

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

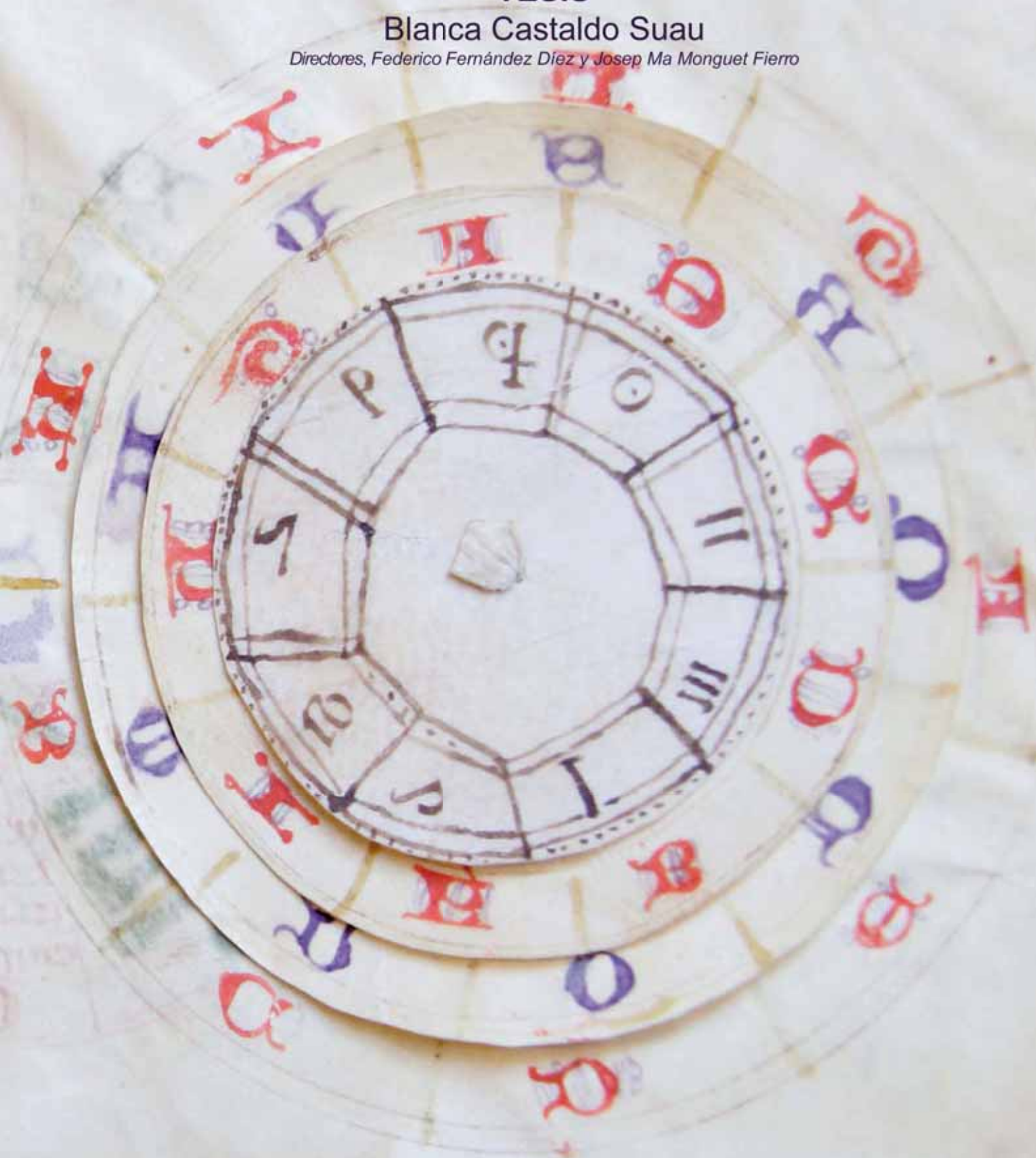
ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

TESIS

Blanca Castaldo Suau

Directores, Federico Fernández Díez y Josep Ma Monguet Fierro



**DE LOS PARADIGMAS ARCAICOS
A LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS**

Aplicación al análisis, creación y enseñanza del diseño

TESIS DOCTORAL

DE LOS PARADIGMAS ARCAICOS A LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

Aplicación al análisis, creación y enseñanza del diseño

Blanca Castaldo Suau

Tutores, Federico Fernández Díez y Josep Ma Monguet Fierro

Barcelona

Diciembre 2012

UPC

Universidad Politécnica de Cataluña

DOCTORADO DE INGENIERÍA DE PROYECTOS Y SISTEMAS
Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería

Agradecimientos

*“Cuando quieres realmente una cosa,
todo el Universo conspira para ayudarte a conseguirla.”*
Paulo Coelho

A Joan, copartícipe de vida y pensamientos
que ha ilustrado con sus fotografías.
A mis padres, amplia familia y amigos por su constante apoyo,
A quienes que han participado en mi formación hasta hoy
compartiendo su conocimientos con migo,
especialmente a mis dos tutores de doctorado por acogerme en su equipo,
por sus sabios consejos y la confianza depositada en mi trabajo.
A mis compañeros de trabajo y alumnos.
A Violeta.

Resumen

Observar el diseño desde la perspectiva de la ciencia podría dar un giro asombroso a la moderna teoría del arte y diseño. Establecer un paralelismo entre el concepto moderno de diseño u obra de arte y el concepto de sistema en física, o de espacio en matemáticas permitiría por ejemplo, dar explicación teórica a la existencia de comportamientos caóticos, difícilmente previsibles, entre los elementos de un diseño. Afirmar que, lejos de lo que se había pensado hasta ahora, todo proyecto de diseño, aún usando una metodología científica, es por naturaleza indescriptible en su totalidad, puesto que si bien podemos identificar sus partes o elementos, jamás podremos observar el conjunto total de interacciones entre sus componentes.

Aporta una nueva visión a cerca de los elementos constitutivos y sus relaciones que permite una optimización del proyecto, dirigirlo con mayor eficacia hacia la consecución de sus objetivos.

Palabras clave

Sistema, espacio, elemento, layout, caos, estructura, fractales, complejidad, dimension, geometría, estabilidad, dinamismo.

Abstract

Viewing design through the prism of science could give an extraordinary twist to the modern theory of art and design. Establishing, for example, a parallel between the modern concept of design or art and physical systems would enable us to provide a theoretical explanation for the existence of unpredictable, chaotic behaviour in the elements of a design. Furthermore, it would enable the thesis that, contrary to received wisdom, any design project – even one based on scientific methods – is by its very nature indescribable in its totality as, even though we can identify its parts or elements, we can never observe the overall set of interactions between its components.

It could give us a more comprehensive vision of its significant elements and operative relationships, with which we can optimise a project and steer it more effectively and efficiently towards the achievement of its aims.

Keywords

System, space, element, layout, chaos, structures, fractals, complexity, dimension, geometry, stability, dinamism.

Presentaciones y publicaciones

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*. Vol. 24 Núm.2 (julio-diciembre) 2012 (269-282)

http://www.arteindividuoy sociedad.es/N24_2.html

http://www.arteindividuoy sociedad.es/articulos/N24.2/Blanca_Castaldo.pdf

CASTALDO SUAU, B. (2012). *La Teoría General de Sistemas en la Pedagogía del Diseño*. Presentado en el IV Congreso Internacional de Educación Artística y Visual: aportaciones desde la periferia. Jaén del 19 al 21 de abril de 2012

Publicado en el CD-Arte, educación y cultura. Aportaciones desde la periferia. COLBAA: Jaén, 2012. Edita Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Bellas Artes de Andalucía I:S:B:N: 978-84-937651-0-1

CASTALDO SUAU, B. (2012). *Aportes Semánticos de la Teoría General de Sistemas al Diseño Gráfico y Multimedia*. Presentado en la Segunda Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética: CICIC 2012, en el Contexto de The 3rd International Multi-Conference on Complexity, Informatics, and Cybernetics: IMCIC 2012 , 25 al 28 de Marzo 2012, Orlando, Florida, EE.UU. y publicado en las memorias de estas. ISBN-13:978-1-936338-55-9

CASTALDO SUAU, B. (2011) *La didáctica del diseño bajo la perspectiva de la teoría general de sistemas (TGS)*. Presentado en el Encuentro Latinoamericano de Diseño 2011. Facultad de diseño y comunicación. Universidad de Palermo. Argentina.

Seleccionado para la publicación en la revista Actas de diseño nº 15

http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2008/05_publicaciones/actas_diseno.html

CASTALDO SUAU, B. , FERNÁNDEZ DÍEZ F., MONGUET FIERRO J.M. (2011). *Design as system. An approach to graphic & multimedia the design from the perspectives of chaos & general systems theories*. Presentado en el Sixth International Conference on Design Principles and Practices. 20-22 January 2012. University of California, Los Angeles, USA. Seleccionado para la publicación en The International Journal of Visual Design. Volume 1, 2012. Common Ground Publishing. <http://designprinciplesandpractices.com>, ISSN 1833-1874. Champaign, Illinois, USA

CASTALDO SUAU, B. (2011). *De la Teoría General De Sistemas al diseño gráfico*. Presentado en CICIIC 2011 Conferencias Iberoamericana de Complejidad, Informática y cibernética. del 27 al 30 de marzo, organizada por el International Institute of informatics and systemics y publicado en las memorias. Edita Jorge Baralt, Nagib Callaos, Andres Tremante. ISBN-13:978-1-936338-17-7

Índice

Agradecimientos.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Presentaciones y publicaciones.....	6
Introducción.....	11
No hay juego sin reglas.....	13

Las matemáticas del diseño

Las matemáticas.....	17
Armonía y proporción	18
El estudio del cambio y el movimiento	19
Espacio y elemento.....	21
Física y metafísica del espacio	21
La cosmogonía griega	21
Universo finito o infinito	23
El espacio y los elementos geométricos	27
Espacio y orden	29
La fórmula crea la forma	30
Que es la dimensión.....	35
La dimensión espaciotemporal	35
Dimensión matemática	36
La belleza de los números.....	39
Los números enteros	39
Progreso simbólico, números abstractos	40
Los números primos	41
Números racionales, fraccionarios, o quebrados	42
Número irracional	42
Números reales	44
Infinito y límite.....	45
Irreversibilidad e Indeterminación.....	49

La geometría fractal

La geometría fractal.....	55
Homotecia e iteración	56
La geometría euclídea	57
Propiedades de los fractales.....	59
Dimensión.....	61
Dimensión fractal y topológica	61
Dimensión y equivalencia	61
Fractales y sistemas dinámicos.....	65
Fractales y sistemas dinámicos caóticos	66
Fractales ornamentales.....	67
La proporción áurea	70
Algoritmo, método, programa. Infografía.....	73

El diseño como sistema

Sistema.....	79
La Teoría General de Sistemas.....	83
Fundamentos de la Teoría General de Sistema	84
Propiedades de los diseños o sistemas.....	87
Clasificaciones básicas de los sistemas.....	91
Con relación a su origen: sistemas naturales o artificiales	91
Con relación a su realidad o existencia: sistemas concretos o abstractos	91
Según su entitividad: Sistemas reales ideales o modelos	91
Con relación al ambiente o grado de aislamiento: sistemas abiertos o cerrados	91
Con relación al número de elementos y relaciones entre ellos	92
Con relación a sus estabilidad o dinamismo en el tiempo	92
El determinismo en diseño	93
Sistemas dinámicos lineales y sistemas no lineales en diseño	93
Las estructuras en los diseños.....	95
La complejidad en diseño.....	99
Complejidad cuantitativa	99
Conectividad	99
Variabilidad	101
Complejidad, lenguaje y tecnología: Discurso secuencial y lineal	102

Orden y método

La retícula: Método y geometría.....	109
Intuición y demostración	109
La geometría del diseño	110
La dinámica de los objetos.....	113
Composición y gravitación	116
Orden y caos en diseño.....	119
Cosmos y caos	119
De la teoría del caos al diseño	121
El fin de las certidumbres	124
Indeterminación e Indescriptibilidad	124
Metodología.....	127
Análisis de sistemas	127
La ingeniería de sistemas	128
Aportes semánticos de la Teoría General de Sistemas.....	137
La didáctica del diseño bajo la perspectiva de la TGS.....	149
Los estudios de diseño en España: de donde venimos y a donde vamos	149
La TGS y los estudios de diseño españoles	151
Los fines	153
La organización didáctica	155
Interdisciplinariedad	156
Las formas	157
Las Ciencias en la enseñanza del diseño	157
Geometría	158
Teoría del diseño	159
El análisis de diseños	159
La metodología proyectual	160
El lenguaje	161
El profesorado	161
Conclusión.....	163
¿Porqué un juego de cartas?.....	167
Bibliografía y documentación.....	176

Introducción

La trayectoria de los avances científicos y artístico-comunicativos ha evolucionado siempre, sea inconsciente o por una voluntad sincera de acercamiento, de forma paralela. Ello se evidencia en la constante convergencia en su evolución a lo largo de la historia de conceptos como el de espacio, elementos del espacio, y de ordenación de los elementos en el mismo, tratados en ámbitos tan dispares del conocimiento como la filosofía, las matemáticas, la física, las artes y el diseño.

