



Arte, Individuo y Sociedad

ISSN: 1131-5598

ais@ucm.es

Universidad Complutense de Madrid
España

Castaldo Suau, Blanca

Geometría y método en diseño gráfico: del paradigma Newtoniano a la Teoría General de
Sistemas, el Caos y los Fractales

Arte, Individuo y Sociedad, vol. 24, núm. 2, 2012, pp. 269-282

Universidad Complutense de Madrid
Madrid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=513551283007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Geometría y método en diseño gráfico: del paradigma Newtoniano a la Teoría General de Sistemas, el Caos y los Fractales

Geometry and method in graphic design: from the Newtonian paradigm to General Systems, Chaos and Fractals Theories

BLANCA CASTALDO SUAU

Profesora de Diseño Asistido por Ordenador: Escola Superior de Disseny de les Illes Balears.
Departamento de Diseño Gráfico y de Medios Informáticos.
bcastaldo@escoladisseny.com

Recibido: 10 de octubre de 2011

Aprobado: 15 de febrero de 2012

Resumen

A lo largo de la historia ha existido una relación simbiótica entre el arte, el diseño y la ciencia, especialmente en temas de investigación comunes como son los conceptos de espacio, elemento, orden y método. Desde Newton hasta hoy el espacio se ha considerado como el universo newtoniano, infinito, estable y ordenado. El espacio gráfico es la representación de un fragmento de este, delimitada por el marco, el papel, la pantalla. En estos se organizan los elementos siguiendo los principios de percepción visual, una extrapolación de las leyes de la gravitación universal. Se hace especial hincapié en el uso del método científico para el análisis de los problemas y el uso de la geometría para la ordenación de los elementos en el espacio compositivo. La aparición de las Teorías General de Sistemas, del Caos y los Fractales, ha supuesto un cambio de paradigma en ciencia que puede aportar al diseño gráfico y al arte un nuevo marco teórico y metodológico para el análisis y la creación, además de explicar el comportamiento desordenado de algunos de sus elementos. Sin embargo para ello debemos aceptar que los diseños son dinámicos, evolucionan y finalmente mueren.

Palabras Clave: geometría, espacio, composición, estructura, fractales, retícula.

Castaldo Suau, B. (2012): Geometría y método en diseño gráfico: del paradigma Newtoniano a la Teoría General de Sistemas, el Caos y los Fractales. *Arte, Individuo y Sociedad*, 24(2) 269-282

Abstract

Throughout history there has been a symbiotic relationship between art, design and science, especially in common research areas such as the concepts of space, elements, order and method. From Newton to the present day, space has been considered in terms of the Newtonian universe – as infinite, stable and ordered. Graphic space is the depiction of a fragment of this universe, marked out by the frame, paper, or screen. Here, elements are organized according to the principles of visual perception, as an extrapolation of the laws of universal gravitation. Special emphasis is placed on the use of scientific method to analyze problems, and on the use of geometry to arrange elements in compositional space. The emergence of the General Systems, Chaos and Fractals Theories has marked a change in the scientific paradigm, and this can provide graphic design and art with a new theoretical and methodological framework for analysis and creation, as well as an explanation of the disorderly behaviour of some of the elements involved. This means, however, that we have to accept that designs are dynamic, that they evolve and eventually die.

Key words: geometry, space, composition, structure, fractals, grid.

Castaldo Suau, B. (2012): Geometry and method in graphic design: from the Newtonian paradigm to General Systems, Chaos and Fractals Theories. *Arte, Individuo y Sociedad*, 24(2) 269-282

Sumario: 1. El paradigma clásico de la ciencia en el diseño, 2. El nuevo paradigma científico: La teoría General de Sistemas, la teoría del caos y los fractales, 2.1 La fórmula crea la forma, 2.2 La geometría fractal: en busca del algoritmo generador, 2.3 La teoría general de sistemas, 3. Conclusiones. Referencias.

1. El paradigma clásico de la ciencia en el diseño

Las matemáticas, afirma Keith Devlin (2002), es la ciencia que estudia las estructuras: las estructuras abstractas, las numéricas, de las formas, del movimiento, del comportamiento de las cosas, etc.; estructuras reales o imaginarias, visuales o mentales, estáticas o dinámicas, cualitativas o cuantitativas, utilitarias o recreativas. Los distintos tipos de estructuras dan lugar a distintas ramas de las matemáticas como el cálculo, la lógica, las probabilidades, la topología y la geometría...

Impulsada por Euclides, esta última fue la primera rama de las matemáticas que se consolidó. La palabra Geometría significaba medir la tierra en griego. Para estos, las matemáticas consistieron en el estudio de los números y la forma. Herodoto, atribuía el origen de la geometría a la necesidad de medir las tierras de cultivo modificadas después de cada crecida del Nilo; con el objeto de fijar equitativamente el impuesto a pagar al rey. La necesidad de comparar las áreas y volúmenes de figuras simples, la construcción de canales y edificios, las figuras decorativas, los movimientos de los astros, contribuyeron también al nacimiento de las reglas y propiedades geométricas que se encuentran en los documentos de las antiguas civilizaciones egipcia y mesopotámica. La geometría griega, se fundamentaba en el uso del razonamiento lógico y deductivo. El uso de instrumentos como la regla y el compás ayudaban a comprender mejor las propiedades de sus objetos de estudio (rectas, planos, círculos, triángulos...) y definir las ideas geométricas. Se pretendía obtener resultados ciertos, razonando sobre las figuras geométricas ideales. Estas, se estudiaban como objetos individuales sin hacer referencia al espacio que las contenía.

