



Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión

**Comunicaciones  
Científicas y Tecnológicas  
Anuales  
2011**



La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores.

Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

---

COMPILACIÓN:

Secretaría de Investigación

COORDINADOR EDITORIAL:

Arq. Mgter. Marcelo Andrés Coccato

COMISIÓN EVALUADORA:

Arq. Dra. Laura Alcalá // D.G. Cecilia Roca Zorat // Arq. Ana Lancelle // Arq. Carlos E. Burgos  
Arq. Claudia Pilar // Arq. Herminia Alías // Arq. María Elena Fossatti // Arq. Dra. Paula Valdes //  
Arq. Marina Scornik // Arq. Marcela Bernardi // Arq. Emilio Morales Hanuch  
Arq. Daniel Vedoya // Arq. Mario Ruben Berent

DISEÑO GRÁFICO:

D.G. Dario Felix Saade

Imagen de portada: Casa de Ceramica del Arq. Wang Shu (2003-2006) Premio Pritzker 2012

Colaboración en Edición:

Lic. Veronica Berrini

© EDIFAU

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional del Nordeste

(H3500C01)Av. Las Heras 727 | Resistencia | Chaco | Argentina

Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

ISSN: 1666 - 4035

Reservados todos los derechos

Impreso en Corrientes, Argentina.

Junio de 2012



032.

## FRACTALES Y ARQUITECTURA

Iturriaga, Rufino - Jovanovich, Ethel C.

[rufinoit@yahoo.com.ar](mailto:rufinoit@yahoo.com.ar) // [carijovanovich@yahoo.com.ar](mailto:carijovanovich@yahoo.com.ar)

### RESUMEN

*La geometría clásica se encuentra presente, desde siempre, en cada obra y en cada proyecto a través de los diferentes elementos simples que se incorporan a las morfologías, para dar lugar a la expresión creativa de los ambientes y los espacios.*

*La evolución del pensamiento humano ha permitido, hace no más que algunas décadas, el desarrollo del concepto de geometría fractal, caracterizado por la irregularidad en las magnitudes y descrita por algoritmos recursivos, la cual presenta un avance sobre la arquitectura, ampliando el espectro creativo y dando nacimiento a formas y diseños novedosos a través de algunos de sus elementos más conocidos, la Cruz de Von Koch, la Curva de Hilbert, el Pentágono de Dürer, la Esponja de Menger y muchos otros.*

**PALABRAS CLAVE:** Fractales - Arquitectura.

### OBJETIVOS

- Brindar un concepto claro y sencillo sobre geometría fractal.
- Mostrar la relación existente entre los conceptos de geometría fractal y la arquitectura, generando sustentabilidad a través del análisis de aplicaciones existentes y el estudio de posibilidades novedosas.
- Efectuar un estudio de los temas para evaluar la factibilidad de aplicarlo a la cátedra de Ciencias Básicas en la carrera de Arquitectura.

### INTRODUCCIÓN

El término fractal es un vocablo derivado del latín, fractus, que significa quebrado o fracturado y se lo utiliza para designar a objetos semigeométricos cuya estructura básica se repite a diferentes escalas.

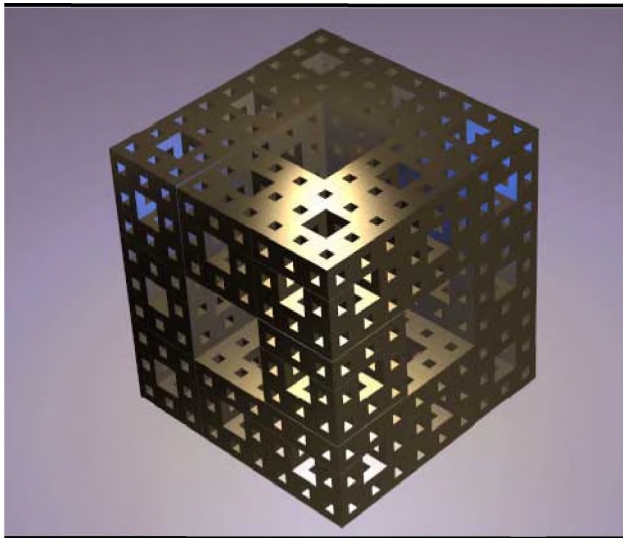
No es sencillo encontrar una definición rigurosa para los fractales. Ciertamente, los mencionados objetos presentan dos propiedades ineludibles a considerar en el intento de una definición: la autosimilitud y la dimensión extraña. Benoit Mandelbrot, matemático nacido en Polonia, uno de los artífices e impulsores de la geometría fractal, el mismo que propuso el nombre fractales, consideró que la definición por él establecida no era lo suficientemente general para comprender todos los aspectos.