Nadie parece discutir a día de hoy que la Teoría General de Sistemas (a partir de ahora TGS) ha supuesto un cambio de paradigma para el mundo científico. El concepto de sistema ha pasado a dominar todas las ciencias: si se habla de astronomía se piensa en el sistema solar; si el tema es la fisiología, se piensa en el sistema nervioso, en el circulatorio, digestivo... La sociología habla del sistema social, la economía de sistemas monetario, la física de sistemas atómicos y así sucesivamente. Aparece así un nuevo lenguaje conceptual, puente entre numerosas disciplinas. La TGS pretende introducir una semántica científica de utilización universal.

La aparición de la TGS no se entendería sin las nuevas teorías físicas y matemáticas del caos, los fractales y la complejidad. Según estas, y contrariamente de lo que se había pensado hasta ahora, todo sistema viable, es por propia naturaleza indescriptible en su totalidad. Ello se deduce del hecho de que nunca podemos conocer a un sistema en su totalidad, puesto que si bien podemos identificar sus partes o subsistemas, jamás podemos observar el conjunto total de interacciones entre subsistemas o partes componentes.

Otra característica de los sistemas viables descubierta por Prigogine (1996)^[1] es la característica de la irreversibilidad. Esta nos dice que los sistemas desde su nacimiento hasta su muerte no dejan en ningún momento de evolucionar, pasando por diferentes etapas de desarrollo en cada una de las cuales presentan características únicas imposibles de volver a reeditar en el tiempo.

Ambos descubrimientos, llevan una vez más a la revisión de aquellos conceptos comunes al arte y la ciencia, como el de espacio, elemento del espacio, estructura, orden..., que puede resultar de vital interés para su posterior aplicación en la creación y el análisis de la organización interna de los diseños.

Por otra parte la TGS ha dado lugar a la Ingeniería de Sistemas, que trata del proceso ordenado para hacer realidad un sistema: La aplicación de principios científicos a lo largo del proceso de proyectación y desarrollo de un sistema.

[1] PRIGOGINE I. (1996) El fin de las certidumbres. Taurus Pensamiento.

Desde este punto de vista, sus métodos pueden ser aplicados de forma eficaz a cualquier tipo de sistema, también a un diseño gráfico o multimedia, si somos capaces de entenderlo como tal: un conjunto de elementos relacionados entre si de manera que si una es modificada el resto también lo son.

Tradicionalmente, en los diversos centros españoles dedicados a las enseñanzas de diseño, existen asignaturas como: Física, Química y Matemáticas aplicadas al diseño, Naturaleza y forma, Metodología proyectual, Geometría, Teoría del diseño...,etc. Todas ellas tienen entre sus objetivos formar al alumno en el análisis y metodología para la organización interna de los diseños, las interrelaciones entre sus elementos, y reglas de organización, niveles jerárquicos, la capacidad de variación, adaptación y crecimiento de los diseños; desarrollar un conjunto de leyes aplicables a estos comportamientos, así como impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos del diseño. Estos mismos objetivos son los que persigue la TGS desde una perspectiva más amplia o general, es decir, aplicable a todas las ciencias. El modelo transdisciplinario de la TGS reside en la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes aunque referidas a sistemas diferentes y objeto de estudio de ámbitos dispares del saber como son la física, las matemáticas, la historia, la medicina, o la economía... A pesar de ello, en los diversos planes de estudio que siguen los centros españoles dedicados a estas enseñanzas son escasos los casos en que se mencionan de manera explícita estas teorías.

La TGS y el mundo del diseño, parecen pues, compartir objetivos comunes, y una misma visión integradora de las diversas ciencias. Sin embargo, y a pesar de ello, no parece que a día de hoy se hayan dado suficientes pasos para promover un acercamiento entre ambas disciplinas.

¿Hasta que punto tienen cabida la sistémica y las nuevas teorías científicas como la Teoría del Caos y los fractales en ámbito del diseño? ¿Pueden aportar, como parece, una mayor comprensión de la organización interna de los diseños u obra de arte; las interrelaciones entre sus elementos, y reglas de organización, niveles jerárquicos, capacidad de variación, adaptación y crecimiento? ¿Y al análisis y la metodología proyectual? ¿Puede fomentar, como ha sucedido en otras disciplinas, el impulso y desarrollo de una terminología general que nos permita describir las características, funciones y comportamientos del diseño/arte? ¿Que supone este cambio de paradigma para el mundo del arte y el diseño?

No hay juego sin reglas

Son sin duda pocos los científicos que creen en las llamadas “ciencias” esotéricas o adivinatorias (tarot, cartomancia, etc.), que pretenden descubrir de una u otra forma la relación entre diferentes aspectos del individuo con el cosmos. Puede que resulte incluso molesto para alguno de ellos, especialmente para los astrónomos, su uso para la explicación de argumentos científicos.

Sin embargo, y perdonen mi atrevimiento, son varias las causas que me han animado a pensar en la posibilidad de crear un juego de cartas que permita, a quienes lo deseen, hacer diferentes lecturas de este trabajo... Entiéndame, no es una obligación, sino una opción. Si deciden no jugar, pueden leer en el orden habitual cada uno de sus capítulos. Aunque sin duda, no será hasta el final de la lectura de este trabajo que entenderá la coherencia de esta propuesta. Para quienes decidan jugar aquí van las reglas del juego:

Reglas del juego.

La baraja posee cuatro palos, a cada uno de los cuales se les ha asignado la siguiente temática:

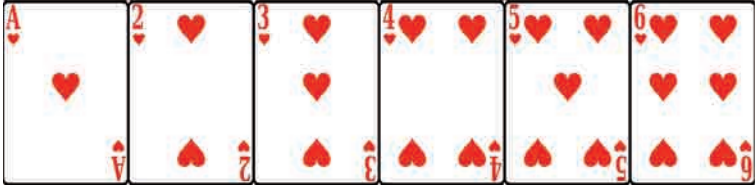
- Las matemáticas del diseño: Corazones
- La geometría fractal: Trébol
- El diseño como sistema: Picas
- Orden y método: Diamantes

Eliminamos las cartas 7, 8, 9,10,11 y 12 de cada uno de los palos. Barajamos y colocamos el resto de las cartas boca arriba sobre la mesa, en 6 columnas y 4 filas.

El juego consiste en tratar de ordenar las cuatro filas y las 6 columnas siguiendo el orden de los palos y el número de la carta. Para ello extraemos los ases de cada palo y los colocamos al inicio de las respectivas filas, según nos convenga, es decir, teniendo en cuenta en qué fila hay mayor número de cartas de ese palo. Los huecos dejados por los ases podrán ser rellenados por cartas contiguas en número a la carta anterior o posterior al hueco, siempre que sean del mismo palo señalado por la carta de inicio.

Una vez conseguido el máximo de orden contiguo se podrá leer la tesis, siguiendo el orden de las cartas por filas (ámbitos de estudio) o siguiendo el orden de columnas (por temas). Encontrarán el número de carta justo encima del número de página.

Las matemáticas del diseño





Las matemáticas

Las matemáticas, afirma Keith Devlin (2002, p.13) [1], “son la ciencia de las estructuras. Lo que hace el matemático es estudiar las estructuras abstractas - estructuras numéricas, estructuras de formas, de movimiento, de comportamiento, del modo en el cual se llevan a cabo las votaciones por parte de una población, las estructuras con las que se repiten los sucesos aleatorios, etc.- Tales estructuras pueden ser reales o imaginarias, visuales o mentales, estáticas o dinámicas, cualitativas o cuantitativas, puramente utilitarias o de algo más que un interés recreativo. Pueden tener su origen en el mundo que nos rodea, o en las profundidades del espacio y el tiempo, o provenir de la actividad mental de la mente humana. Distintos tipos de estructuras dan lugar a ramas distintas de las matemáticas.

Tenemos por ejemplo que:

- La aritmética y la teoría de los números estudian las estructuras de los números y del proceso de contar.
- La geometría estudia la estructura de las formas.
- El cálculo nos permite tratar las estructuras del movimiento.
- La lógica estudia las estructuras del razonamiento.
- La teoría de la probabilidad trata de estudiar el azar.
- La topología estudia las estructuras de la proximidad y de la posición.”

La relación entre arte y matemáticas es mucho más profunda que la histórica y reconocida evolución de la geometría y el arte. A lo largo de la historia, ha existido una constante relación entre ambos: Como indica Capi Corrales, en su magnífico libro *Contando el espacio* (1991)[2], si observamos la pintura realizada en diferentes épocas desde las matemáticas del momento, vemos que existe un claro paralelismo entre lo que se entiende como espacio en matemáticas y en arte. Probablemente ello no sea fruto de una reflexión consciente de nadie, ni siquiera una característica exclusiva de las matemáticas y la pintura, se da también en música, física y filosofía. Desde Grecia hasta hoy, se han hecho matemáticas y se ha pintado, cada cual en su ámbito. Probablemente es después al observar los trabajos cuando percibimos las similitudes.

La concepción matemática del espacio, de los elementos y como se organizan de éstos en el espacio parece evolucionar paralelamente en la de la pintura y demás ámbitos de la expresión gráfica y artística como el diseño gráfico. Así, encontramos asombrosas coincidencias (casi textuales), especialmente entre la concepción del espacio matemático a principio del siglo pasado y de espacio gráfico en las teorías del diseño gráfico de la Bauhaus y su heredero el diseño Suizo.

1♥1. Papiro de Ahmes. Se cree que la geometría tiene su origen en la necesidad de medir las tierras tras cada crecida del Nilo, la necesidad de medir áreas y volúmenes de figuras simples para la construcción de canales, edificios, figuras decorativas, o medir el movimiento de los astros.
Fuente : El Papiro de Ahmes. <http://elpapirodeahmes.wordpress.com/2011/08/24/hola-mundo/20> (visitado el 20/09/12)



1 DEVLIN K. (2002). *El lenguaje de las matemáticas*. Ediciones Robinbook, Ma NON TROPO, Ciencia. Barcelona.

2 CORRALES RODRIGÁNEZ C. (1991). *Contando el espacio*. De la caja a la red en matemáticas y pintura. E.D Ediciones despacio. mobcoob ediciones.