Durante el renacimiento los artistas asumieron el discurso teórico de la geometría, sumándose así al prestigio intelectual que desde Grecia disfrutaban las artes liberales. La teoría del arte encontró en la geometría un modelo teórico de razonamiento, fundamento de sistemas de proporción y métodos representación geométrica y de investigación (Cabezas y Ortega, 1999). Fruto de ese análisis racionalizador del Renacimiento, aparece el libro impreso. La tipografía, encaja con la idea de perfección matemática del universo newtoniano. Los tipos de plomo con las letras, signo de puntuación, orlas, viñetas, filetes y espacios encajan unos con otros, se combinan de forma estructurada mediante una serie de operaciones proporcionales, modulares y armónicas dando como resultado una forma rectangular o cuadrada. La revisión de los clásicos devuelve la mirada hacia los diseños de letras romanos frente a los góticos, al mismo tiempo que el análisis racionalizador renacentista se aplica en la definición de métodos geométricos para la construcción de letras. En este sentido, cabe destacar los estudios sobre la construcción geométrica de las letras aparecidos en el libro «De divina proportion» de Luca Pacioli (1496) ilustrado por Leonardo,

y en el tratado “*Unterweisung der Messung*” (1525) de Dürero, así como los diseños tipográficos italianos como los de Jenson diseñados a partir de las letras de los textos que aparecen en la Columna Trajana. En el libro de Pacioli (1496) se investigan también las proporciones armónicas ideales entre la masa impresa y la superficie del papel en blanco. Desde entonces la sección áurea se usará para crear la composición: las particiones, superficies y proporciones del libro: La estructura de la página impresa tradicional consta normalmente de un eje central y márgenes. Rara vez se añade algo más. Al construir los márgenes geométricamente, con reglas y compás, como en la geometría griega, se evita el uso de números y cálculo (Figura.5B).

Desde Grecia hasta el renacimiento la geometría hizo pocos avances. El siguiente paso importante en dicha ciencia lo dio el filósofo y matemático René Descartes al pretender explicar la naturaleza a través de un esquema científico deductivo, elaborado en términos de razonamiento matemático. Para Descartes, la ciencia debía cimentarse sobre certezas, para ello se sirve de un «método» (del griego: camino) que conduce a la verdad. Un buen método debe: Partir de principios claros y evidentes; dividir cada uno de los problemas presentados, en tantas partes como sea posible; conducir ordenadamente los pensamientos, empezando por los objetos más simples para ascender hasta el conocimiento de los más compuestos; realizar revisiones generales para estar seguro de no omitir nada.

En “*El Discurso del Método*”, Descartes (1637) además, establece una conexión entre la geometría y el álgebra al demostrar cómo aplicar los métodos de una disciplina en la otra: Este es el fundamento de la geometría analítica, en la que las figuras se representan mediante expresiones algebraicas, tal como se hará en adelante en buena parte de la geometría moderna. La geometría analítica consiste en la aplicación del álgebra al análisis geométrico mediante el establecimiento de ciertos convenios: entre ellos la creación de un sistema de coordenadas que permite situar cada punto con un par de números para la geometría plana y con tres números para la geometría del espacio. La dimensión es el número de valores reales que necesitamos para describir cualquier punto en el espacio. También se entiende como dimensión como el número de direcciones ortogonales diferentes que podamos tomar. En el espacio que habitamos contamos con tres direcciones: izquierda-derecha, atrás-delante y arriba-abajo. Por ello, decimos que es tridimensional. Conocedor de los trabajos de Descartes, a finales del siglo XVII Newton en su libro “*Principios matemáticos de la filosofía natural*” (1687) presentó un nuevo modelo matemático del Universo al que describió como un gran reloj que funcionaba siguiendo unas leyes fijas, de forma causal y predecible, en el que todo se podría conocer y predecir si se descomponía el problema en partes más pequeñas y abarcables. Se corregían las pequeñas oscilaciones para que no afectaran al resultado y todo aquello que no era explicable según sus bases era considerado excepcional. Sus principios sobre la física y el uso del método matemático influenciaron a todos los ámbitos de estudio, convencidos de que todo podía ser explicado en términos físicos y matemáticos. De este modo, Newton traza los pilares de una nueva cosmogonía que se instalará en nuestra cultura hasta el siglo XX. Ello resultará especialmente visible en aquellos aspectos comunes al ámbito científico y artístico como son los conceptos de orden, espacio, elemento y dimensión. También en aspectos metodológicos del diseño, que

han de permitir resolver de forma más eficiente los problemas planteados. Se hace especial hincapié en el uso del método científico para el análisis de los problemas y el uso de la geometría para la ordenación de los elementos en el espacio compositivo. Sin embargo, la teoría científica y cosmológica newtoniana y con ella el método cartesiano, no se materializa de manera absoluta en el mundo del diseño hasta después de la Segunda Guerra Mundial con el uso de la moderna metodología de la proyectación, las teorías de composición y la aritmetización del diseño. Los principios de percepción visual definidos por los psicólogos de la Gestalt y desarrollados por la Bauhaus, extrapolan, el paradigma científico y cosmológico newtoniano al mundo del arte y el diseño, aportando las bases de una teoría coherente y racional, basada en la lógica y en la ciencia, que hace hincapié en el tratamiento objetivo y sistemático del diseño a través del uso de la retícula. Para el diseñador, el uso del sistema reticular, supone someterse a leyes objetivas y universales. La retícula ayuda al diseñador a tomar decisiones sobre el tamaño, la proporción y la disposición de los elementos del diseño, articulando una geometría del proyecto. La disposición sistemática, lógica y estructurada de los elementos, garantiza la coherencia de la página, el documento o la serie de documentos, ayudando a su comprensión.

