

GEOMETRIA FRACTAL Y DISEÑO

D.I. Luz María Jiménez Narváez

26 de noviembre de 1997

Descubrir la geometría del universo, es una tarea que se ha impuesto el hombre, con el objetivo de describir y a la vez entender el mundo que lo rodea. A lo largo de la historia de la humanidad, se han impuesto dos pensamientos teóricos para la geometría: el pensamiento euclidiano y el pensamiento fractal. El primero, legado de los antiguos griegos y el segundo, legado de Benoit Mandelbrot, Guisepe Peano, Helge von Koch y en términos generales de la cultura contemporánea.

La geometría euclidiana, funda su teoría en la existencia de unas formas ideales, que rara vez se encuentran en la naturaleza, por cuanto son arquetipos de la mente humana, el círculo, el triángulo, el cuadrado y a su vez sus homólogos tridimensionales: la esfera, la pirámide o el cono, y el cubo, figuras y formas que solo viven en la mente y la capacidad humana de jugar y bosquejar con ellas.

En cambio, la geometría fractal, propone modelos de medición y de repetición de las formas de la naturaleza, donde existen otras relaciones que desde su simpleza se convierten en complejidad y desde su linealidad surgen formas volumétricas.

Este breve artículo, no pretende describir qué es la geometría fractal, sobre ello hay muchos libros especializados que lo hacen al detalle. El objetivo de este ensayo es poner de manifiesto, las relaciones que pueden presentarse entre la geometría fractal y el diseño.

La geometría fractal puso en evidencia dos aspectos centrales en la definición del problema de la forma: uno el problema de la dimensión y el problema de la complejidad. Ambos elementos, esenciales para tratar de abordar la forma desde la competencia del diseño.

Para Mandelbrot, la relación entre dimensión y complejidad están del todo relacionadas. Entre mas compleja sean las sinuosidades de una forma, más difícil será su medición. Con su célebre pregunta sobre ¿qué longitud tiene la línea costera de Gran Bretaña?, pudo demostrar la relación entre el instrumento de medida y la dimensión alcanzada, así como el concepto de infinito en una línea que aparentemente es susceptible de ser medida. En la práctica el cartógrafo puede definir la escala y omitir detalles por debajo de alguna cifra. Sin embargo, desde el punto de vista matemático, el tamaño de ese límite costero, o de cualquier límite es infinito. Por cuanto cualquier figura que contenga detalles en escalas cada vez más pequeñas tiene una magnitud infinita, que se va haciendo cada vez, al aumentar nuestra capacidad de medición, mas infinitamente pequeñas.

Este acertijo, originó un revuelo matemático. Para superarlo Mandelbrot, generó una nueva clase de medición cualitativa basada en escalas: *la dimensión fractal*. En la dimensión fractal, cambia el paradigma del concepto de dimensiones, o de dimensionar. Nuestras ideas convencionales de medición, nos dicen que algo puede medirse cuantitativamente. Pero en la dimensión fractal, la medición se realiza por: la complejidad de la forma y el punto de vista del observador. La complejidad

se mide de 0 a 3, si la forma es línea, curva, o borde es unidimensional, tendrá el valor de 1, si la forma es superficie, o pared, tendrá un valor de 2, y si la forma es tridimensional tendrá un valor de 3.

Algunos objetos, tienen las tres dimensiones, ¿cómo puede ser esto? Si se tiene en cuenta el punto de vista del observador, se debe tener en cuenta la relatividad de su observación. El ejemplo clásico, del ovillo de lana, que desde lejos es un punto (tiene dimensión 1), cuando se acerca vemos una esfera (dimensión 3) y cuando lo vamos tejiendo vemos el hilo como líneas entrelazadas (dimensión 2), que vuelve a ser dimensión 1 cuando empezamos a ver cada hilo como una línea. Otra relación interesante, es que a su vez una línea que serpentea sobre un plano uniendo los puntos que constituyen ese plano, su dimensión puede acercarse más a la de un plano, que a la de una línea como tal, en este caso su dimensión puede ser de 1.2618 o 1.1291 o 1.3652. De acuerdo a ello, la dimensión fractal de la línea costera de Gran Bretaña es 1.26.