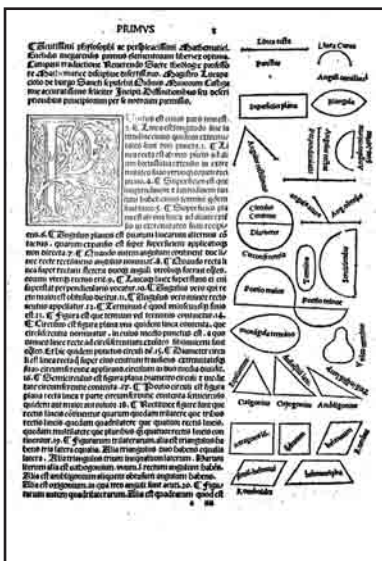


Para los griegos, las matemáticas consistían en el estudio de los números y la forma (Devlin, 2002). La palabra geometría proveniente del griego geo, tierra; metrein, medir, significa medir la tierra. Herodoto, atribuía el origen de la geometría a la necesidad de medir las tierras de cultivo con el objetivo de determinar equitativamente los impuestos a pagar, pues tras cada crecida del Nilo, estas modificaban su extensión. Probablemente la necesidad de comparar las áreas y volúmenes de figuras simples para la construcción de canales y edificios, figuras decorativas, o describir los movimientos de las estrellas, originaron las reglas y propiedades geométricas que encontramos ya en documentos de las antiguas civilizaciones egipcia y mesopotámica. (Escolar.com, 2005)[3] Desde entonces la realidad del entorno físico en el que vivimos, que percibimos con nuestros sentidos, se intenta explicar y representar con ayuda del modelo teórico de la geometría. El espacio geométrico es una modelización del espacio que habitamos, y que nos ayuda a comprender o prever ciertos fenómenos del espacio físico, aunque no coincide con él.

Como explica la Dra. Capi Corrales (1991), en la antigua Grecia los objetos geométricos (rectas, planos, círculos, triángulos...), se estudiaban como objetos individuales, sin mencionar el espacio que los contenía. La primera idea de espacio matemático, fue perfilada por los matemáticos del s. XVII y XVIII sirviéndose de la geometría euclídea, las discusiones filosóficas y teológicas sobre el espacio, el proceso de aritmetización de la geometría y los números reales. Desde entonces y hasta entrado el siglo XIX el espacio euclídeo pasó a ser descrito como un espacio cúbico, tridimensional, infinito y homogéneo, sin resistencia al movimiento, contenedor de los elementos de la geometría euclídea (puntos, líneas, círculos cubos...), y dotado de un modelo analítico (sistema de coordenadas) que permite a los matemáticos unas referencias desde las que medir.

Las figuras geométricas, por su parte, no existen en la realidad, sino que son idealizaciones de objetos de esta. No existe, por ejemplo la línea recta, cualquier línea recta material mirada al microscopio resultaría curva; ni existe el punto ideal falto de dimensiones; ni la superficie ideal desprovista de grosor... Sin embargo estos elementos ideales, nos permiten estudiar las formas materiales mediante su representación. La regla y el compás han contribuido desde el origen de la geometría a materializar las ideas geométricas, pues los dibujos trazados con estos instrumentos, proporcionan una mejor comprensión de las propiedades geométricas. (Fioritti G., 1998) [4]

1º2. Los elementos. Euclides. En la antigua Grecia los objetos de estudio de la geometría euclídea (rectas, planos, círculos, triángulos...), se estudiaban como objetos individuales, sin hacer referencia a su contenedor. Fuente: Euclidif megarensiphilo. Liber Primus. P.9 (1509). <http://www.books.google.com>.(visitado el 02/09/12)



Armonía y proporción

“Debemos recordar que la palabra armonía que usamos hoy en día deriva del mismo término griego que, en un principio significaba conexión y también orden. El desarrollo y la aplicación más importante de este término se produjo durante el siglo VI a C. en relación a la teoría musical que formularon los pitagóricos al descubrir la relación existente entre los sonidos musicales, la longitud (la forma) de las cuerdas que lo producían y los números que expresaban estas longitudes. Estaban convencidos que con estos descubrimientos habían accedido a la clave de la explicación del universo” (Cabezas & Ortega, 1999 p.31).[5] Desde el punto de vista de los pitagóricos el uso

3 DÍAZ ROMERO C. N. Geometría en la arquitectura. Unidad 1. Reseña histórica- Euclides. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Arquitectura. <http://es.scribd.com/doc/16332006/UNIDAD-1-y-2>. (visitado el 02/05/12)

4 FIORITTI G. (1998). Enseñanza de la geometría. Contenidos.com. Educación a distancia. <http://www.contenidos.com/matematica/geometria> (visitado el 02/05/12)

5 CABEZAS GELABERT L., y ORTEGA DE ULHER L. F. (1999). Anàlisi gràfic i representació geomètrica. Edicions Universitat de Barcelona. Nº36.



del los conceptos de armonía y proporción eran aplicables a todo, al universo entero, a las artes plásticas por supuesto, y hoy diríamos que al diseño.

Los sistemas de proporción son conceptos intelectuales basados en la lógica matemática. En matemáticas, una razón, «Ratio» en latín, es una comparación entre dos magnitudes (dos figuras, objetos, personas, unidades, etc.), normalmente se expresa como “a es a b” o $a=b$.

El razonamiento básico de las construcciones de geometría plana recogidas en los manuales de dibujo geométrico, se fundamenta en la comparación de elementos, y buena parte de la geometría métrica se relaciona con la comparación de cantidades.

Por otra parte, y como explica, Keith Devlin (2002)[6], la demostración es el origen o el fundamento de la mayor parte de las matemáticas y los teoremas son proporciones científicas demostrables. Para tratar el tema de la proporción de forma rigurosa, por tanto, no queda más remedio que usar las matemáticas, la geometría, y la teoría de números. (Cabezas & Ortega, 1999)

El estudio del cambio y el movimiento

Aunque buena parte de las herramientas matemáticas (números, puntos, ecuaciones, etc.) son fundamentalmente estáticas, no tratan sobre el movimiento; sin embargo, las matemáticas también se han ocupado del estudio de las estructuras del cambio. El cálculo diferencial nos permite analizar el movimiento y el cambio, no de cualquier movimiento o cambio, sino únicamente aquel que muestra una estructura.

La diferenciación (o derivación), es la operación básica del cálculo diferencial que tiene como fin la obtención de la tasa de cambio de cualquier variable de esa estructura. Para obtener la diferenciación, el valor, posición o trayecto debe expresarse mediante una fórmula o pauta que describa el movimiento o cambio en el que estamos interesados. La diferenciación actúa entonces sobre dicha fórmula, produce otra que nos da la tasa de cambio.

Como hemos visto, la geometría, pretende describir la estructura de las formas que vemos en el mundo que nos rodea, sin embargo nuestros ojos perciben otras estructuras visuales no tan relacionadas con la forma en si, como con el cambio. Para estudiar el movimiento, debemos encontrar el modo de tratar las estructuras del cambio. En una simetría (por rotación, traslación, reflexión, escalado) de una figura es una transformación que la deja invariante, es decir, tomada en su conjunto, la figura parece la misma antes y después de la transformación,

6 DEVLIN K. (2002). El lenguaje de las matemáticas. Ediciones Robinbook, Ma NON TROPO, Ciencia. Barcelona.



1♥3. Enbalosado geométrico: Traslación, rotación y refleje un módulo triangular. Fuente: Imagen de Castaldo Suau, B.

1♥4. Fragmento de la secuencia: Locomoción animal. Muybridge fue una de las primeras personas del siglo XIX en hacer un análisis fotográfico satisfactorio del movimiento y el primero en dar un procedimiento para proyectar sus resultados con una cámara. Fuente: Imagen de Anticuarian Booksellers's Association. <http://www.aba.org.uk/featured-books/401-muybridges-animal-locomotion> (visitado el 20/09/12)



aunque los puntos individuales de dicha figura se hayan desplazados a causa de la transformación.

El estudio matemático de la simetría se lleva a cabo observando las transformaciones de los objetos. Para el matemático una transformación es un tipo especial de función. Desde el punto de vista matemático de las funciones y de la geometría, la derivada de una función en un cierto punto, es una medida de la tasa de cambio, eso es, la medida de cambio de una función conforme se modifica un argumento. Por otra parte y a pesar de que ciertos movimientos nos parezcan caóticos, la mayoría, presentan cierto orden y regularidad.

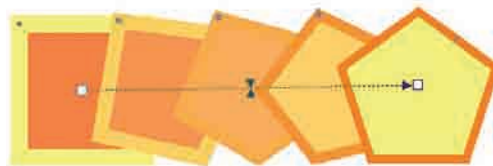


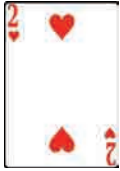
1♥5. Cuadro de Emilio Sempere. El arte cinético y el Pop art, en su estudio del movimiento, hace suya toda la ambición del constructivismo de la Bauhaus en su pretensión de ser arte y ciencia.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

1♥6. Algunos programas de ilustración vectorial permiten calcular el cambio entre una figura y otra en las etapas que el ilustrador desee.

Fuente: Castaldo Suau, B.





Espacio y elemento

Parafraseando al profesor José Maza Sancho “*la estructura general del universo es uno de los problemas que ha desafiado la curiosidad intelectual del hombre desde tiempos inmemoriales. Mucho antes de conocer las herramientas básicas para poder plantear objetivamente el problema, el hombre había hecho ya varias cosmologías basadas en mitos y leyendas*” (Maza Sancho, J. M., 2007)^[1]. El concepto de espacio, fundamental para nuestro estudio, evoluciona en paralelo respecto de la cosmología de cada época histórica.

Física y metafísica del espacio

La cosmogonía griega

Hasta el siglo XIX no se hacía distinción entre los saberes de la filosofía y la física. Los filósofos griegos trataron de explicar el origen, y como estaban hechas las cosas, la naturaleza «*physis*», el universo. Sus conclusiones fueron la base para las teorías científicas y filosóficas posteriores. Isaac Newton, sin ir más lejos, titularía su conocido tratado como «*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*». (De Lucas Linares, J., 1999)^[2]

Para su estudio, los griegos, se servían de la observación y la lógica del sentido común (aunque sin renunciar a la condición mitológica de los cuerpos celestes). De este modo, el modelo cosmológico geocéntrico de Aristóteles, con la Tierra inmóvil y el universo girando a su alrededor perduraría hasta el siglo XVII (AAAS, 2005)^[3].

En la cosmología aristotélica el universo es esférico, finito, formado por esferas que se hallan unas dentro de otras. La Tierra es la esfera central, mientras la última esfera, que rodea a todas las demás, es la esfera de las estrellas (constelaciones). Este universo está dividido en dos zonas: el cielo, (de la luna hacia arriba), es el mundo del orden, de la estabilidad y del equilibrio, y el mundo terrestre de la diversidad y del cambio (de la luna hacia abajo). Como la Tierra o mundo sublunar parecía comportarse de forma cambiante, se tomó el cielo, donde impera el orden, la armonía, la regularidad como referente para medir el tiempo y de los acontecimientos. Su conocimiento exacto y geométrico regulaba actividades humanas como la agricultura. Los cuerpos de la región sublunar

2♥2. Ilustraciones del Universo de Ptolomeo, Atlas catalán. CRESQUES J.(1375)
Unos ángeles dan cuerda a la maquina del universo.
Fuente: exposición Ciel&Terre. BNF.
<http://expositions.bnf.fr/ciel/index2.htm>
(visitado el 20/08/12)



1 MAZA SANCHO, J. (2007) La paradoja de Olbers. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. http://www.das.uchile.cl/cursos/eh28b/2p10_olbers.pdf. (visitado el 02/08/12)

2 DE LUCAS LINARES, J., (2002) Breve historia de la física. Primera parte. Ministerio de Educación. <http://www.javierdelucas.es/historiadelafisica1.doc> (visitado el 02/08/12)

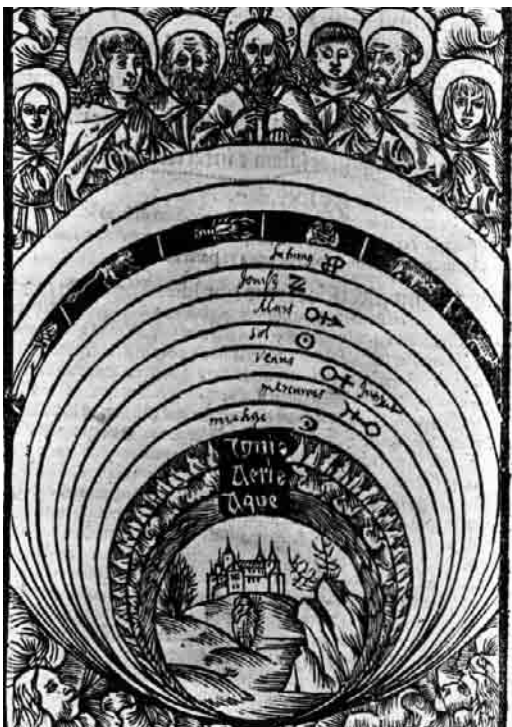
3 AAAS (1989) Ciencia. Conocimiento para todos. En línea. Capítulo 10. Perspectivas históricas. Unión del cielo y la tierra. American Association for the Advancement of Science, Oxford University Press México. <http://www.project2061.org/esp/tools/sfaaol/chap10.htm#1> (visitado el 02/08/12)



se creía que estaban compuestos de cuatro elementos: tierra, agua, aire, fuego. Cada uno de estos elementos poseía un lugar natural al que tendía para encontrar el reposo: La tierra era el elemento más pesado, tendía a ocupar el centro de la tierra. Le seguía el agua, que se situaba inmediatamente por encima. Después el aire y, por último, el fuego, el elemento más ligero con la tendencia propia de dirigirse hacia la periferia del mundo. Los movimientos de las cosas se debían a la tendencia de los elementos que lo componían a ocupar su lugar natural: al lanzar una piedra, ésta cae porque busca recuperar su lugar propio: el centro del mundo, restaurando así el orden perdido. La naturaleza de los objetos determinaba, su comportamiento y desarrollo; su destino. En el mundo supralunar reinaba el orden, la armonía, la regularidad pues los cuerpos celestes no estaban compuestos por los cuatro elementos terrestres, sino de éter, un elemento incorruptible y eterno que otorgaba una homogeneidad al cielo, que no tenía lo terrestre. El espacio vacío no existía. Los cuerpos celestes, estaban sujetos a esferas de éter que giraban movidas por motores. Y eran las esferas y no los planetas en el vacío las que giraban (Diez de la Cortina E., 2002).