Mandelbrot estableció que los fractales son conjuntos cuya dimensión de Hausdorff es estrictamente mayor que su dimensión topológica.



## DESARROLLO.

Todos los fractales tienen algo en común, ya que todos son el producto de la iteración o repetición, de un proceso geométrico elemental que da lugar a una estructura final de una complicación aparente extraordinaria. La utilización de los algoritmos como herramienta de diseño, brinda los beneficios de la profundidad y amplitud y permiten abordar los procesos con una escala y complejidad, que pueden generar permutaciones infinitas, que serían inviables a través de un enfoque manual. Sus proyectos tratan de explorar los algoritmos y la computación como una herramienta de diseño generativo, combinados a los actuales procesos de diseño produciendo una nueva e inusual forma arquitectónica, que



*Fig.1 La Esponja de Menger*

nos atreveremos a denominar "Arquitectura Fractal".

La esponja de Menger o cubo de Menger, fue descrita por primera vez por el matemático austriaco Karl Menger, en el año 1926. Para efectuar la construcción del mismo, se parte desde un cubo lleno y se lo divide en 27 cubos idénticos, que resultarán más pequeños lógicamente; luego se quitan el cubo central y los seis que comparten caras con él, de manera que quedan 20 cubos. Por cada iteración que del proceso mencionado el número de cubos aumentará en  $20n$ , de manera que rápidamente se llegará a un número muy alto. La forma de la esponja de Menger hace pensar sin duda en el cubo mágico. La esponja de Menger presenta propiedades geométricas de gran interés, a medida que se aumentan las iteraciones la superficie aumenta hasta tender al infinito, al mismo tiempo que encierra un volumen que

tiende a cero. Presenta una dimensión fractal entre un plano y un sólido de 2,73.

Dentro de la arquitectura, el cubo de Menger deja vislumbrar las relaciones lleno-vacío, de aplicación a la parte estructural y a los espacios como se puede notar en el proyecto que se muestra en la figura, que corresponde a una de las propuestas finalistas para el Centro de Artes Escénicas de Taipei (China), la cual logró una mención especial aunque finalmente no fue la seleccionada para la construcción.

La obra, que se muestra en la figura, fue presentada por el estudio NL Architects a través de sus responsables Pieter Bannenberg, Walter van Dijk y Kamiel Klaasse que se basa en un espacio combinado de escala urbana, que busca lograr un espacio verdaderamente público, definido por el mismo, para lo cual se apuesta a la perforación del interior del mismo originando una estructura permeable para los peatones.

El edificio logra una identidad; la plaza interior es un espacio abierto que permite el fluir de la vida urbana en todas las direcciones a través del mismo, parcialmente protegido de los agentes meteorológicos. Cualquier objetivo dentro del edificio se puede alcanzar mediante el uso de varios caminos alternativos, los cuales resultan interesantes para inducir al encuentro y la interacción social, contando con instalaciones de bares, pasillos, restaurantes, salas de música y otras.



Fig. 2 - Imagen: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/05>

En cada una de las caras del cubo de Menger quedará formada la alfombra de Sierpinski (Fig 6), la cual se puede apreciar en la figura en sus primeros órdenes de iteración. Siguiendo la relación con la esponja de Menger se puede establecer que la alfombra tendrá una superficie que tiende a cero cuando se incrementen las iteraciones y una longitud que tiende a infinito. La misma resulta útil para el tratamiento de relaciones lleno-vacío dentro de la estructura general de las ciudades, morfologías básicas, patios de parcela y manzana, circulaciones interiores y aperturas de fachada o estructuras de máxima envergadura y mínimo peso, característico de las formas arquitectónicas y urbanas.