Para Newton, el universo era un espacio tridimensional e infinito, cuyas estrellas permanecían en reposo y equilibrio eternamente por la interacción de la gravitación. Como la extensión del todo infinito excede a nuestra comprensión, para entender el mundo es necesario concretar zonas de continuidad. Para que nuestro objeto de estudio permanezca constante hay que definir unos límites, y procurar que ese marco no varíe. El mundo visual es igualmente infinito, un espacio que nos rodea ininterrumpido, profusamente subdividido, pero sin límite. El marco, los límites del papel o la pantalla, señalan el objeto de estudio, la frontera entre lo que pertenece y lo que no. Al observar los se presupone que el mundo continúa más allá de sus límites. Representan un fragmento del espacio en que vivimos, la modelización de este, su representación simbólica. Como en la ley de la Gravitación Universal, la base de la composición es la interacción entre los diversos elementos que la integran. Las fuerzas surgen del centro de cada elemento y se distribuyen uniformemente en todas direcciones, posee simetría central. La asimetría de un objeto generador, o de un elemento próximo a este, modifica el alcance de su campo de fuerza. El centro de gravedad visual se comporta de modo similar al físico. Los empujes y tirones que se experimentan visualmente nos orientan al tratar de determinar el centro de un objeto o una composición. Entre dos centros de igual fuerza se desarrolla una conexión dinámica gracias a la cual, vemos una línea entre dos puntos y un triángulo entre tres. El equilibrio global de todas las fuerzas determina la estructura del diseño. En todo diseño medianamente complejo existe una jerarquía de niveles estructurales. Cada nivel se subdivide en grupos de nivel inferior. Al analizar un diseño, hay que explorar los diversos niveles estructurales, partiendo del esquema global más amplio. La configuración del nivel superior influye en los niveles subordinados. De este modo la retícula se subdivide en áreas más pequeñas o campos, cada uno de los cuales son a su vez como una página minúscula.

En lo visual como en lo físico, el equilibrio es el estado de distribución en el que toda acción se ha detenido. La forma, la dirección y la ubicación de todos los elementos

de una composición se determinan mutuamente. Una composición equilibrada permanece estable, y el todo asume un carácter de necesidad en cada una de sus partes. El diseñador consigue el equilibrio entre unidad y variedad utilizando el contraste de atributos, estableciendo una jerarquía visual entre los elementos y dirigiendo la mirada del observador. Un desequilibrio local puede ser compensado por la interacción con otros centros locales, logrando el equilibrio global por ejemplo con un desequilibrio equivalente en dirección opuesta. Sin embargo, en una composición desequilibrada los elementos muestran una tendencia a cambiar de forma o lugar para alcanzar el equilibrio global, de este modo, la percibimos como accidental, transitoria o errónea, puesto que el esquema ambiguo no nos permite saber cual de las configuraciones posibles es la que se pretende y su enunciado deviene incomprensible. Como en el universo newtoniano, dos propiedades de los objetos visuales ejercen especial influencia sobre el equilibrio: El peso y la dirección. En el mundo físico, llamamos peso a la intensidad de la fuerza gravitatoria que tira de los objetos hacia abajo. De forma similar, en una composición gráfica, cada elemento sufre una atracción hacia abajo, un peso visual. El peso de cada elemento en la composición vendrá definido por sus atributos de: tamaño, forma, perfil, color y textura. No todos los atributos son iguales. El tamaño tiene más peso que otros atributos, un objeto mayor será también más pesado. Influyen también en el peso la ubicación, los elementos centrados en las líneas estructurales de la composición pueden soportar más peso que aquellos descentrados; los colores claros son más pesados que los oscuros; las figuras geométricas pesan más que las formas no regulares; y por último, los elementos que aparecen aislados parecen pesar más que otros de la misma dimensión, tamaño y forma que aparecen junto a otros elementos. La dirección de las fuerzas visuales viene determinada por varios factores, entre ellos la atracción que ejerce el peso de los elementos vecinos. Además del peso, la forma de los objetos genera una atracción a lo largo de los ejes de sus esqueletos estructurales. También el tema crea dirección, una figura humana avanzando, o la mirada de una foto ejercen una inercia en nuestra mirada. El equilibrio se logra cuando las fuerzas que constituyen la composición se compensan unas a otras. Esa compensación depende de tres propiedades de la fuerza: la ubicación de su punto de aplicación, su intensidad y su dirección. Así, en tipografía se corrigen las formas de las letras para compensar su peso visual (Figura.1). Aun teniendo el mismo tamaño, los círculos y triángulos se perciben como más pequeños que el cuadrado. En diseño tipográfico esto afecta a aquellas letras que presentan vértices o curvas en sus trazos superiores e inferiores, así como en el espacio delimitado por el ojo medio (altura X). Letras como la O y la V se corrigen visualmente y rebasan las líneas de alineación superior e inferior. La parte superior de la B, E, S, X también deberá corregirse y ser algo más pequeña que la inferior.



Figura 1. En tipografía se corrigen las formas para compensar el peso visual: la parte superior de la E, B, X es sensiblemente más pequeña, la O rebasa las guías. 1B. El triángulo pesa menos que el cuadrado y su forma sugiere dirección.