Esta concepción del cosmos se reproduce una y otra vez en la forma de organizar las cosas en diferentes épocas. En Atenas, por ejemplo, el espacio sagrado de la acrópolis se elevaba por encima de la ciudad. El espacio urbano en la Roma imperial estaba claramente jerarquizado: los palacios de los patricios se construyeron en el Palatino, mientras que el Trastévere acogía las viviendas populares (Goycoolea Prado R., 2000)^[4]. Durante el medievo, por su parte, el espacio pictórico aparece también ordenado a la manera del lugar aristotélico, según su rango de perfección se sitúan las figuras en uno u otro lugar, dependiendo de su mayor o menor excelencia: el Pantócrator aparece en las zonas más elevadas, dominando el espacio poblado de los ángeles, la virgen ocupa el lugar más próximo, mientras el coro de los santos se sitúa en la zona intermedia, más próxima a la terrenal en la que estamos los hombres. (Fernández, Barnechea & Haro, 1984).

4 GOYCOOLEA PRADO, R. (2000) Metafísica del infinito y concepto de espacio en Giordano Bruno (1548-1500). <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/brunorob.htm>, <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/brunorob.pdf> (visitado el 30/06/12)



Universo finito o infinito

“El universo aristotélico no tiene principio ni final; es eterno y no tiene historia. Por ello no hay posibilidad de hacer una cosmogonía acerca del cosmos: este es ingendrado y existe desde siempre. Además el universo es finito; no está en el espacio. Esto es así porque si ocupara un espacio habría un algo, que no es el universo más allá del universo mismo (que es todo lo que hay o existe), y esto es imposible. La pregunta sobre el más allá del universo o sobre dónde está el universo es ilegítima. No hay un recipiente (espacio) que abarque el universo como si éste fuera una cosa. Más allá del universo mismo no hay nada porque él es todo lo que hay.” (Díez de la Cortina, 1999)

Por otra parte, desde Grecia hasta la escolástica de la edad media, se consideró como una certeza la existencia de una frontera del universo. Ello era aceptado por la jerarquía de la Iglesia pues ayudaba a explicar la idea de la tierra como el lugar donde ocurren las imperfecciones, los hechos mundanos- y el cielo y el paraíso, como lugar de la perfección. (Bernui Leo A., 2001) ^[5]

Pero las cosmogonías evolucionan y con el tiempo se llegó a la conclusión de que independientemente de si el universo era finito o infinito era inaceptable suponer que tuviese una frontera. Si su tamaño fuese infinito, no tendría frontera, pues si la tuviera sería de tamaño finito. Una frontera representa la separación entre una región interior y otra exterior. Hablar de la frontera del universo implicaría que este no estaría abarcando el todo. La idea de universo que lo abarcaba todo, por tanto estaría formado por lo que hay en el interior más lo que hay en el exterior fue ganando adeptos. (Bernui, 2001)

5 BERNUI LEO, A. (2001) . La forma del universo. REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS – UNI. 2001. <http://fc.uni.edu.pe/publicaciones/rev05/pdf/pags-15-26.pdf> (visitado el 20/01/12)
http://216.239.51.100/search?q=cache:I5XLGRWPM2cC:fc.uni.edu.pe/publicaciones/rev05/pdf/PAGS-15-26.PDF+espacio+infinito++y+finito&hl=es&lr=lang_es&ie=UTF (visitado el 20/09/12)



2♥3. Ilustraciones del Universo de Ptolomeo. Fuente: exposición Ciel&Terre. BNF. <http://expositions.bnf.fr/ciel/index2.htm> (visitado el 20/09/12)

2♥3. El pantócrator se sitúa en la zona más elevada, del cielo y la perfección, junto a él siguiendo una jerarquía los ángeles, la virgen, los evangelistas, mientras el coro de los santos se sitúa en la zona más próxima a lo terrenal.

Fuente: ARTE CRISTIANO Y BELLEZA, La belleza salvará al mundo. <http://arte-cristianoybelleza.blogspot.com.es/2012/02/el-entierro-del-conde-de-orgaz-del.html> (visitado el 20/09/12)

2♥4. El Entierro del Conde de Orgaz, del Greco, (1586–1588) expresa también esta idea.

Fuente: ARTE CRISTIANO Y BELLEZA, La belleza salvará al mundo. <http://arte-cristianoybelleza.blogspot.com.es/2012/02/el-entierro-del-conde-de-orgaz-del.html> (visitado el 20/09/12)



Esta concepción geocéntrica del universo, producto de la tradición analítica del pensamiento griego, y sistematizada en la cosmología aristotélica dominó occidente hasta el siglo XVI (Diez de la Cortina, 1999). Sin embargo, con la recuperación del pensamiento neoplatónico, los hombres de Renacimiento, comenzaron a pensar que era posible reproducir el mundo de manera deductiva y apriorística con la ayuda de la lógica y las matemáticas. Comienzan a considerar a la naturaleza como un mecanismo u organismo regido por un orden matemático; unas leyes inmutables que rigen desde los minerales, las estrellas o incluso los seres humanos que en palabras de Giordano Bruno, son meros accidentes, circunstancias de la sustancia cósmica. Paulatinamente, se comenzó a ver el mundo como un sistema dinámico de cuerpos en movimiento regido por leyes que respondían a una estructura regular y que podía expresarse matemáticamente y a Dios como explicación del origen de este sistema mecánico universal. Con el experimento, la comprobación empírica de las hipótesis mediante mediciones físicas cuantificables, los científicos alcanzaban el ideal de la «*Reductione scientiae ad mathematicam*». (Goycoolea Prado, 2000) Finalmente en 1691, Newton propone su modelo cosmológico: Un universo que se corresponde con un espacio tridimensional e infinito, donde las estrellas permanecen en reposo gracias a la interacción gravitacional.

“En las múltiples polémicas que se manifiestan en la última escolástica, la de la naturaleza y propiedades del espacio es una de las de mayor calado y trascendencia, tanto en el ámbito filosófico como científico. Su importancia reside en que sin el reemplazo del concepto aristotélico del lugar como accidente de los cuerpos por la noción de espacio infinito, el desarrollo de la nueva ciencia, y con ella, del pensamiento moderno, sería impensable.” (Goycoolea, 2004).

Sin embargo, como explica Roberto Goycoolea, *“las disputas a favor de una y otra postura fueron encarnizadas e irreconciliables y no les faltaba razón, considerando lo que se jugaba. Para los neoplatónicos el espacio peripatético poseía dos características contrarias a la Nueva ciencia debido a su definición como accidente de los cuerpos:*

- (a) el espacio no es homogéneo, posee regiones físicamente cualificadas a las que los cuerpos tienden por naturaleza -lo sutil, el fuego, encuentra su lugar natural en lo alto o en el empíreo divino según la teología cristiana; lo denso, la tierra, en el centro del mundo o en los dominios de Belcebú-, y*
- (b) el espacio es finito, puesto que es coextenso con el universo finito del que es accidente.*

En un espacio de este tipo, la experimentación científica es imposible. Todo experimento requiere de la homogeneidad del tiempo y el espacio para verificarse, de otro modo resultaría insostenible comparar un mismo experimento realizado en lugares y tiempos que por naturaleza poseen propiedades distintas. Sin un espacio y un tiempo invariable, homogéneo e isotrópico el experimento no puede repetirse con resultados similares en otro momento y lugar, las hipótesis matemáticas no podrían comprobarse empíricamente. Pese a las razonables incertidumbres teológicas y metafísicas que implicaban postular un espacio infinito, las mentes más abiertas e inquietas de la segunda mitad del siglo XVI, comenzaron a aceptar la existencia de un espacio infinito porque permitía resolver más problemas de los que planteaba. Los trabajos de T. Brahe, J. Kepler, N. Copérnico, Galileo y otros hombres de ciencia ayudaron a que poco a poco se aceptara la idea, de que el espacio es una entidad sin características físicas particulares.” (Goycoolea Prado, 2000)



“Una parte importante de las dificultades surgidas de la visión materialista del espacio infinito fueron eliminadas al demostrarse el carácter metafísico de la idea de infinito. (...) Lo que impedía desligar el concepto de infinito de lo corpóreo era su formulación geométrica figurativa. En la medida en que los antiguos trataban la óptica y la mecánica como ramas de las matemáticas, también era costumbre pensar por medio de imágenes espaciales en estas ciencias y representar geoméricamente lo que se supiese de ellas. No hay que olvidar que sólo durante los dos últimos siglos el álgebra superior ha logrado liberar el pensamiento matemático de las representaciones espaciales de la geometría, con lo cual los conceptos de infinito (al menos los matemáticos), se han desprendido de toda formalización o figuración.” (Goycoolea Prado, 2000)

Partiendo de estas ideas básicas, Giordano Bruno expone su noción de espacio infinito: para él, *“el espacio es una cantidad infinita, homogénea, inmóvil, física, tridimensional, continua e independiente, que precede, contiene y recibe indiferentemente todas las cosas. Desde el punto de vista operativo, estas propiedades se podrían resumir en cuatro puntos:*

a) Independencia del espacio respecto a los elementos corpóreos. Cuerpo y espacio son entidades diferentes, cada una con sus principios y particularidades. Incluso podrían existir independientemente, lo cual no significa que, en nuestro mundo, puedan presentarse como tales.

b) El espacio es físicamente neutro. No determina a los cuerpos ni condiciona la posición, forma, localización o interacción entre los elementos corpóreos. La función del espacio es acoger y permitir el cambio de los cuerpos, por tanto, el espacio es anterior a cualquier cuerpo.

c) El espacio es matemáticamente representable y cognoscible por la geometría.

d) En toda región del espacio se cumplen las mismas condiciones (leyes); es imposible diferenciar partes en él porque es cantidad continua. Las diferencias espaciales observadas no son inherentes al espacio sino a lo corpóreo; en un espacio sin cuerpos cualquier determinación es imposible.