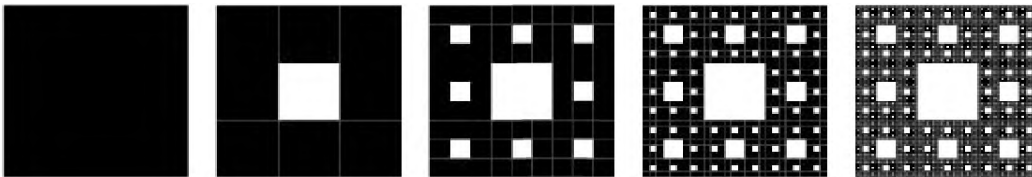


Fig 3 - Alfombra de Sierpinski hasta el cuarto orden de iteración.

Imagen: <http://personal.telefonica.terra.es/web/mundofractal.html>

Varios de los estudios de arquitectura más importantes del mundo incorporan diseños que tienen a fractales como inspiración, Zaha Hadid, Jacob + Mc Farlane, OMA y otros.

Existen en la arquitectura otras aplicaciones de fractales, Serapio Nono, arquitecto de prestigio y amante de las matemáticas, diseño una amplia urbanización de viviendas siguiendo la curva de Hilbert. El  rbol binario de Pitágoras en su forma equilibrada, permite pensar en la distribución de espacios que se van separando a partir de una



clasificación de temas o subtemas. La Cruz de Von Koch y el copo de nieve de Von Koch en sus primeros órdenes de iteración pueden aplicarse en el diseño primario de plantas de edificaciones para sistemas carcelarios y también para galerías artísticas.

El Jardín Botánico de Barcelona asume la división fractal de la naturaleza misma, siendo el ejemplo más famoso que existe. Para su construcción el equipo de arquitectos ha tenido en cuenta dos consideraciones fundamentales: la relación con la estructuración de la vegetación, pues se debían proyectar las plantaciones siguiendo un ordenamiento geográfico, de manera que las plantas quedaran agrupadas según las cinco regiones mediterráneas existentes en el mundo, y dentro de estas zonas, se agruparan por afinidades ecológicas, es decir, representando los paisajes naturales. En segundo lugar, se hacía necesario que el proyecto permitiera a la misma montaña ofrecer las condiciones topográficas tanto para los espacios de plantaciones como para el diseño de la red de caminos, aprovechando el relieve natural y de este modo evitar grandes movimientos de tierras.

#### CONCLUSIONES.

En el avance que presenta desde su reciente aparición, la geometría fractal encuentra aplicaciones en el diseño arquitectónico desde el punto de vista de las formas surgidas de los diferentes conjuntos y los alcances de cada uno (volúmenes, plantas, distribuciones, etc.), muchas de las cuales se encuentran ya plasmadas en obras dispersas por todo el mundo y nuevas propuestas.

No es sencillo establecer una definición de fractales y los intentos, en muchos casos, involucran elevados conceptos matemáticos, lo cual haría muy difícil el abordaje del tema dentro de una cátedra (por cuestiones de tiempo y por cuestiones de profundidad en el estudio de los temas), sin embargo es posible el tratamiento del concepto general referido a una geometría no tradicional.

#### BIBLIOGRAFÍA.

- Mandelbrot, Benoit (2003). La Geometría Fractal de la Naturaleza. Barcelona (España). Editorial Tusquets.
- Spinadel, Vera W de - Perera, Jorge G. - Perera, Jorge H. (2007). Geometría Fractal. Buenos Aires. Ed. Nueva Librería.
- Sabogal, Sonia - Arenas, Gilberto (2008). Una Introducción a la Geometría Fractal. Bucaramanga (Colombia). Universidad Industrial de Santander.
- <http://fractovia.org/es>
- <http://freakarq.es>
- <http://daac-arquitectos.com>