En maquetación, los márgenes inferiores suelen ser algo más grandes que los superiores para compensar el peso visual del bloque de texto. Los títulos de los libros no aparecen normalmente en su centro geométrico, sino en el centro visual. También en los planos fotográficos y cinematográficos el centro visual se sitúa algo por encima del centro geométrico.

2. El nuevo paradigma científico: La teoría General de Sistemas, la teoría del caos y los fractales

2.1 La fórmula crea la forma

La geometría Euclidiana, no permitía resolver algunos problemas de representación como evitar la distorsión de planos, o representar la mayoría de formas orgánicas a las que clasificaba como irregulares, aberrantes y excepcionales. La búsqueda de soluciones a estos problemas, marcaron la evolución de las matemáticas y de la representación gráfica desde Newton (1642-1727), uno de los primeros matemáticos que mencionan la palabra espacio, hasta la noción de espacio matemático entendido como: “un conjunto de elementos interdependientes, ligados entre sí por relaciones tales que si una es modificada, las otras también lo son y que en consecuencia todo el conjunto es modificado. De este modo el espacio, deja de ser un objeto y pasa a ser una red de relaciones entre ellos.” (Corrales, 2000). En el diseño y el arte moderno todas las decisiones son interdependientes incluso decisiones, aparentemente sin importancia pueden ser vitales para el éxito global. Así, una buena obra o un buen diseño no residen en el mérito de un elemento aislado, sino en la combinación de todos los elementos. Las propiedades de la relación que se haya establecido darán lugar a la estructura del espacio. Diferentes relaciones tendrán diferentes propiedades y darán lugar a estructuras espaciales diferentes. La fórmula crea la forma: La pauta con que se entrelaza el hilo define las características de la tela de araña, los dibujos de la colcha y la forma de la cesta. La relación entre obturación y velocidad del objetivo es la fórmula que da lugar a diferentes fotografías de un mismo escenario.

Una vez identificadas las relaciones y por tanto una primera estructura o layout, podemos empezar a tomar medidas y/o describir desde ellas. Comienza el proceso de aritmetización del espacio, de la definición de la retícula. Ello implica el paso de lo particular a lo global. Encolar distintas descripciones locales de un objeto de forma que brinden información coherente de este. De las características de cada una de las letras de un texto caligráfico se definirán aspectos comunes a todas las letras en su versión tipográfica. Y a la inversa, el paso de lo global a lo local: Una vez definida la pauta común se describen las características particulares de las letras, lo que las diferencia unas de otras: *m, n, ñ, h, b...* Partiendo de los condicionantes iniciales, el diseñador va definiendo en esbozos el posible layout de varias de las páginas para una la revista. Posteriormente, con todos ellos se define la estructura común a toda la revista: la retícula, que a su vez, ayudará al maquetador a tomar decisiones sobre el tamaño, la proporción, y la disposición cada uno de los elementos del diseño. La estructura geométrica del proyecto, la red de campos e intervalos configuran el espacio

compositivo. La segmentación es la subdivisión de la página en áreas más pequeñas, cada una de las cuales equivale, a su vez, a una composición minúscula.

La coincidencia entre el concepto de espacio matemático y espacio de diseño o pictórico no ha sido inmediato. Para los matemáticos modernos, los elementos de este espacio tienen una cualidad fundamental: pueden tener diferentes dimensiones, incluso más de tres. “La distinción entre dominios de dimensiones diferente deberá ser buscada de forma muy distinta que el característico número de sus coordenadas” dice Cantor en su carta a su amigo Dedekind (Corrales). Así puede haber una relación entre objetos de 0, 1, 2, 3 dimensiones, como la existente entre un punto, un segmento, un cuadrado y un cubo; o como la existente entre la fotografía bidimensional de un espacio y el espacio mismo tridimensional. El divorcio entre espacio matemático y espacio cognitivo ha sido un problema recurrente en las artes plásticas y en el diseño moderno. Paralelamente al nuevo concepto de espacio, comienza en el arte un proceso de renuncia al espacio tridimensional existente desde el renacimiento que desembocará en el arte abstracto: Seurat describió con puntos de dimensión 0, elementos de dimensión 3: Cezane intentó describir objetos tridimensionales con formas bidimensionales. Kandinsky pintó los sonidos con colores. De esta forma los artistas establecían relaciones entre elementos de diferente dimensión. En este sentido cabe destacar el trabajo de algunos de los grandes maestros de la pintura del siglo XX, los profesores y algunos alumnos de la Bauhaus, como Karl Gerstner, quienes defendían que la fórmula crea la forma, entendiendo como fórmula la regla de configuración. “Diseñar programas significa encontrar un principio configurador de validez universal. No sólo es aplicable a la tipografía, o más ampliamente al ámbito geométrico. Vale sin restricciones en el ámbito de lo visual. Sin restricciones porque todos los elementos son programables de forma periódica: es decir, a voluntad. No hay dimensión, proporción o forma, no hay color que no pudiera constantemente ser llevado a otro. Todos los elementos se dan en series, mejor dicho: en grupos.” Afirma Gredinger, en la presentación del libro de su amigo Karl Gerstner “Diseñar programas” (1979). Esta idea se es aplicable a la música, y a la arquitectura y a todos los ámbitos de creación.