Las propiedades asignadas por Bruno al espacio fueron ampliamente aceptadas durante los siglos siguientes, excepto la idea de impenetrabilidad. Aquí el dominicano participa sólo con una pequeña minoría. La mayoría de sus contemporáneos escolásticos y no-escolásticos asumieron que es evidente que el espacio tiene la propiedad de someterse a los cuerpos sin resistencia. Bruno, sin embargo, da prioridad a la continuidad e indivisibilidad del espacio: “El espacio no puede tener partes porque un infinito actual no puede ser dividido en partes finitas.” La sola idea de que existan cuerpos que de algún modo están penetrados en un espacio de tres dimensiones le parece que rompe la indivisibilidad y continuidad del espacio. Consecuentemente, “para garantizar la preservación de la indivisibilidad y continuidad absoluta, Bruno considera esencial asignarle el atributo de impenetrabilidad”. (Grant 1981, 186-7) A la luz de esta noción, cabría preguntarse si con ello Bruno no rescata el dilema medieval, poseído por la concepción aristotélica, del vacío dimensional como cuerpo impenetrable.” (Goycoolea Prado, 2000)

“... Un último aspecto importante del concepto bruniano de espacio infinito es su relación con la divinidad. La definición del vínculo entre Dios y el espacio



fue un tema característico de la escolástica que fue una fuente constante de preocupación para los defensores de la Nueva Ciencia. La tradición filosófica judeocristiana se caracterizaba por identificar al espacio como uno de los atributos a través de los cuales Dios se manifiesta. En términos generales esta idea fue mantenida por los humanistas, con la diferencia de que comenzarían a plantear la homogeneidad y neutralidad física de este atributo, frente a la comentada cualificación física del espacio peripatético. Sin negar la idea del espacio como atributo divino y considerando las propiedades que asigna al espacio infinito, Bruno discurre que la relación entre divinidad y espacio sólo puede darse en términos de equivalencia, porque ambos son igualmente infinitos, por lo tanto, igualmente inmóviles y continuos. Y si ambos son equivalentes significa que no existe diferencia entre el mundo entendido como totalidad y la divinidad.” (Goycoolea Prado, 2000)

En 1691 aparece el modelo cosmológico de Isaac Newton (1642-1727) estableciendo que el universo era un espacio tridimensional sin límite de extensión donde las estrellas permanecían en reposo y equilibrio por la interacción la gravedad. Al carecer de frontera y ser ilimitado, el centro estaba en cualquier parte y se observaba lo mismo en todas las direcciones. Por otra parte, consideraba al espacio y el tiempo como entidades absolutas, con una existencia independiente de los objetos ubicados en ellos (Bernui, 2001).

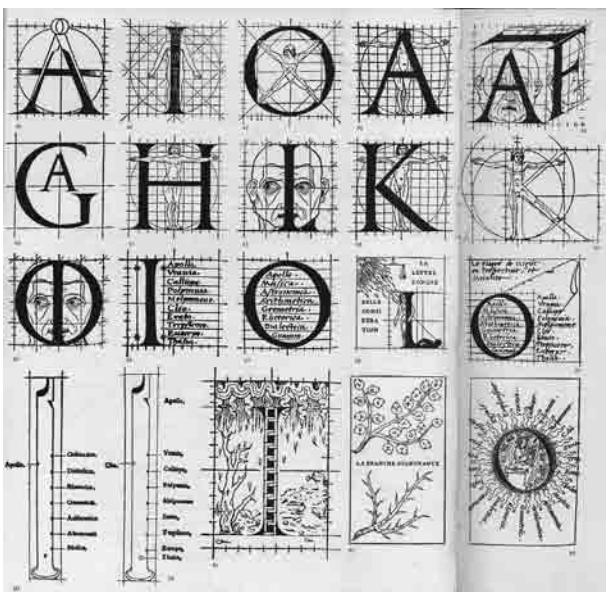
Al mismo tiempo, junto a los cambios en el pensamiento científico-filosófico observamos una evolución en el arte que comienza a describir la estructura numérica del mundo desplazando progresivamente la tradición escolástica peripatética del cosmos teológicamente organizado y controlado. Sin abandonar la tradición escolástica peripatética del cosmos, si no hubiesen concebido el mundo como un mecanismo que funciona con regularidad matemática, los artistas renacentistas habrían sido incapaces de expresar la estructura numérica del mundo en sus proporcionadas obras. Los artistas se sumaron al neoplatonismo, a la “*reductione scientiae ad mathematicam*”. Las leyes del universo expresables matemáticamente, pasan a ser modelo de las obras humanas. La cosmo-

2♥5. Estereometría de letras. Geoffroy Tory.

Fuente <http://professeuraa-lavilledesar-tistes.blogspot.com.es/2011/01/geofroy-tory.html> (visitado el 20/09/12)

2♥6. Estructura geométrica de letra romana. Dureró, A.

Unterweisung der Messung, Nurenberg, p.130.
Fuente: <http://books.google.com> (visitado el 20/09/12)



visión matemática lleva, pues, al orden y racionalidad propio del pensamiento y el arte de la época. Los artistas y arquitectos renacentistas concibieron sus obras como la encarnación plástica de las proporciones universales, basando los elementos espaciales en los sistemas matemáticos de los que deberían proceder. La verificación empírica de las hipótesis, la fiabilidad de la experimentación y la belleza de las obras de arte armónicamente proporcionadas fueron apreciadas como pruebas de las tesis que afirmaban la regularidad matemática del sistema del mundo. El resultado de la matematización de la ciencia y el arte alcanza muchos órdenes sociales. Así, la Roma renacentista —en contraposición a la Roma imperial— es un espacio urbano ordenado mediante criterios geométricos, con los palacios distribuidos por toda la ciudad. Pero esa misma búsqueda de orden matemático alcanza también a la impresión de libros. A la búsqueda de proporciones y relaciones armónicas de las páginas basadas aritmética y la geometría se le unen temas que serán específicos del futuro diseño, como la arquitectura gráfica, basados también en los conceptos matemáticos de la época, cuyo simbolismo se convertirá en otro de los estilos que definen hoy la estética renacentista (Goycoolea, 2000).



277. Tipos móviles.
Fuente Fotografía Castaldo Suau, B.

En este entorno científico, artístico y social existente en Italia, aparece un nuevo invento procedente de Alemania, que despertó un fervoroso entusiasmo, pues encaja perfectamente con el espíritu racionalista renacentista: la tipografía. La tipografía funciona mediante piezas combinables y operaciones modulares y armónicas. Las piezas que constituyen las letras pueden encajarse entre sí y combinarse con signos de puntuación, orlas, viñetas filetes y espacios, dando lugar a una forma geométrica final rectangular o cuadrada que depende del marco de la prensa. Como explica Enric Satué (1988)^[6], el renacimiento encuentra en la página impresa un medio de expresión paradigmático de su idea de perfección matemática del mundo. También el diseño del libro es revisado, en un momento en el que todas las formas visuales son reconsideradas por el análisis racionalizador. En el tratado «*De divina proportione*» que escribe el Fraile Luca Pacioli e ilustra Leonardo da Vinci, se recoge la investigación sobre las proporciones armónicas ideales entre la masa impresa y la superficie del papel en blanco. Detalla proporciones y armonías fundamentales, defiende el uso de la sección áurea para resolver compositivamente las particiones, superficies y proporciones, en definitiva la arquitectura gráfica del libro.

El espacio y los elementos geométricos

La superficie ha sido el reflejo y el medio donde el hombre ha transcrito su pensamiento. El plano, la hoja de papel, el lienzo como cualquier otra superficie lisa graficable son soportes en donde el hombre trata de comunicar el espacio, al que representan o simbolizan (Medina Benavente F., 1989).^[7] La geometría tiene por objeto la descripción racional en el plano de las formas que visualizamos en el espacio. En el, los géometras presentan una serie de elementos o componentes elementales, como el plano, el punto, la línea —recta o curva—, la superficie, el segmento y etc., de cuya combinación, nacen el resto de las figuras geométricas: Un polígono es una línea cerrada, es decir, divide el plano en dos regiones, interior y exterior al polígono respectivamente. La diferen-

6 SATUÉ, E. (1988). El diseño gráfico, desde los orígenes a nuestros días. Alianza Forma, Madrid.

7 MEDINA BENAVENTE F., (1989). Forma e imagen. Teoría y praxis para un aprendizaje. UPC. Curs per l'obtenció del certificat d'aptitud pedagògica. Assignatura Dibuix. Barcelona.



cia entre ambas reside en que cualquier semirrecta cuyo origen se sitúe en un punto interior corta a los lados, lo que no sucede para los puntos exteriores. Según su número de lados (o ángulos), los polígonos se clasifican en triángulos, cuadriláteros, pentágonos, hexágonos, heptágonos, octágonos, etc. Las formas planas o polígonos tienen dos dimensiones y por lo tanto perfecta cabida en el plano. Pueden ser regulares o irregulares: Los primeros se distinguen por tener iguales lados y ángulos, los segundos por no cumplir una o ninguna de estas condiciones. Los poliedros son formas de tres dimensiones, formadas por polígonos regulares e iguales, por ello reciben el nombre de poliedros regulares. Únicamente existen cinco cuerpos geométricos con estas características: el tetraedro, hexaedro, octaedro, icosaedro y dodecaedro. Se les denomina también sólidos platónicos porque el filósofo griego en su diálogo Timeo, o sobre la naturaleza, relacionó el tetraedro, hexaedro, octaedro e icosaedro con los cuatro elementos (fuego, tierra, aire, y agua), y el dodecaedro con la síntesis de todos ellos. Las formas compuestas por dos tipos distintos de polígonos regulares o como máximo tres clases de polígonos semiregulares se denominan, como no, cuerpos semiregulares o arquimédicos. Pueden constar de triángulos, cuadrados y pentágonos ya que esta combinación resulta posible. Aquellos cuerpos que a pesar de reconocerse cierto orden no están formados por polígonos regulares se consideran cuerpos irregulares.

Históricamente el arte ha apreciado y usado las formas geométricas por su capacidad de evocar aquello que es esencial, inmutable y verdadero, como símbolos y expresión de la belleza ideal, del uso de la razón; vinculándolos con cuestiones científicas, cosmológicas y incluso teológicas. En contraposición las formas irregulares u orgánicas han sido relacionadas con aquello irracional, excepcional, erróneo o falto de forma, deforme. Un buen ejemplo de la fascinación hacia estas figuras lo encontramos en las ilustraciones del tratado de Fra Luca Paccioli (1445-1510) La divina proporción. (Cabezas Gelabert L. & Ortega de Ulher L. F., 1999)^[8]

La admiración por parte de las vanguardias artísticas del s. XX y el diseño moderno por las formas geométricas elementales se explica en la recuperación que estas hacen de ese sentido universal de las figuras que acabamos de mencionar, así como en su rechazo del estilo y la ornamentación. En el año 1920 Le Corbusier escribía estas palabras: *“Los cubos, los conos, las esferas, los cilindros y las pirámides son las formas primarias que la luz revela claramente, la imagen de estas es clara y tangible, sin ambigüedad. Por esta razón son formas bellas, las más bellas. Todo el mundo está de acuerdo: el niño, el salvaje y el metafísico. Es*

8 CABEZAS GELABERT L., ORTEGA DE ULHER L. F. (1999). Anàlisi gràfic i representació geomètrica. Edicions Universitat de Barcelona. N°36.

2♥8. Ilustraciones de dodecaedro regular de Leonardo da Vinci, para el libro La divina proporción de Luca Pacioli. El uso de figuras y formas geométricas en arquitectura, diseño y arte se ha relacionado con el uso de la razón frente a la irracionalidad de las formas no geométricas u orgánicas.
Fuente: Biblioteca gráfica digital. <http://www.elefantesdepapel.com/de-divina-proporcione> (visitado el 02/05/12).

