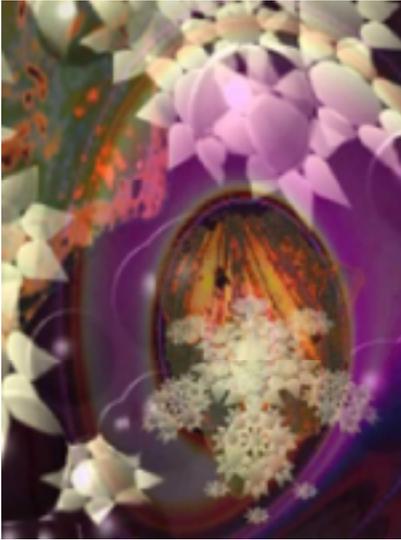


# MANDALAS Y FRACTALES: MORFOLOGÍAS DE LA NATURALEZA

Lic. Milena Paglini

Escuela de Bellas Artes, Facultad de Humanidades y Artes,  
Universidad Nacional de Rosario, Argentina.  
mpaglini@sinectis.com.ar



## Resumen

Las investigaciones acerca de diferentes representaciones morfológicas de la Naturaleza a través de la historia, es un análisis de las formas en general. En este caso, los conceptos de mandala y fractal, los encontraremos en diferentes producciones que distan en tiempo y culturas. En la relación que existe entre Arte y geometría, se destaca, el mandala, como forma de representación de la naturaleza, lo uno y lo múltiple, la diversidad y la unidad, un estudio de sus manifestaciones en los calendarios astrológicos, en los rosetones de las catedrales góticas y en las imágenes tibetanas.

El fractal, en sus diferencias con el concepto de dimensión de Euclides nos llevará hacia una interpretación del entre, de lo fraccionario, de lo sinuoso, una continua manifestación en la misma naturaleza además, teniendo en cuenta, la idea de homotecia interna, un concepto pitagórico sobre la armonía de las formas. Un recorrido general sobre las diferentes modalidades de representación de lo mismo. El pensar, la razón; en un proceso de geometrización que se ha basado el hombre desde siempre; en el intento de comprender y al mismo tiempo imitar lo que lo rodea.

## Abstract

*The research on the different morphological representations of Nature throughout History is only a general analysis of forms. In this case, the concepts of mandala and fractals will be found in different productions distant from one another both in time and culture. In the relationship between Art and Geometry, the mandala stands out as a way of representing nature, the one and the multiple, diversity and unity; a study of its manifestations in astrological calendars, in the rose windows of the Gothic cathedrals and the Tibetan images.*

*The Theory of Fractals, in its differences from the Euclidean concept of dimension, will lead us to an interpretation of the "among", the fractional, the sinuous, a continuous manifestation in nature itself; besides, bearing in mind the internal homothety, a pythagorical concept of the harmony of forms. A general look into the different modalities of representation of the same subject. The act of thinking, the reasoning on a process of geometrization on which man has always placed himself; an attempt to understand as well as to imitate what surrounds him.*

## Introducción

El hombre en su afán de conocer su entorno ha observado y estudiado muy de cerca las formas naturales que lo rodean. Pensar es sistematizar de alguna manera geometrizar esto que tanto lo inquietaba, de este modo clasificó y reprodujo las morfologías naturales en sus propias construcciones.

La filosofía del número como ordenador del cosmos es un concepto que perduró a través de la historia por medio de un pensamiento sistémico que fue desarrollado por los pitagóricos en gran medida, pero no nos olvidemos que el número, la armonía y la proporción, la geometría en su totalidad; es un concepto innato que encontramos en la misma Naturaleza.

El objetivo es unir a partir de una investigación teórica y una producción plástica dos sistemas de representación de la Naturaleza, teniendo en cuenta la longitud temporal que hay entre ellos y sus coincidencias conceptuales de ambos.

Determinar un análisis, una reflexión, a través de diferentes lecturas realizadas. Un interés en común en medir de alguna manera la propia naturaleza, el querer imitarla, a través de una geometrización de sus componentes para una mejor comprensión de sus leyes.

Originar un trabajo que permitirá una comprensión global del tema que concluirá en una producción de imágenes digitales dispuestas a mostrar, a través de la gráfica, la unión de estas dos representaciones de la morfología natural.



## I Los mandalas.

Los mandalas son formas geométricas que sintetizan de alguna manera la estructura de lo que es observado. La multiplicidad de los acontecimientos están simbolizados por el gran círculo director y el centro como la unidad, lo inmóvil, lo eterno.

En la antigüedad, el hombre ha construido una serie de espacios teniendo en cuenta esta forma, el círculo como elemento primordial; en diferentes culturas en distintas épocas. Si nos remontamos al 2200 ad, por ejemplo, los Stone Heads en Gran Bretaña, es una construcción de piedras organizadas en forma circular que seguramente habrá tenido alguna asociación astrológica.