Según el Teorema de la Dimensión, si somos capaces de establecer una correspondencia biunívoca entre los elementos de dos conjuntos continuos de dimensiones distintas, esta correspondencia habrá de ser discontinua. Una correspondencia es discontinua si tiene saltos o agujeros, es decir, se da puntualmente. En un mismo diseño gráfico existen tantas estructuras, como elementos contenga el diseño. La retícula, establece los puntos de coincidencia entre los diferentes elementos (Figura 5D), acota la correlación entre sus áreas de ocupación (títulos, texto, imágenes, sonido,...) y señala los puntos de coincidencia entre diferentes estructuras. La correlación entre estructuras de diferente dimensión será puntual. Al diseñar una retícula tratamos de localizar los puntos de correlación entre estructuras de diferente dimensión, como sonido e imagen, o la estructura tipográfica y de imágenes, y con ello construir la red de relaciones entre ellas.

Cualquier colección de elementos puede servir para configurar un espacio multimedia, incluso aquellos de diferente dimensión como el sonido, que transcurre en la dimensión temporal y la imagen bidimensional. La programación de determinados comportamientos para algunos elementos, como puede ser la entrada de un sonido o

imagen en una aplicación multimedia, define los puntos de correlación entre diferentes estructuras.

2.2 La geometría fractal: en busca del algoritmo generador

Los antiguos matemáticos definieron a los cristales como formas regulares y perfectas; mientras que el resto de formas como las montañas, árboles, esponjas etc., se consideraron, desde la perspectiva platónica, como irregulares, imperfectas y erróneas. Sin embargo, la naturaleza no se compone de formas ideales y las formas regulares de la geometría euclidianas se restringen prácticamente a los cristales. Desde la perspectiva de la nueva geometría fractal, sin embargo, la distinción entre formas regulares e irregulares es errónea, pues se ha descubierto que la “irregularidad” se rige también por unas reglas fundamentales. Árboles, esponjas, etc., no son irregulares ni imperfectos, si no más complejos.

A finales de los años setenta Benoit Mandelbrot (1924-2010) incursionó en un área de las matemáticas que lo llevó a construir objetos geométricos complejos. El procedimiento que utilizó para ello consiste en repetir una operación un sinnúmero de veces. Formalmente se dice que se hace una iteración. La repetición es la base de los objetos fractales. Estos contienen siempre una estructura que se repite, se componen de homotecia, obedecen a una regla de estructuración. Cada componente de un fractal se rige por la misma norma que su compañero, se relaciona con el total mediante el mismo algoritmo. La simetría por translación, bilateral, radial o escalar de los cristales, que vemos también en algunas formas orgánicas, con las limitaciones debidas a las desigualdades en el crecimiento de los seres vivos, se pueden describir en términos matemáticos como repeticiones homotéticas, y por tanto fractales. Aparecen al variar el orden y/o la escala de un elemento. No en vano, en la geometría clásica la simetría fue definida como la relación de una parte con otra y de las partes con el conjunto. A partir del s. XVIII, se definió matemáticamente como la relación existente entre dos elementos cuyas distancias a un punto, a una recta o a un plano, son iguales. La geometría fractal, sin embargo, no pretende de describir la forma de los objetos sino el algoritmo que los genera. Tiene como motivo de estudio la analogía procesual. La agrupación de elementos por una misma pauta. Para producir objetos fractales necesitamos una «receta o norma» completa, un algoritmo programado o fórmula. Un algoritmo es un proceso general que se encarga de resolver problemas de decisión, como la retícula en el diseño de un libro. También el diseño de una fuente o tipo de letra está definido por una norma o pauta de realización que marcan la diferencia entre los diferentes diseños, Garamond, Futura, etc., e incluso la relación entre los diversos diseños en una misma familia. La pauta caligráfica se usa para conseguir unidad y coherencia gráfica (Figura.4C).

Por otra parte, para Benoit Mandelbrot, padre de la geometría fractal, la noción «clásica» de dimensión no es todo lo correcta que cabría esperar. Entre el punto cerodimensional, las líneas unidimensionales, las superficies bidimensionales y los cuerpos tridimensionales existen un infinito número dimensiones intermedias. A los intervalos entre dimensiones los llamó «dimensión fractal». Eligió esta palabra por su correspondencia con el adjetivo del latín «fractus», irregular, fragmentado y porque su verbo correspondiente “frangere” significa partir o fraccionar, crear fragmentos

irregulares. La naturaleza usa las dimensiones fractales creando formas complejas e “irregulares”. Al dibujar un árbol tendemos a simplificar la forma como si la copa ocupara todo el espacio tridimensional. En ocasiones los jardineros acentúan la simplificación formal al podarlos con formas geométricas. Pero la realidad es que la copa de sus hojas no ocupa todo el espacio tridimensional, si no un espacio de entre dos y tres dimensiones. Del mismo modo, en el diseño de una publicación, el área reservada al texto no se cubre en su totalidad, existe el blanco entre párrafos, líneas, palabras, letras y hasta el del ojo de la las letras. El diseño de la fuente, su tamaño, la interlinea, el kerning determinan el tono más o menos oscuro de tal espacio en la publicación. (Ver Figura 2). Y el diseño teóricamente bidimensional de la revista contiene un número de páginas que le dan grosor y podemos situar en el espacio tridimensional de los estantes. Y las páginas “bidimensionales” de la revista generan un grosor que podemos situar en el espacio tridimensional de los estantes. Sin embargo, y lejos de lo que algunos podrían suponer, la geometría fractal no renuncia a los logros de la geometría euclidiana, si no que considera esta un caso singular, dentro de su geometría más general. La geometría euclidiana ha tratado de establecer fórmulas para la descripción de sus elementos. Los diferentes sistemas de representación, son modos diversos de representar un espacio tridimensional en el plano bidimensional.