2♥9. Lámpara tienda de Cerámica Castaldo.
Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

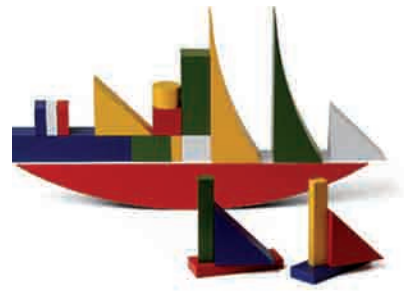


la condición esencial de las artes plásticas.” (Le Corbusier, 1977 p.16)^[9]. El cuadrado, el círculo y el triángulo equilátero, símbolos de equilibrio y pureza inalterable, serán los elementos del austero lenguaje, que adoptaron diversos grupos de las vanguardias como de Stijl, los constructivistas, y la Bauhaus. Un lenguaje contrapuesto al de la cultura barroca anterior. Son estas figuras a su vez, punto de partida para la investigación de composición con nuevos formatos dinámicos y áureos. Al mismo tiempo se inicia también un proceso de abstracción de la imagen, con la pretensión de reducir los objetos representados a su esencia. La abstracción se usa como generalización, para representar una categoría de objetos en lugar de un objeto concreto, pues se considera que una imagen abstracta es capaz de transmitir más información que otra en la que se incluyen todos los detalles. Al reducir la página moderna a su esencia, los elementos de la página impresa también se simplifican. Los caracteres pierden sus terminales, se substituye la ilustración pictórica tradicional por imágenes o fotografías, que en ocasiones son a su vez abstractas. (West, S., 1991)

Espacio y orden

Como comentábamos anteriormente, la geometría griega, estudiaba las figuras geométricas como objetos individuales, sin hacer referencia a su contenedor. La primera noción de espacio matemático, fue desarrollada por los matemáticos del s. XVII y XVIII utilizando esencialmente: la geometría euclidiana, las discusiones filosóficas y teológicas sobre el espacio, el proceso de aritmetización de la geometría y los números reales. A partir de entonces y hasta entrado el siglo XIX el espacio euclidiano-newtoniano pasó a ser aceptado y descrito por sus propiedades de: espacio cúbico tridimensional, infinito y homogéneo, sin resistencia al movimiento, dotado de un modelo analítico (sistema de coordenadas) que da a los matemáticos unas referencias desde las que medir, donde habitan los elementos de la geometría euclídea (puntos, líneas, círculos cubos...). Sin embargo, la teoría científica y cosmológica newtoniana no se materializa del todo en el mundo del diseño hasta después

9 LE CORBUSIER (1977). Hacia una arquitectura. Poseidón, Barcelona.



2♥10. Juego de construcción con figuras geométricas, diseño de Alma Siedhoff-Buscher (1924).
Fuente: COONOX, Living Design Shop. <http://www.connox.com/categories/children/toys/naef-bauhaus-bauspiel.html> (visitado el 20/09/12)

2♥11. Cartel para la fuente tipográfica Bauhaus, diseñada por Herbert Bayer.
Fuente: María Pardos, diseño y preimpresión. <http://mapra2preimpresion.wordpress.com/page/2/> (visitado el 20/09/12)

2♥12. Mujer con un gato (1927). En sus obras Leger interpreta de modo personal la fórmula de Cezanne, reivindicada al mismo tiempo por los cubistas, de tratar la naturaleza a través del cilindro, la esfera y el cono; proponiendo una especie de robotización del cuerpo humano que nos recuerda a menudo el mito futurista del hombre máquina.
Fuente: Solitary Dog Sculptor I. <http://byricardomarcenaroi.blogspot.com.es/2012/06/painter-fernand-leger-part-6-links.html> (visitado el 20/09/12)

2♥13. Diseño de

El Lissitzky.
Fuente: hkijker, KUNST en THEATER KIJKEN. http://hkijker.blogspot.com.es/2010_01_01_archive.html (visitado el 20/09/12)



de la Segunda Guerra Mundial con el uso de la moderna metodología de proyectación, las teorías de composición y la aritmetización del diseño. En efecto, la moderna metodología del diseño gráfico se fundamenta en la definición y el uso de la retícula que ayuda al diseñador a tomar decisiones sobre el tamaño, la proporción, y la disposición de los elementos del diseño, de manera objetiva, sistemática y estructurada, articulando una geometría del proyecto fácilmente inteligible (Müller-Brockmann, J., 1982).^[10]

La estructura tradicional, “se abandonó a favor de tablas numéricas. En el transcurso de esta transición de la geometría a la aritmética, no sólo se perdieron las relaciones inherentes al proceso de construcción si no que también se modificaron las proporciones tradicionales para adaptarse a cualquier medida de escala. Al construir los márgenes vemos las proporciones y relaciones que estos establecen entre longitudes y espacios, mientras que los números sólo las llevan implícitas” (West S., 1991, p.19).

La fórmula crea la forma

La geometría de Euclidian, a pesar de ser un poderoso instrumento de razonamiento deductivo, extremadamente útil en muchos campos del conocimiento, por ejemplo en la física, la astronomía, la química y diversas ingenierías, se reconoció inútil para resolver algunos problemas de representación como: evitar la distorsión de planos (ya antes del descubrimiento de América) o para representar la mayoría de formas naturales, clasificadas como irregulares, aberrantes y excepcionales a las leyes de la geometría euclídea. La búsqueda de soluciones a estos problemas, ha marcado la evolución de las matemáticas y de la representación gráfica desde Newton (1642-1727), uno de los primeros matemáticos que mencionan la palabra espacio explícitamente, hasta Hausdorff (1868-1942), que definió con precisión la noción contemporánea del espacio matemático, desde la geometría de Leonardo y los pintores del renacimiento, hasta hoy. Explica Capi Corrales en su libro «Contando el espacio» (1991) que los matemáticos tras

2♥14. Estructura tradicional del libro.

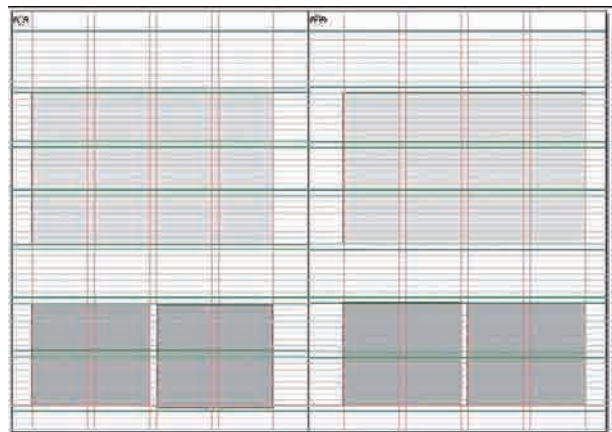
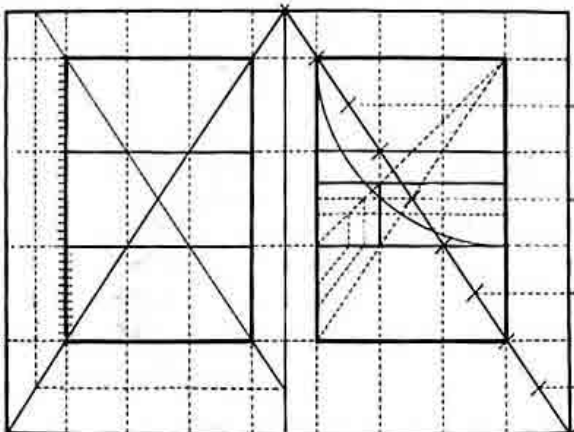
Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

2♥15. Pauta para la maquetación de un libro “moderno”.

La mayoría del software de maquetación o authoring nos obliga a definir las relaciones que ligan los objetos del diseño y ello es equivalente a identificar las distintas estructuras que estos objetos pueden formar. Cada relación da lugar a una estructura y cada estructura proviene de una relación.

Fuente: Castaldo Suau, B.

10 MÜLLER-BROCKMANN, J. (1982). Sistemas de retículas. Un manual para diseñadores gráficos. Editorial Gustavo Gili, México.



pequeñas aportaciones a lo largo del tiempo, empezaron a admitir la posibilidad de otras geometrías como la elipsoide y la esférica, con distintas propiedades cada una y capaces de ayudar a resolver problemas distintos. De este modo se libraban del espacio-caja con puntos ordinarios como únicos elementos posibles.

Este proceso les llevó desde el espacio entendido como contenedor hasta un espacio concebido como red: Un concepto clave en geometría, es el de posición. Una posición puede ser determinada si contamos con una métrica. Para introducir una geometría en un conjunto necesitamos una métrica. Una vez tenemos una métrica tendremos una geometría, y una vez tengamos una geometría a partir de una métrica tendremos una estructura espacial, que es lo que llamamos espacio métrico. Puesto que medir consiste en comparar y comparar es una forma de relacionar. Si queremos construir una estructura a partir de elementos de un conjunto arbitrario y no conseguimos construir una métrica, podemos tratar de establecer algún tipo de relación entre los elementos del conjunto, y así obtener un espacio a partir de ellos. Las relaciones entre los objetos nos da la estructura, la «*geometría del espacio*». Llegados a este punto, un espacio pasa a ser cualquier conjunto de objetos y las relaciones entre ellos. Los matemáticos pueden elegir libremente los objetos y las relaciones que desean estudiar. A este tipo de espacios, se le llamó espacios Abstractos. Al establecer relaciones entre objetos cualesquiera, tejemos una red o estructura que nos permite llegar a unos a partir de otros, tomar medidas, compararlos, etc. “*Las propiedades específicas que tenga la relación que hayamos establecido dará lugar a la estructura característica del espacio obtenido, un andamio que podremos usar como una referencia en nuestro estudio de conjunto*” afirma Hausdorff. (Corrales, 1991).

La misma idea se aplicó a la música, a la arquitectura y a todos los ámbitos de creación en el siglo XX. Las obras de pintores como Paul Klee y Vassily Kandinsky están llenas de fantasía, orden, cálculo y música. Klee, por ejemplo, llevó a cabo observaciones sobre las perspectivas espaciales subjetivas, las reglas de composición relaciones entre medidas «líneas» y pasos «tonos» y proyecciones espaciales.^[11] No en vano, se ganó la vida durante algún tiempo como violinista profesional y esta determinará muchas de las formas y combi-

2♥16. Rueda de asignación de color y sonido.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

2♥17. Partitura

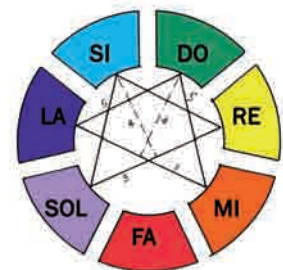
Fuente: Historia del arte.(1984) Editorial Vicens Vives. p. 410.

2♥18. Klee.

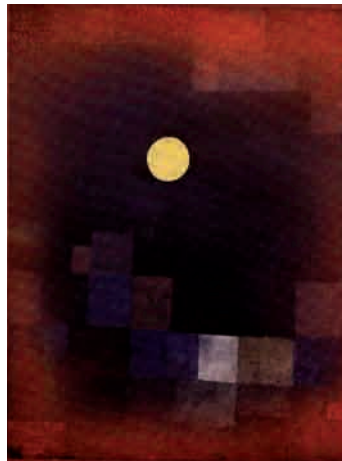
Fuente: KLEE, P.(1980), Escrits sur l'art. Textos recogidos por JÜRIG SPILLER E.D Dessain et tolra.

2♥19. Primera acuarela abstracta, Kandinsky (1910)

Fuente: Rangon, M. (1992) Diario del arte abstracto. Ediciones Destino, p. 10.



11 KLEE, P.(1980). Escrits sur l'art. Textos recogidos por JÜRIG SPILLER E.D Dessain et tolra.



naciones de sus obras. La pintura de Kandinsky por su parte, intenta también representar matices y ritmos musicales en cuadros con títulos como Composición, etc. Mientras tanto, el impresionismo musical de Debussy y Ravel trataba de describir los elementos fluctuantes del paisaje como: la luz y el color, en títulos como *Reflejos en el agua*, *Pintar las nubes*, etc., escritos en partituras con anotaciones y colores.

“La fórmula crea la forma, entendiendo como fórmula la regla de configuración” afirma el diseñador Karl Gerstner (1979)^[12]. Definidos los objetivos y las limitaciones del proyecto, incluyendo un inventario detallado de los elementos disponibles y sus características; podemos empezar a identificar las relaciones entre los diferentes elementos integrantes; establecer una jerarquía en función de sus características, de aquello que lo define como tal y lo diferencia de los demás objetos y por supuesto en función del mensaje que desea transmitir; podemos empezar a tomar medidas y/o describir desde ellas, trazar los primeros esbozos de división del espacio en secciones del libro o la aplicación, en campos, y intervalos de la página o pantalla. Comienza así el proceso de aritmetización del espacio. Diferentes relaciones tendrán diferentes propiedades y dará lugar a estructuras espaciales diferentes. En pintura o aun dando los mismos elementos a varios artistas los resultados son diversos dependiendo de las relaciones que ellos decidan establecer entre estos. Lo mismo ocurre en diseño, donde ante un mismo problema cada diseñador llega a diferentes soluciones.

