la sensibilidad de todo el cuerpo; y no solo nos referimos a la temperatura, la humedad, el ruido o el viento, sino también a las energías sutiles, que son estudiadas tanto por las culturas orientales, con las técnicas del Feng-Shui chino o el Vastuu indio, como en nuestra cultura, donde hoy se siguen con interés las técnicas de la radiestesia, la geobiología, la bioconstrucción, o la geometría sagrada<sup>6</sup>, todas ellas destinadas a dar las condiciones más saludables a los espacios que habitamos.

También desde la antigüedad se han relacionado ciertas formas a una mejor sensación de confort y bienestar. La cúpula es una de ellas, junto a la pirámide, o el cono. El paralelepípedo, en cambio, no proporciona la misma sensación de confort. Según estas investigaciones las formas geométricas emiten radiaciones denominadas ondas de forma. En la física actual estas ondas y su interacción corresponde a lo que el científico

---

4. Xarxa Ecoarquitectura Gabi Barbeta: <http://www.ecoarquitectura.eu/escuelas-html>.

5. <https://eldomodelaluz.blogspot.com.es/>.

6. Stéphane Cardinaux. *Geometrías sagradas*. Ed. Terra et sidera. 2016.

Rupert Sheldrake<sup>7</sup> denomina “resonancia mórfica”, que estudia las gamas de frecuencias de los distintos materiales, colores, formas y elementos.

Hace ya más de veinte siglos el yogui indio Patanjali relacionaba los 5 elementos de la naturaleza según la cultura india (aire, fuego, agua, tierra y éter), con los 5 sentidos, oído, tacto, vista, gusto y olfato. Según su teoría el único sentido que puede percibir a los 5 elementos es el oído, percibe a 4 el tacto, y solo a 3 la vista. Si consideramos que nuestra cultura actual es predominantemente visual, y tenemos en cuenta los experimentos realizados sobre la capacidad de engaño a la que puede someterse este sentido, como las famosas escaleras imposibles de M.C. Escher, y a la vez meditamos sobre lo que podemos sentir al tocar a ciegas, o percibir en estados de meditación, veremos que estas formas de percepción más sutiles han sido olvidadas por el ritmo de vida y las costumbres actuales.

En el mundo antiguo hasta la edad media, la representación de la realidad acostumbraba a ser simbólica, de esta manera se proporcionaba una mayor cantidad de información, con intenciones diversas y determinadas. A partir del Renacimiento, el descubrimiento de la perspectiva, si bien produjo grandes avances en la representación fiel de la realidad, produjo una fragmentación progresiva. Lo mismo ocurre con el microscopio o el telescopio. Esta fragmentación o acercamiento lleva como efecto secundario una pérdida de sentido de la totalidad<sup>8</sup>. Si a este hecho le añadimos la aceleración y velocidad con la que vivimos, que también nos va alejando de la percepción pausada de la realidad, el consumismo que sustituye lo necesario por lo superfluo, y el culto a lo efímero, entenderemos que cada vez nos alejamos más de la percepción sutil de la realidad, de los espacios y lugares en los que vivimos, trabajamos, o descansamos. Quizás convendría volver a recuperar aquellas viejas sensibilidades, sutiles y refinadas, que nos permitirían vivir mejor, buscar el buen lugar, y entre ellos, sin duda alguna encontraríamos la cúpula y la bóveda.

Anna Altemir y Toni Solanas  
Presidenta y vicepresidente de la Asociación BaM  
1 de marzo de 2017

---

7. Rupert Sheldrake *La presencia del pasado. Resonancia mórfica y hábitos de la naturaleza*. Ed. Kairós. Barcelona 1990.

8. Arthur Zajonc. *Capturar la luz*. Ed. Atalanta. Vilaiür 2015.