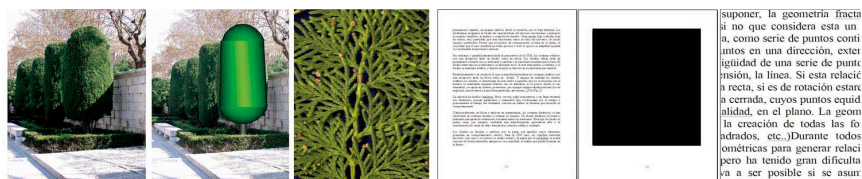


Figura 2. La copa de un ciprés ocupa un espacio fractal entre dos y tres dimensiones y el área del texto entre una y dos dimensiones.

Durante todos los tiempos el arte y el diseño han usado las formas geométricas para generar relaciones armoniosas entre las partes de aquello que creaba pero ha tenido gran dificultad en explicar y expresar formas más complejas. Ello podría ser factible si se asume la perspectiva de las nuevas teorías del caos y los fractales, y con el uso del ordenador que permite el cálculo de las fórmulas que describen el crecimiento natural, las estructuras porosas, la densidad de las nubes, etc. Nos encontramos en el albor de una nueva geometría, que no se ocupa sólo de las estructuras bi o tridimensionales, sino de todo aquello que posee características fractales, con patrones de comportamiento que se repiten en diferentes dimensiones o escalas de tiempo y pueden ser caracterizados con el uso de las matemáticas. Con ella se abre la posibilidad de entender y trabajar sobre cuestiones que se comportan de forma análoga, aunque de campos del conocimiento diferentes, como la música, la economía, la medicina, etc.; pues todas las creaciones humanas se rigen, como la naturaleza, por algún comportamiento algorítmico.

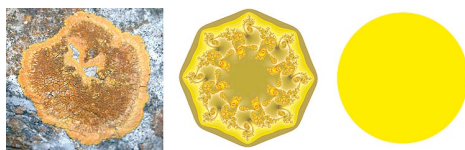


Figura 3. Liquen, fractal que describe gráficamente la forma de auto generarse un liquen y simplificación de la forma del liquen a su forma geométrica elemental, según la geometría clásica.

A la hora de diseñar una revista o publicación, la dificultad radica en definir el algoritmo o método generativo. Todo método, funciona como un algoritmo, su función no es otra que usarlo de forma creativa para entender mejor la realidad, para expresarla, o generar nuevos objetos. La retícula, la hoja de estilos o de objetos, son algoritmos que permiten generar diferentes ediciones de una revista, cuya estructura es fractal, pues se repite en las sucesivas ediciones. (Figura. 4A, 4B, 4C, 4D, 4E).

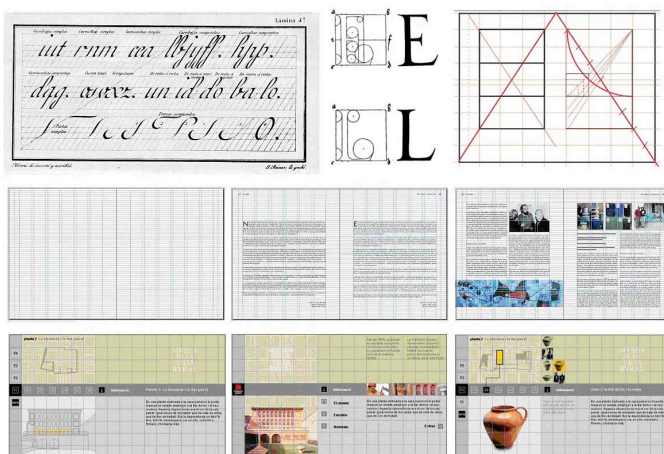


Figura 4. Retículas o pautas generativas: 4A. Pauta caligráfica (“Nuevo arte de enseñar y escribir la letra española para todas las escuelas del reino”, Averá Delgrás A.). 4B Pauta de construcción geométrica de las letras E y L realizada por Dürer (“Unterweisung der Messung, Dürer, F.). 4C. Estructura de la página de libro tradicional. 4D. Retículas para una publicación en papel. 4E. Reticula de la antigua web del Museo de la vida Rural de l’Espluga de Francolí.

Los objetos a relacionar y su pauta de ordenación definen el espacio de diseño. Sus límites, que no se encuentran ya únicamente en el formato de papel bidimensional y los márgenes que se establezcan, si no en todo aquello que condiciona el diseño: La naturaleza de los objetos que debe integrar: color, tamaño, forma, textura, orientación, significado; el cliente que encarga el diseño; la estructura discursiva planteada: “conferencia”, diálogo; el público al que va destinado; la tecnología usada para su desarrollo y en el caso del diseño multimedia la tecnología usada para su presentación; el presupuesto para su ejecución; etc. La pauta extraída con todos ellos, delimita el espacio compositivo, que es, en la mayoría de casos, infinito, pues existen infinitas posibilidades de combinación de elementos con una misma pauta.