En la antigüedad, se han construido templos y monumentos de base astrológica, en armonía, el todo en la parte, la construcción como síntesis de la estructura del cosmos una visión totalizadora del hombre en su problemática por descubrir lo oculto en el mapa celeste. La geometría fue una excelente herramienta al servicio de estas arquitecturas, las pirámides egipcias, los templos de la América precolombina son los ejemplos mas claros de esta idea.

El círculo, como símbolo principal del mandala, ha representado para todas las culturas la manifestación total, la Naturaleza que lo abarca todo, el orden y la armonía en su relación equidistante de cada uno de sus puntos con respeto a su centro.



Fig 1 - Milena Paglini, infografía, 2001

En la tradición pitagórica encontramos dos conceptos importantes, el macrocosmos (el universo, el cosmos, la naturaleza) y el microcosmos (el hombre); estos están íntimamente relacionados a través de un orden armónico. Pero también la proporción y el ritmo toman un papel importante, el todo contiene la parte y esta contiene al todo. La medida y la proporción es lo que le interesará estudiar para descubrir estas leyes matemáticas internas de la propia manifestación de su entorno.

Los calendarios astrológicos, en general, encontramos estudios, a partir del círculo y de los cálculos astrales. De esta manera se puede determinar, a partir de la matemática y la geometría; gráficos sobre los ciclos de la propia Naturaleza, teniendo en cuenta principalmente tres mediciones básicas: la rotación y la traslación de la Tierra, las fases de la luna y el nacimiento y el ocultamiento del Sol. Estos cálculos varían a grandes cifras: siglos, años a pequeñas: semanas, días; todos de este modo, íntimamente relacionados.

Uno de los elementos fundamentales que encontramos en los calendarios son los opuestos, el día y la noche, las estaciones frío calor, el sol ligado a lo masculino, la luna con lo femenino. Esta idea de los contrarios, podemos observarla también, en unos de los mandalas mas conocido de origen chino taoísta, el Yin y el Yan, un círculo director generado a través de opuestos, negro y blanco, convexo, cóncavo; nos muestra la relación armónica que existe entre ellos, y su manifestación continua en la Naturaleza.

## II Arte y mandalas

El arte tibetano esta íntimamente ligado a su religión, no cualquiera puede pintar y ser artista, necesitan una preparación muy especial, por lo tanto, antes de producir leen textos, meditan y realizan todo tipo de rituales para llegar a un estado en el cual la pintura fluya en el mismo hacer.

En este tipo de arte religioso, toda la composición esta medida y organizada; se trazan directrices horizontales y verticales en el lienzo, la unidad de medida es el tala, distancia que media entre las puntas de un pulgar y el índice de una mano bien estirada. El rostro de la divinidad tiene esta medida y servirá como patrón para todo su cuerpo, y si es representada en forma erguida esta se la divide en nueve unidades, el sistema que su división es en nueve se llama "navatala" y refleja la división de la cosmovisión en la relación entre macrocosmos y microcosmos.

Las pinturas tibetanas generalmente son conocidas como thankas, dentro del estilo de la pintura visionaria encontramos los mandalas, en los cuales está todo ordenado entorno a un centro, la figura periférica a veces puede ser un cuadrado con cuatro puertas; y en las formas internas, se encuentra representada la divinidad central y a su alrededor la flor de loto, u otros símbolos que acompañen a la misma.

Las plantas de los templos tibetanos también reproducen esta forma, por ejemplo, la construcción de los techos de cuatro lados en forma de pagoda corresponde a la forma mandalica la cual al ser de gran escala el meditador la puede recorrer, significa que cambia el punto de vista de la observación de una pintura a la experimentación de un espacio con su propio cuerpo.

El mandala oriental, principalmente en la india, podemos encontrarlo con el nombre de yantra, este se construye a través de un círculo inscrito en un cuadrado, la forma exterior posee cuatro puertas formadas a partir de dos cruces esvásticas polarizadas en sentido contrario, aparecen simultáneamente en la construcción permitiendo el acceso al interior; pueden encontrarse como elementos decorativos pero una de las funciones principales es su carácter ritualístico.

A partir, de una ceremonia o ritual; se convierte este yantra o mandala en una gran máquina para la meditación, cantos y oblacones a una deidad en particular, formando un camino que recorre dentro de la composición yantrica a través de lo simbólico, lleva a los participantes, hacia la unidad y a la toma de conciencia sobre la existencia.