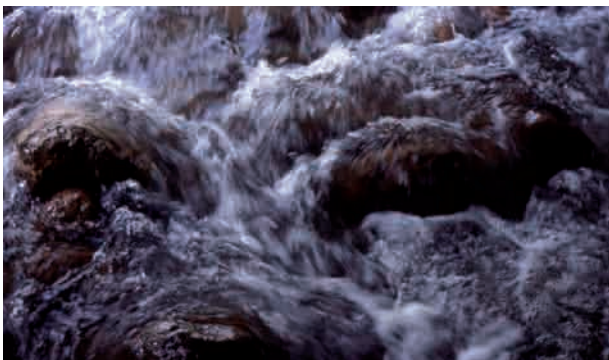
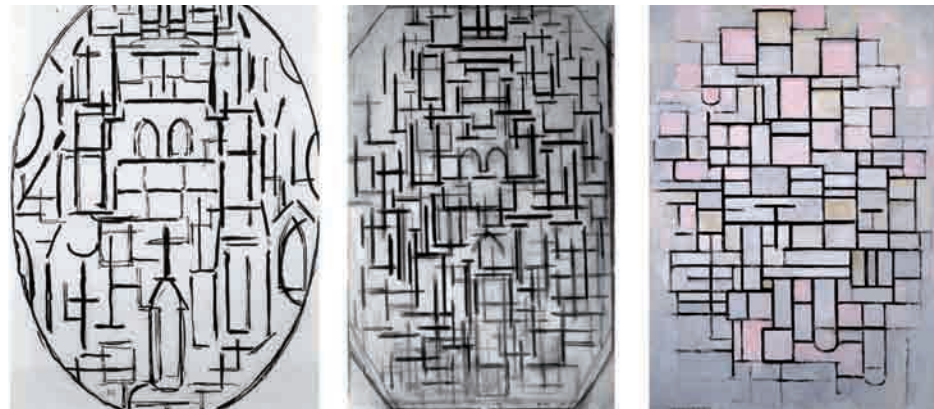
2v20. Series sobre fachadas de iglesias, Mondrian, P (1914). Entre la confusa multiplicidad de formas que el ojo percibe, elige unas cuantas líneas como guía. Este proceso le lleva a la posición extrema de mantener como único contenido formal del cuadro las líneas horizontales y verticales.

Fuentes: http://www.friendsofart.net/static/images/art2/piet-mondrian-church-at-damburg_kerk-te-domburg.jpg <http://www.aseriesofsmallthings.com/Piet-Mondrian/Church-Facade/> <http://artattaller.com/archivemondrian.html> (visitado el 02/05/12)

2v21. En estas dos fotografías realizadas desde el mismo punto de vista, el fotógrafo ha establecido relaciones diferentes al jugar con la velocidad de su objetivo (el tiempo de exposición) obtiene imágenes diferentes.

Fuente: Fotografías Morell Rullan, J. S.

12 GERSTNER K. (1979), Introducción de Gerstner Karl al libro de Paul Gredinguer Diseñar programas. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.



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. El orden de rezo de las distintas oraciones determina la forma del rosario católico. El luthier Stradivari se llevó a la tumba la fórmula usada para crear sus famosos violines, cuya calidad de sonido parece que todavía hoy no tiene parangón.

En el caso del diseño de una publicación, la mayoría del software de maquetación o authoring nos obliga a definir las relaciones que ligan los objetos del diseño y ello es equivalente a identificar las distintas estructuras que estos objetos pueden formar. Cada relación da lugar a una estructura y cada estructura proviene de una relación.

“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 el diseñador Paul Gredinguer en su libro *Diseñar programas* (1979, p.19) [13].

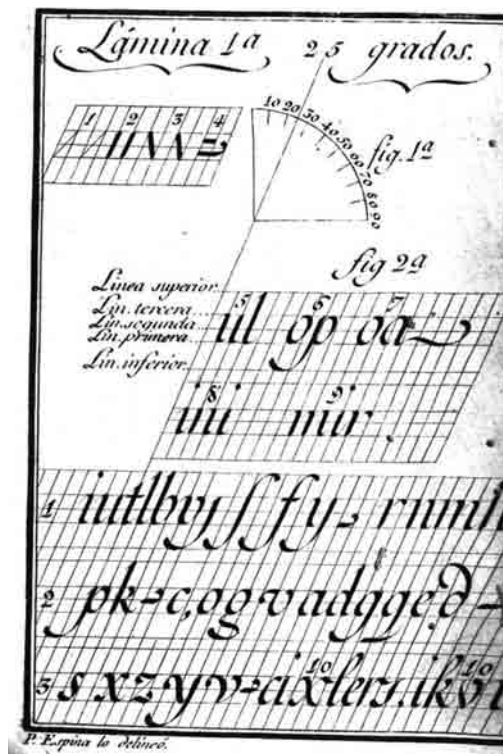
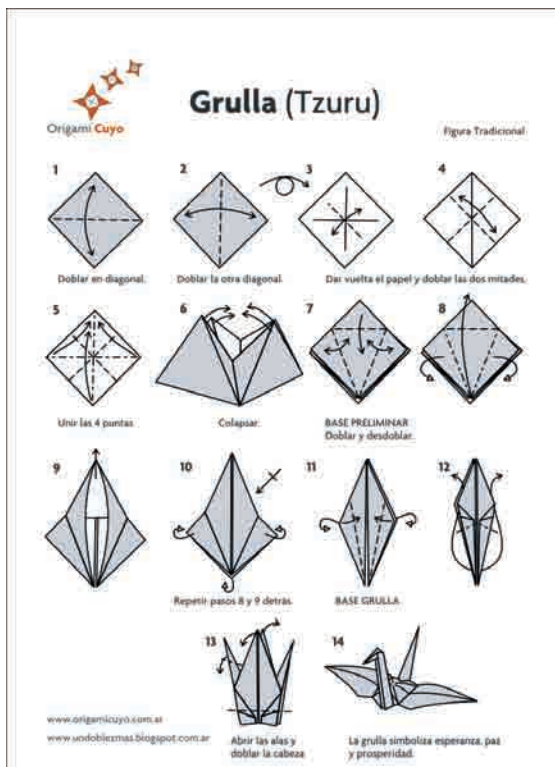
Una vez identificadas las relaciones podemos empezar a tomar medidas y/o

13 GREDINGUER, P. (1979). *Diseñar programas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

2♥22. La técnica del Origami o papiroflexia está basada en el doblado de papel para crear figuras bi y tridimensionales. Diferentes relaciones tendrán diferentes propiedades y dará lugar a estructuras y forma diferentes. Últimamente se han estudiado su uso para el aprendizaje y reconocimiento de formas geométricas en los primeros niveles de enseñanza. Fuente: <http://www.origamicuyo.com.ar> (visitado el 20/09/12)

2♥23. Corte e inclinación de la pluma es fundamental para la forma de la letra. Fuente: Alverá Delgrás A. (1884). *Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir la letra española* Imprenta de José Rodríguez, Madrid.

2♥24. Pauta de creación de escritura caligráfica. Fuente: Espina A. (circa 1798). *Arte caligráfico o Elementos del arte de escribir para el uso de los niños*. Imprenta de Narciso Oliva. Girona. Fuente: <http://books.google.es> (visitado el 20/09/12)

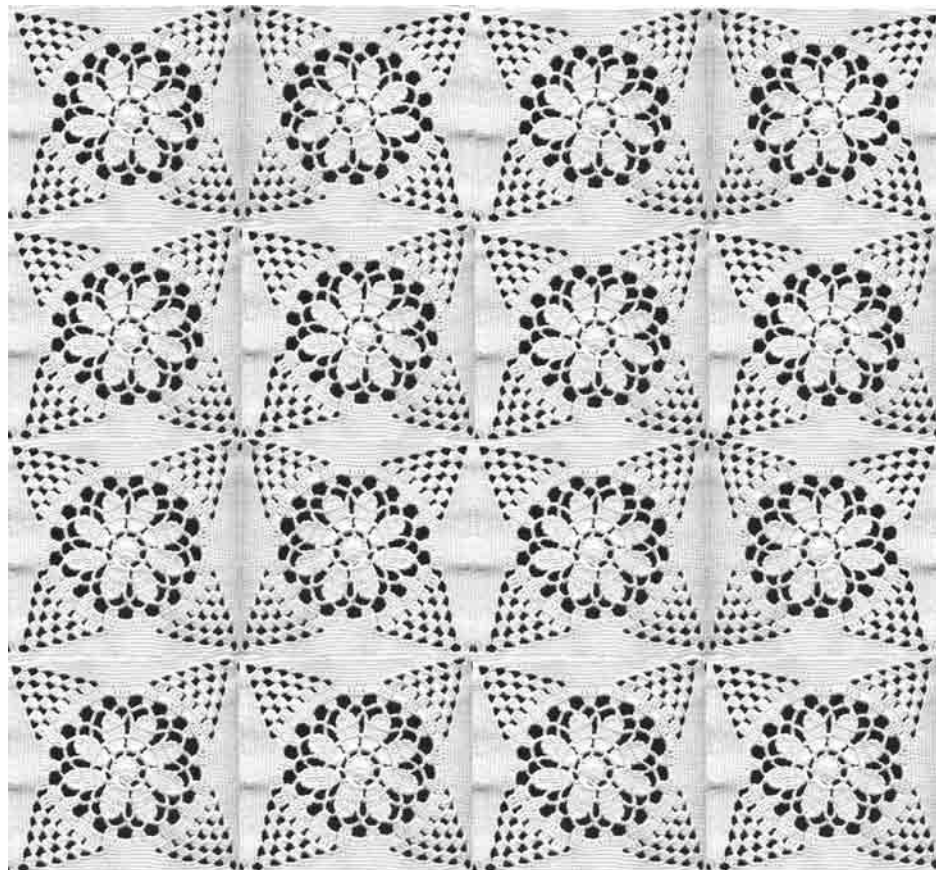


describir desde ellas, un proceso de aritmetización del espacio. En la mayoría de casos ello implica el paso de lo particular (una imagen, otra imagen...) a lo global (las imágenes): Encolar distintas descripciones locales de un objeto de forma que brinden información coherente del conjunto al que pertenece este. Y a la inversa, el paso de lo global (estilo de títulos, subtítulos, entradillas, pies de página...) a lo particular: A partir de diferentes estructuras, poder determinar a cual pertenece un objeto concreto.

En la mayoría de casos podremos distinguir dos tipos de estructuras:

- *Externa o formal*: Andamio que nos permite “percibir” un conjunto en toda su extensión, de manera que podamos compararlo con otros y decidir “a golpe de vista” si son o no de la misma. En el ejemplo de la colcha de ganchillo, percibimos el motivo geométrico de la mata: Una composición a base de círculos entrelazados y flores.

- *Interna o estructural*: Normas que subyacen en el conjunto, y que permiten identificar objetos y tomar medidas de él. La colcha de ganchillo de la figura inferior se estructura en pequeños trapos individuales, con una pauta estricta de puntos realizados con el hilo y el ganchillo (las revistas especializadas dan las instrucciones exactas y claras para este menester). Una vez acabados, los trapos se cosen unos con otros hasta formar la manta.



2♥25. Colcha de ganchillo.
Fuente: fotografía castaldo Suau, B.