2.3 La teoría general de sistemas del caos y los fractales

Un sistema, según el Sr. Bertalanffy (1968), fundador de la Teoría General de Sistemas es “un conjunto de elementos interdependientes, es decir, ligados entre sí por relaciones tales que si una es modificada, las otras también lo son y que en consecuencia, todo el conjunto es modificado.” También para los teóricos del arte y el diseño moderno, el mérito de un buen diseño reside en la combinación de todos los elementos y no en el uso de un elemento aislado. Entonces, parece que en principio podemos afirmar que el diseño es un sistema. Los objetivos de la TGS coinciden en lo fundamental con los de la Teoría del diseño moderno, pues ambos pretenden describir las características, funciones y comportamientos de los sistemas o diseños; desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos; promover la formalización (matemática/gráfica) de estas leyes; e impulsar el desarrollo de una terminología, que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos o en nuestro caso de los diseños. Sin embargo cualquier aportación de la TGS a la teoría del diseño pasa por aceptar las siguientes premisas básicas:

1. Los sistemas o diseños existen dentro de sistemas: Los diseños, se desarrollan dentro de un ambiente, en ocasiones dentro de otros diseños. Una revista, o aplicación multimedia contienen elementos que son a su vez sistemas: las fotografías, ilustraciones, el diseño tipográfico, animaciones, etc.

2. Las funciones de un sistema dependen de su estructura: En los diseños la estructura depende siempre de la función.

3. Los sistemas o diseños son abiertos: Establece intercambios permanentes con su ambiente, recibe y descarga algo en otros sistemas. Los diseños importan y procesan elementos de sus ambientes (textos, imágenes, sonidos,) y a su vez, descargan algo en él. No olvidemos que su función no es otra que influir en el ambiente (comunicar ideas, cambiar actitudes, entretener, vender, etc.). Con una marca, por ejemplo se pueden establecer diferentes intercambios con el ambiente: puesto que se desea influir en él; con otros diseños de la misma empresa; con los diseños de otras empresas con objetivos similares. Estas tres premisas, son fácilmente asumibles por el diseño moderno, sin embargo, a consecuencia de este intercambio constante con el ambiente, se desprenden tres premisas más, que dan al traste con el paradigma newtoniano y determinista de la ciencia y del diseño.

4. Los sistemas son dinámicos. Para el diseño moderno un buen diseño se caracterizaba por el comportamiento estable y ordenado. Valoraba el uso las formas geométricas, por su capacidad de evocar aquello que es esencial, verdadero e inmutable. De este modo asignaron al diseño las características del universo newtoniano y aplicaron su método científico, al análisis y creación de diseños: Unas pautas fijas (retícula, hoja de estilos, etc.) permitían que este funcionara como el reloj del universo, de modo causal y predecible. Puesto que el proceso de comunicación se basa en el orden, se consideró que el caos interfería en dicho proceso y todo lo que no se adaptaba la pauta se consideraba excepcional o erróneo. Sin embargo y paradójicamente desde

la perspectiva de la TGS, los sistemas estáticos son una excepción tanto en diseño como en física. Los diseños deben estar en permanente contacto con su ambiente y cambiar o evolucionar a medida que lo hace. El diseño interviene en el ambiente y el ambiente en él. Si este intercambio se detiene y el diseño se mantiene estable, deja de cumplir su función en un ambiente que ha cambiado. Aunque en realidad los diseños estáticos no existen, se denomina así a aquellos que no evolucionan con el tiempo, ni mantienen ninguna relación con su ambiente: ni el propio diseño ni sus elementos, se repite en diseños posteriores, por ejemplo una tarjeta personal (no de empresa), una invitación a una fiesta, aniversario... Pero la mayoría de diseños como mailings, libros, revista, webs, etc., son dinámicos, poseen parámetros y elementos que evolucionan con el tiempo y el trabajo del diseñador consiste en definir la fórmula que describe su comportamiento. Tradicionalmente, en física y en matemáticas, los sistemas dinámicos se han clasificado en sistemas lineales y no lineales. Un diseño dinámico es lineal si mantiene una pauta de ordenación constante entre sus elementos. Estos diseños se pueden crear, por ejemplo, mediante una transformación geométrica afín o la combinación de varias de ellas: translación, rotación, reflejo y escalado. Los diseños no lineales o caóticos, por su parte, son aquellos cuyos elementos presentan un comportamiento caótico. Sin embargo, para la TGS la palabra caos, no significa desorden absoluto, sino que si se conoce su estado actual y la pauta que lo modeliza, se podrá conocer de forma razonable, aunque no con exactitud, el estado que puede alcanzar en el futuro.

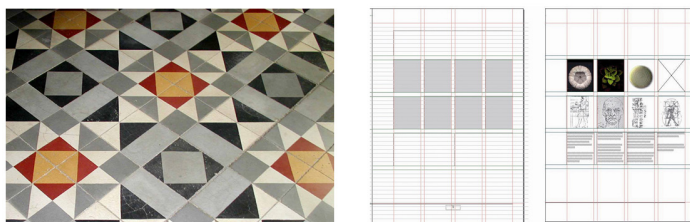


Figura 5A. Una orla, greca, un embaldosado, son ejemplos de diseños dinámicos lineales. Figura 5B. Retícula moderna: Algunos elementos del diseño, como las imágenes, tiene un comportamiento caótico inscrito siempre en los subespacios reservados para ellas. Cada imagen puede ocupar uno o varios de estos. El comportamiento del conjunto razonablemente predecible.

5. A consecuencia de este dinamismo se desprenden dos características más que contrastan con la perspectiva newtoniana del diseño: Los diseños pasan por diferentes etapas de desarrollo, en cada una de las cuales presentan características únicas e imposibles de reeditar. Mikey Mouse, o Bibendum la mascota de los neumáticos Michelin, son fruto de unas circunstancias específicas que dieron lugar a sus características únicas. Con el tiempo han sufrido modificaciones para poder seguir vigentes, pasando por diferentes etapas en cada una de las cuales presentan a su vez características únicas e inreditables, pues ninguno de sus rediseños pasados respondería a las necesidades de la sociedad actual.