## III La tradición pitagórica

Las influencias entre el oriente y el occidente a través de la historia nos permite realizar un recorrido rizomático de las diferentes representaciones de lo mismo, el mandala como instrumento para la contemplación de la naturaleza, de la unidad y la diversidad, de los contrarios, de lo mas burdo a lo más sutil.

Teniendo en cuenta que estos estudios traducidos en símbolos geométricos para la construcción del mandala recorren un camino muy estrecho en el “entre” la ciencia y el misticismo, la religión y la geometría, la razón y la superstición.

Unas de las influencias más interesante, es la tradición pitagórica-egipcia y su traducción en las construcciones de las plantas y los rosetones de las catedrales góticas, un buen ejemplo de la utilización de la geometría en un sentido totalmente místico y esotérico, oriental que se entremezcla con el cristianismo occidental.

Los conocimientos pitagóricos de la concepción esotérica de la arquitectura que venía desde Egipto fue también desarrollada por los griegos en la incorporación, de una concepción metafísica del número y de sus emanaciones: proporción, ritmo y forma.

*“La euritmia aparece cuando la simetría, esta correspondencia métrica, se obtiene por el encadenamiento continuo de las proporciones, por la analogía recurrente, y cuando además, la analogía se manifiesta de modo feliz tanto en las formas de las partes maestras como en las relaciones entre estas partes y el conjunto arquitectónico”(Ghyca, 1978:44).*

En la Edad Media, los rosetones y las plantas de las catedrales góticas, están formados por un círculo director en el cual se encuentran inscriptos los polígonos platónicos regulares, en algunos casos las particiones en doce o en cuatro de este gran círculo, nos recuerda a los calendarios. Este tipo de mandala-rosetón, podemos decir, que es una de las expresiones más desarrolladas al convertir en unidad luz, color y forma.

*“Notre Dame posee también dos bellísimos rosas de luz (sin vitral) pentagonales, cuyo dibujo suave y perfectamente proporcionado, evoca un cáliz floral o algún organismo vivo”(Ghyca, 1978:43).*

El orden y la armonía eran conceptos muy importantes para la construcción de las formas, a través de la proporción áurea, o el llamado número de oro, las analogías eran provocadas en el conjunto de sus elementos mediante la geometría; pero no es casualidad ya que estas morfologías habían sido observadas desde siempre en la misma Naturaleza.

La estructura del propio crecimiento de los seres vivos, es un proceso que produce formas homotéticas sucesivas, cuyo aumento es en progresión geométrica. La observación de la naturaleza ha servido de bases fundamentales para la teoría de las proporciones y la geometría de ese momento.

#### IV Euclides y el mundo islámico

El geómetra Euclides fue quien sistematizó el saber de su tiempo en materia de la geometría plana y del espacio; su obra fue titulada “Elementos” escrito en el 300 ad. En la escuela matemática de Alejandría. El mundo árabe fue influenciado por estos tratados hacia finales del s. VIII.

La geometría adquirió importancia en sus producciones ya que no era permitido, en el orden religioso, las representaciones figurativas. Estos diseños geométricos utilizados en forma ornamental eran portadores de contenidos sagrados.

Los diseños, en general, están basados en sistemas de redes, significa que se descomponen en unidades idénticas y se repiten en secuencias regulares; este tipo de composiciones morfológicas las encontramos también, en las formaciones de los sistemas químicos inorgánicos, los cristales; en los cuales sus composiciones se basan en redes cúbicas, hexagonales o triangulares.

#### V La geometría euclidiana vs. No euclidiana

En el siglo pasado Benoit Mandelbrot afirmó en su libro “La geometría fractal de la Naturaleza” la siguiente frase, refutando, de alguna manera, la noción geométrica del gran maestro Euclides:

*“... ni las nubes son esféricas, ni las montañas cónicas, ni las costas circulares, ni la corteza es suave, ni tampoco el rayo es rectilíneo...”(Mandelbrot, 1997 :15)*

En 1823 se descubrió la geometría no euclidiana por obra simultánea del húngaro János Bolyai y el ruso Nikolai Lobachevski; además el matemático Riemann, fue quien siguiendo los pasos de Bolyai, desarrolló sus investigaciones acerca de esta nueva geometría, alrededor de 1854. Siendo más tarde estudiada también por Beltrami y Klein en 1868.

Paralelamente durante el siglo XIX Georg Cantor revolucionó la teoría de los conjuntos facilitando un nuevo tipo de aritmética para el tratamiento del infinito. En 1890, el francés Henri Poincaré extendió esta idea que rompería con la geometría tradicional. En 1918 sus investigaciones fueron estudiadas por dos matemáticos franceses, Gastón Julia y Pierre Fatou. El Dr. Benoit Mandelbrot en 1975, impulsado por el desarrollo de la tecnología de los ordenadores, retoma estas investigaciones y las compacta en una sola idea a la que denomina “geometría fractal”.