Esta dimensión entonces, obedece a las características especiales de la forma, y de acuerdo a la dimensión fractal depende directamente del punto de vista del observador. De ello que se hable de una nueva **dimensión relativa**, que varía de 1 a 3, y está supeditada a la relación del observador y el sujeto observado.

La dimensión relativa, explica de manera mas precisa la dimensión aparente de las cosas que nos rodean. Y afirma que tanto la dimensión, como su complejidad dependen del punto de vista del observador. Es una afirmación que derrumba los mas altos postulados del pensamiento positivista y racional, que persisten en mantener aislado al observador y con los cuales se había sostenido la ciencia durante los últimos cuatrocientos años.

El conjunto de formas que, se generan por un proceso de repetición, y que tienen detalles a escala que son similares, así como por tener una dimensión fractal, se denominan: **fractales**, término acuñado por Mandelbrot en 1975, que se deriva del latín **fractus** que quiere decir, irregular. Y con el que pudo, además conjugar la connotación de fraccional y fragmentario, que identifican también a los fractales.

Hay diferentes características que distinguen a un elemento fractal, entre las principales tenemos: poseen infinitos detalles, infinita longitud, carecen de inclinación (dimensión derivativa fraccional), presentan autosimilitud (repetición de detalles en escalas descendientes, lo que implica que su apariencia sea la misma a cualquier escala, pues cada una de sus partes es igual al total) y se pueden generar por iteración (realimentación producida por multiplicar un término por sí mismo persistentemente).

El asombro real ante esta nueva geometría, radica en su aplicación a muchas formas naturales, por ejemplo las ramificaciones de la plantas o de los sistemas respiratorios de los animales y del ser humano. Los ritmos, armonías, las constantes, empiezan a surgir. Y dentro de la geometría fractal existe una riqueza, que cada vez sorprende y asombra, a los matemáticos y científicos en general.

Sin embargo, en este punto de la exposición, sin lugar a dudas cabe preguntarnos, **¿cómo podemos relacionar la geometría fractal con el diseño?**.

En los últimos años, y desde la escuela de Ulm (1950 - 1968), muchos teóricos del diseño han tratado de unir estos dos conceptos. En el ámbito académico, ya desde los años sesenta Tomás Maldonado, junto con sus alumnos realizaba ejercicios de diseño básico, que incluían cierta idea de iteratividad o de autosimilitud. En términos generales, la aplicación de los fractales al diseño básico, se ha utilizado por razones más bien de composición estética. Sobre todo si apreciamos la belleza de las iteraciones fractales, donde se mueven y conjugan gamas, colores, y texturas dignas de admiración. Pero más allá, de esta aplicación práctica que es más bien reduccionista, han existido pocos aportes en torno a las relaciones conceptuales del diseño y la geometría fractal.

Hay un aspecto interesante, que relaciona dimensión fractal y escala. Aplicable en el caso del diseño del espacio y de los volúmenes de relación con el ser humano, que puede apreciarse en el siguiente ejemplo.

Desde el 30 de abril de 1997 hasta el 12 de abril de 1998, en el Museo de la Civilización de la ciudad de Quebec¹, está abierta la exposición temporal "ZOOM sur les miniatures". Que presenta todo el tema de la escala, de manera didáctica e interrelacionada. Al entrar en la exposición, se observa la mesa de trabajo de un fabricante de miniaturas, con la lupa característica. Sobre la mesa de trabajo están todas las salas y productos de la exposición a escala. A sí mismo, al mirar arriba de la entrada de la exposición se observa la misma lupa a escala mayor, y el ojo del artesano, mirando a su vez la exposición, en la que uno es parte de la escala. De esa manera, el espectador se ve envuelto en un proceso iterativo. La escala entonces, también hace parte de la percepción humana, y la medida de las cosas, esta sujeta a esa percepción. Por ello el hombre define el tamaño de la forma de acuerdo a su mismo rango de posibilidades perceptivas y sensitivas. Algo es demasiado pequeño o demasiado grande, cuando sale del rango de la percepción. Esto por supuesto, marca las dimensiones del diseño, tanto del espacio desde el punto de vista arquitectónico, u objetual. Una silla de proporciones grandes, puede hacernos sentir infimamente pequeños, así como una taza pequeña, puede hacernos sentir con la manos desproporcionadamente grandes.