6. Los diseños son Inreversibles, por una parte, porque son resultado de circunstancias únicas, por otra, porque nunca podremos describirlo en su totalidad. Podremos identificar sus partes o elementos, pero no observar la totalidad de interacciones entre ellas. Es fundamental que la indescriptibilidad sea asumida para análisis, creación y la crítica de diseños. Los componentes de un diseño no son una mera acumulación. Cada imagen, sonido o texto de una aplicación multimedia adquiere un significado diferente al que tendría por si solo. Las relaciones que se establece entre elementos demuestran que los diversos lenguajes que lo integran no pueden ser considerados de forma aislada. Paradójicamente, ni siquiera analizando sus partes de forma conjunta, alcanzaremos a realizar una descripción completa de su organización, puesto que es imposible considerar la multiplicidad de interacciones existentes. El diseñador sistémico rompe con la costumbre de analizar las cosas en términos de sus partes y trata de considerar niveles de organización más complejos, especialmente en diseños con elementos con un comportamiento irregular o discontinuo.

3. Conclusiones

El mundo de arte, el diseño y la ciencia han evolucionado paralelamente a lo largo de la historia. La teoría del conocimiento suele definir la intuición como el conocimiento inmediato que se tiene de alguna cosa sin necesidad de un razonamiento. Esta, se contrapone al conocimiento lógico, consecuencia de una deducción racional demostrable intelectualmente. El dibujo, aporta un conocimiento intuitivo, sin necesidad de una demostración racional. Desde el neolítico a nuestros días el hombre ha tratado de entender el funcionamiento la naturaleza, las leyes de su evolución, organización, y crecimiento mediante su representación, y ha usado sus proporciones para generar relaciones armoniosas entre las partes de aquello que creaba. Ciertas teorías matemáticas y geométricas de representación aparecen como expresión teórica y racional de conquistas hechas por la pintura, las artes plásticas y el diseño. Los artistas y diseñadores a su vez, se han servido del discurso teórico de la ciencia, como fundamento de sistemas de proporción, métodos representación y de investigación, al mismo tiempo que estas les transferían el prestigio intelectual de las artes liberales.

Los principios de percepción visual son una extrapolación del paradigma newtoniano al mundo del diseño, al que ha ofrecido una teoría coherente y racional, basada en la lógica y en la ciencia, que hace hincapié en el tratamiento objetivo y sistemático del diseño mediante el uso de la retícula. La aparición de las Teorías General de Sistemas, del Caos y los Fractales, ha supuesto un cambio de paradigma en ciencia extrapolado ya a múltiples ámbitos del conocimiento. La teoría del diseño comparte objetivos con dichas teorías, y aun que se han dado ya importantes pasos de acercamiento, la visión newtoniana del mundo persiste en el ámbito teórico y de investigación gráfica. Adoptar el nuevo paradigma puede aportar al diseño gráfico y al arte un nuevo marco teórico y metodológico para el análisis y creación, que permita entender situaciones poco explicables desde la perspectiva de la teoría del diseño moderno, como el comportamiento caótico de algunos elementos, además de nuevas pautas metodológicas para el análisis y la creación. Sin embargo ello pasa por aceptar que: el diseño es un sistema, y como tal, los diseños son dinámicos, evolucionan (a me-

nudo al margen del diseñador que los creó) y finalmente mueren; que cada problema planteado no le corresponde una única solución, óptima y que los diseños son inreeditables, pues las circunstancias nunca serán las mismas, ni las relaciones establecidas entre elementos tampoco.

Referencias

- Arnheim, R. (1988). *Art and Visual Perception -A Psychology of the Creative Eye - The New Version*. Berkeley, California: University of California Press, 1954) traducción al castellano de María Luisa Balseiro. Arte y percepción Visual. Psicología del ojo creador. Nueva versión. Madrid: Alianza Forma.
- Averá Delgrás A. (1884). *Nuevo arte de enseñar y escribir la letra española para todas las escuelas del reino*. Imprenta de José Rodríguez. Madrid 1884. Cuarta Edición
- Corrales, C. (2000). *Contando el espacio de la caja a la red en matemáticas y pintura*. Madrid: Ediciones despacio, moobcoop ediciones.
- Descartes R. (1637). *Discourse on Method*. Ian Maire, en Leiden, Holanda.
- Devlin, K. (2002). *El lenguaje de las matemáticas*. Barcelona: Ediciones Robinbook, Ma Non Trope, Ciencia. Traducción al castellano: Pedro Crespo.
- Dürer, F. (1525). *Unterweisung der Messung*. Nuremberg.
- Gerstner, K. (1979). *Diseñar programas*. Barcelona: ED Gili.
- Cabezas Gelabert L., y Ortega De Ulher L. F. (1999) Análisis gráfica y representació geomètrica. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona. nº36.
- Mandelbrot, B. (1982). *Fractal Geometry of Nature*. W. H. Freeman. Spanish translation: Geometría fractal de la naturaleza. Traducción Josep Llosa. (1997). Barcelona: Matatemas 49, Tusquets ediciones.
- Newton, I. (1687): *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Principios matemáticos de la Filosofía natural. Barcelona: Ediciones Altaya, S.A. Grandes Obras del Pensamiento, 21(1993).
- Von Bertalanffy K.L. (1968). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.

Agradecimientos

El Museu de la Vida Rural de L'Espluga de Francolí dio permiso para usar sus imágenes en este artículo. Para cualquier otro uso se requiere su aprobación.