#### VI Dimensión fractal

En la geometría euclidiana encontramos el siguiente concepto de dimensión: Un punto aislado constituye una figura de dimensión cero, una recta de dimensión uno; un plano de dimensión dos, un volumen de dimensión tres.

De esta manera se define como propiedad de todo cuerpo geométrico y se denomina dimensión topológica.

El matemático Hausdorff en 1919 añadió a ciertas figuras una dimensión que no es un número entero sino una fracción, o un número irracional, o un algoritmo o cualquier ecuación complicada.

La dimensión topológica de un cuerpo se supone que debe ser igual que su dimensión de Hausdorff-Besicovith, siendo entonces lo importante en topología el que todos los cuerpos llamados “euclídeos” poseen esta característica.

Mandelbrot reemplaza el concepto de dimensión Hausdorff-Besicovith por el de “dimensión fractal”. Gracias a esto se observa una diferencia fundamental: los objetos fractales tendrán su dimensión topológica menor que su dimensión fractal.

#### VII Homotecia interna

Se define a través de patrones de funciones aplicadas sucesivamente y esto tiene mucho sentido en cuanto al todo, que se puede descomponer en partes, y continúa prevaleciendo una estructura similar a toda escala.



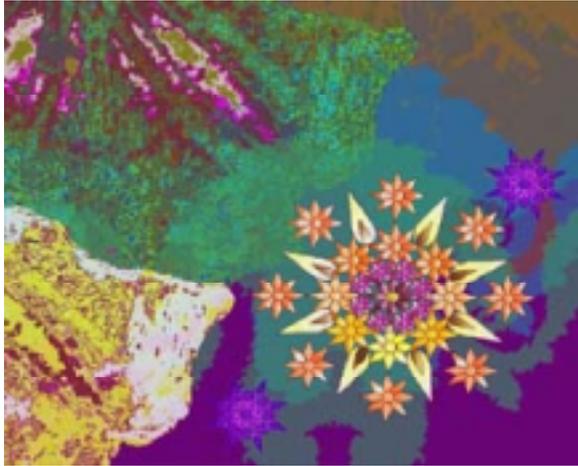


Fig 2 - Milena Paglini, infografía, 2002

La curva de Von Koch en un ejemplo de homotecia interna; es una curva autosimilar que está formada por una continuación de triángulos cada vez más pequeños que a su vez construyen siempre la misma imagen. Se la menciona también con el nombre de copo de nieve por su cierta similitud a la forma de los cristales de hielo que son homotéticos en toda su composición.

### Conclusión:

Debido a la investigación realizada, teniendo en cuenta los conceptos de mandala y fractal podemos definir que estas dos maneras de representación de la Naturaleza son formas del mismo pensamiento humano mucho antes de que llevaran sus respectivos nombres.

El proceso de geometrización de las formas que nos rodea es una manera de simbolizar conceptos sin la necesidad de imágenes propiamente naturalistas, una convención cultural que lleva en las propias formas la historia y el conocimiento de nuestros antepasados.

La producción gráfica, detrás de esta investigación, abarcará diferentes composiciones de formas geométricas abstractas combinadas con fragmentos de la propia realidad; lo fractal y lo mandálico se unirán en una misma imagen.

En el proceso de escaneo de fragmentos de la propia naturaleza, caracoles, algas, insectos, etc. se combinarán en las propias composiciones, con formas geométricas realizadas enteramente por ordenador.

Los estudios de las formas de la naturaleza fue un trabajo del hombre desde la antigüedad, la construcción de distintos métodos, para poder racionalizar estas formas, era el deseo de llegar a una mejor comprensión intelectual y su desarrollo, que luego fueron aplicadas en diferentes campos: arte, ciencia y filosofía.

### Referencias

- Ghika, Matila. "El número de oro" vol I: Los Ritmos, vol II Los Ritmos, Barcelona, Ed. Poseidón, 1978
- Gonzalez, Federico. "El Ser del Tiempo. Simbolismo de los Calendarios", <http://www.geocities.com/Athens/Oracle/8612/sarte3es.htm#n1>
- Heinz, E. R. Martin. "El arte tibetano", Barcelona, Ed. Blume, 1980.
- Mandelbrot, Benoit. "La Geometría Fractal de la naturaleza", Barcelona, Ed. Tusquets, Metatemas 49, 1997.
- Mandelbrot, Benoit. "Los objetos fractales", Barcelona, Ed. Tusquets, Metatemas 13, 1987
- Rudiger, Dahlke. "Mandalas. Para encontrar lo divino en ti", Barcelona, Ed. Robin Cook, 1997.
- Wilson, Eva. "Diseños Islámicos", México, Ed. Gustavo Gili, 1998.