Los objetos, entonces tienen una relación con el ser humano, que es interdependiente de las particularidades físicas del ser humano (la dimensión relativa) y de las condiciones mecánicas necesarias para su desempeño funcional (dimensión particular de eficiencia o rendimiento mecánico). La geometría fractal, es una alternativa viable para la medición de la forma y sobre todo de la complejidad de los objetos.

En cierta ocasión durante la carrera de diseño industrial, tuve la oportunidad de participar en un proyecto de mobiliario urbano. Cuando se presentó la propuesta, el profesor quedó algo sorprendido, cuando una de las ideas era partir del plano general de la intervención, y este a su vez se hacía motivo de los pequeños módulos del piso. Reflexionando sobre ese episodio, podemos ver en cierta forma una idea de iteratividad. Donde el todo es a su vez, igual a las partes y los detalles. La iteratividad, que se convierte en un juego de la percepción, es una operación recurrente en el diseño gráfico, o en el manejo de la imagen. También, se conjuga con la retroalimentación, que en el caso del sonido es imposible, pues se produce ruido. Pero en el caso de la imagen, produce ciertos juegos que permiten idear nuevas formas y colores. No obstante, sigue siendo

¹ Para visitar la exposición temporal por internet, la dirección de su página electrónica es: <http://www.mcq.org/mcq/mcqtem.html>

un proceso de uso superficial de la teoría de los fractales. Trivial en el sentido, de aparecer más como una moda, o elemento sin un trasfondo teórico o de aplicación conceptual.

La geometría fractal y su teoría, ha puesto de manifiesto el sentido de complejidad del universo que nos rodea. A partir de su propuesta y desarrollo, ha empezado una cadena imparable de descubrimientos en torno a la morfología y el funcionamiento de los organismos, de las formas naturales, de la conformación de los sistemas, tejidos de ser humano. Con la dimensión fractal, se ha podido medir la complejidad de estos sistemas físicos y fisiológicos, los ritmos cardíacos, los ritmos y relaciones neuronales del sistema nervioso.

El aporte fundamental de la teoría fractal al diseño de objetos, espacios e imágenes, es la nueva visión de la complejidad. La nueva medida de las cosas en su dimensión relativa al hombre, así como los valores de lo infinitamente pequeño, puesto al descubierto con las nuevas ciencias, como la nanotecnología². O de lo infinitamente grande, cuando empezamos a observar las galaxias, y el universo. Esto afecta directamente, la concepción de la forma y del espacio, así como su uso. En cuanto a las relaciones interpersonales, entre el objeto y el usuario. Pues las operaciones iterativas o de autosimilitud, propias de los fractales, pueden presentarse entre el hombre y los productos, sobretudo en las relaciones de trabajo o de juego de las nuevas interfases electrónicas, que se encuentran en los programas interactivos y los escenarios de la realidad virtual.

REFERENCIAS

BRIGGS, J y PEAT, F.D. Espejo y Reflejo. Editorial Gedisa. España, 1994.

GONZÁLEZ OCHOA, César. Notas acerca de la geometría fractal.

TALANQUER, Vicente. Fractus, Fracta, Fractal. La ciencia desde México No. 147. Fondo de Cultura Económica. México, 1996.

² Dentro de la exposición antes relacionada, se encuentra una sala dedicada a la nanotecnología que también se puede visitar por internet, su dirección es: http://www.nanothinc.com/nanosci/NanoSci_frames/nsicons.html