Que es la dimensión

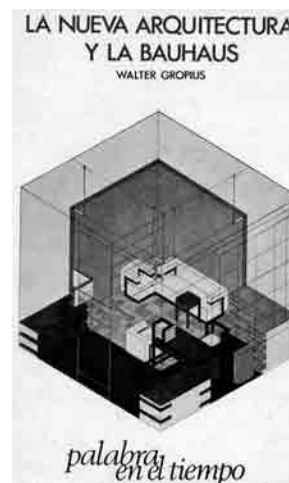
La capacidad humana para comprender y situarse en la continuidad infinita del espacio es limitada, por eso lo separamos y acotamos, resultando así fragmentado por medio de límites que señalizan las distintas áreas, es decir, marcando territorialidades dentro del espacio; estos límites pueden ser físicos o intangibles y actúan como señal de diferencia entre las zonas delimitadas. Perros, gatos, petirrojos y una infinidad de animales establecen también marcas de olor para expresar y delimitar su territorio. Este no es anterior con relación a la marca, sino que es la marca la que crea territorio.

Limitado por fronteras animales, humanas, nos situamos en él espacio mediante referencias. Los ejes arriba-abajo, derecha-izquierda, delante-detrás, más que indicarnos direcciones, nos permiten interiorizar las dimensiones del espacio, su extensión. La delimitación natural, vivencial, artística o mental del espacio forma parte de nuestra necesidad biológica, expresiva y cognitiva, nos permite situarnos y relacionarnos en el ambiente que nos rodea. Sin embargo, no constituye la realidad del espacio. Nos acercamos a él con necesidad tangible, pero en realidad se trata únicamente de un marco abstracto que nos permite habitar en su interior, establecer relaciones físicas o mentales. (Deleuze G., y Guattari F., 1988).[1]

En el siglo XVII Descartes originó la esencia de la geometría analítica, que consiste al aplicar el álgebra al análisis geométrico mediante el establecimiento de ciertos convenios, fundamentalmente la creación de un sistema de coordenadas que permite individualizar cada punto con un par de números en la geometría plana y por tres números para la geometría del espacio. Desde entonces, una primera definición de dimensión se refiere al número de valores reales que necesitamos para describir cualquier punto en un espacio. Otra definición de dimensión se refiere al grado de libertad de movimiento en el espacio, entendiendo la libertad como el número de direcciones ortogonales diferentes que podamos tomar. En el espacio que conocemos contamos con tres direcciones: izquierda-derecha, atrás-delante y arriba-abajo. Por ello, decimos que es tridimensional. (PÁEZ MEJÍA, M.J. 1998)

La dimensión espaciotemporal

“Isaac Newton nos dio el primer modelo matemático del tiempo y el espacio en el Principia Mathematica, publicados en 1867. (...)En el modelo de Newton el tiempo y el espacio eran un fondo sobre el cual ocurrían los sucesos, pero no



3♥1. Portada del libro “La nueva arquitectura y la Bauhaus”.

Fuente: Castaldo Suau, B.

[1] DELEUZE G. Y GUATTARI F. (1988). Mil Mesetas. Ed. Pre-textos. Valencia.



eran afectados por ello. El tiempo estaba separado del espacio y era como una línea recta, o una vía de tren, infinita en las dos direcciones. El tiempo mismo se consideraba eterno, en el sentido de que siempre había existido y existiría siempre.” (Hawking S., 2002, p.31-32)[2]



3♥2. En el modelo de Newton, el tiempo estaba separado del espacio y era como una línea recta, o una vía de tren, infinita en las dos direcciones. El tiempo mismo se consideraba eterno, en el sentido de que siempre había existido y existiría siempre.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

3♥3. Ilustración de Moebius.

La teoría de la relatividad, muestra que el espacio y el tiempo están interconectados. No podemos curvar el espacio sin curvar simultáneamente el tiempo. Por tanto el tiempo tiene una forma. Y a pesar de todo tal como indica la ilustración de moebius, parece tener una sola dirección.

Fuente: Documentalistas Proyecto Facebook. <http://catedradores.com.ar/comisiones/documentalistas/p/2009/06/14/dimension-arquitectura-semana-12-el-momento-de-las-hipotesis/> (visitado el 02/05/12)



En la mecánica clásica, el espacio y el tiempo eran dos absolutos, independientes entre sí. El espacio poseía tres dimensiones, es decir que para determinar la posición de un punto, se requería un sistema de referencia con tres números o coordenadas: altura, anchura y profundidad. El tiempo, era unidimensional, se requería un sólo número para precisar un intervalo de tiempo.

Un universo estático como el de Newton podría haber existido desde hace más o menos tiempo. Sin embargo la observación de que las galaxias se están alejando entre si, llevó a pensar que en cierto momento en el pasado debieron haber estado tocándose unas a otras, hasta alcanzar lo que el sacerdote católico Georges Lemaître denominó «Átomo primordial» (Ortuño M., 1999)[3]. Así Einstein en el modelo matemático de la relatividad general plantea que el universo, i el tiempo mismo deberían tener un comienzo y un final, un valor máximo, de máxima expansión; y mínimo, en el que todo el universo y todo lo que contiene, estaba apretado en un punto de densidad infinita. En la teoría de la relatividad espacio y tiempo, dejan de ser categorías independientes para fusionarse en un solo concepto: el espaciotiempo de cuatro dimensiones: tres dimensiones espaciales y una dimensión temporal; cada «punto» del espaciotiempo es un suceso que se caracteriza con cuatro números: tres par describir la posición donde ocurre y uno para determinar el tiempo en que sucede. Este hecho no es tan extraño, la novedad es que mientras en la física clásica las cuatro coordenadas están dissociadas en tres espaciales y una temporal, en la teoría de la relatividad aparecen unidas. Espacio y el tiempo no existen independientemente uno del otro, están interconectados. (Hawking, 2002)[4] (Shahen Hacyan, 1989).[5]

Además, “la teoría incorpora el efecto de la gravedad al decir que la distribución de masa y energía en el universo deforma y distorsiona el espaciotiempo, de manera que este deja de ser plano. En él los objetos intentan moverse en línea recta pero, como el espaciotiempo es curvo, sus trayectorias parecen curvadas. Se mueven como si estuvieran sometidos a un campo gravitatorio.” (Hawking, 2002)[6] Eso es, no podemos curvar el espacio sin curvar a su vez el tiempo. Aún así, este parece tener una sola dirección.

Dimensión matemática

Para los matemáticos modernos, los elementos de este espacio tienen una característica 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. Así como puede haber una relación entre objetos de 0, 1, 2, 3 dimensiones como la existente entre un punto, un segmento,



3♥4. Reciclaje.

La marca usada para fomentar el reciclaje expresa la idea de reutilización indefinidamente de un material . Fuente: dibujo Castaldo Suau, B.

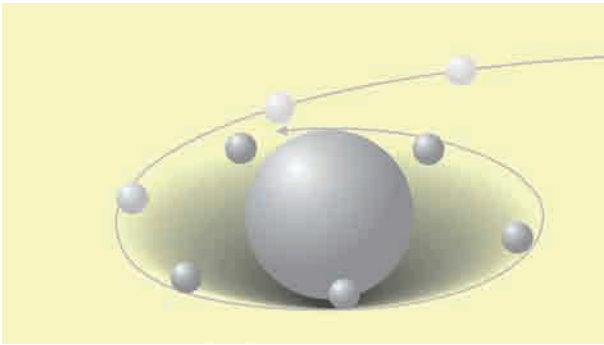
2 HAWKING S. (2002) L'univers en una closca de Nou. Columna Crítica. Barcelona. P. 32.
 3 ORTUÑO ORTÍN M., (1999). Sobre la impredecibilidad en física. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia4.htm>. (visitado el 11/09/11)
 4 HAWKING S. (2002) L'univers en una closca de Nou. Columna Crítica. Barcelona. P. 32.
 5 SHAHEN HACYAN (1989). Relatividad para principiantes. Capítulo: Espacio y tiempo. Fondo de Cultura Económica. México. <http://www.hverdugo.cl/varios/libros/Relatividadparapincipiantes.pdf> (visitado el 02/03/12)
 6 HAWKING S. (2002) L'univers en una closca de Nou. Columna Crítica. Barcelona. P. 32.





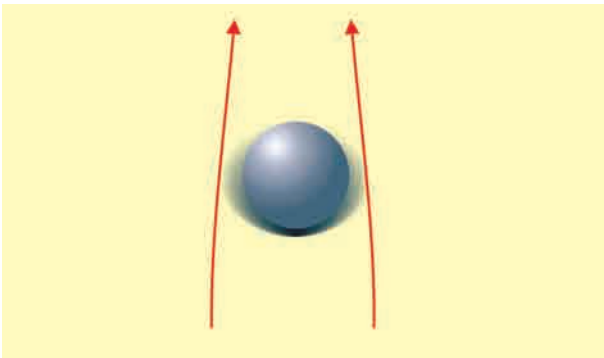
3♥5. La persistencia de la memoria(1931). La teoría de la relatividad alteró básicamente nuestros conceptos de espacio y tiempo, que dejaron de ser categorías independientes para fusionarse en un solo concepto: el espacio-tiempo. Salvador Dalí expresó esta idea en su cuadro.

Fuente: <http://arteparainnnos.blogspot.com> (visitado el 02/05/12)



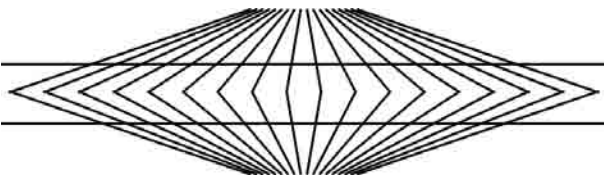
3♥6. La gravedad al ser atractiva deforma el espacio tiempo. de forma que: Los rayos de luz de una estrella se desvía al pasar cerca del sol debido a que la masa del sol curva el espaciotiempo. Ello provoca un ligero desplazamiento de la posición de la estrella vista desde la tierra, que podemos durante un eclipse.

Fuente: Castaldo Suau, B.



3♥7. Según la teoría de la relatividad, explica Stephen Hawking, la aceleración y la gravedad sólo pueden ser equivalentes si los cuerpos con masa deforman el espacio tiempo y como consecuencia, curvan los trayectos de los objetos próximos. Imaginemos una lámina de goma donde situamos una bola grande que represente el sol y cuyo peso deforma la lámina. Si hacemos girar pequeñas bolas sobre la lámina, no irán en línea recta, sino que girarán entorno a la bola pesada, como los planetas que giran al rededor del sol.

Fuente: Fuente: Castaldo Suau, B.



3♥8. Ilusión Óptica. A pesar de que los círculos rojos son iguales, nos parecen uno mayor que el otro debido al peso de los círculos grises que tienen al lado.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.



3♥9. Ilusión Óptica. Parece que las rectas se curvan al pasar junto al centro de las estrellas. Se trata de un efecto óptico que provoca la proximidad de las otras líneas.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.



un cuadrado y un cubo, o una foto de un espacio y el espacio mismo. (Corrales, 1991, p.52) [7]

3♥10. Camara oscura.

Una fotografía es la reducción de un espacio a superficie a través de un punto. Leonardo diría que "...todas las imágenes de cada parte del universo se contraen en un punto". Cámara oscura.

Fuente: Técnicas y equipamiento. <http://tecnicayequipamiento.blogspot.com.es/2011/12/una-anamorfosis-navidena.html> (visitado el 02/05/12)

3♥11. Taumaturgus Opticus,
Niceron J. F. (1638).

La técnica para la deformación anamórfica obliga al espectador a mirar desde un punto de vista oblicuo, a través de un espejo, para reconocer la imagen.

Fuente: La Perspective Curieuse. <http://www.plasticamayalen.blogspot.com.es/2011/12/una-anamorfosis-navidena.html> (visitado el 02/05/12)

3♥12. Fragmento de una composición. Estos compases expresan la coincidencia en el tiempo del sonido de la voz y la guitarra, con diversos tipos de notación musical. La coincidencia entre guitarra y voz es puntual.

Fuente: Detalle de partitura. Fotografía Castaldo Suau, B.

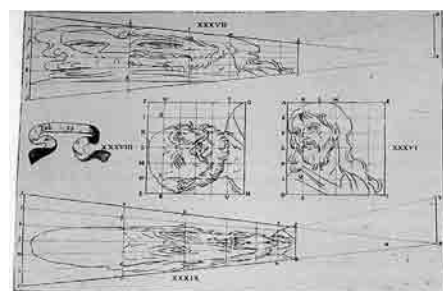
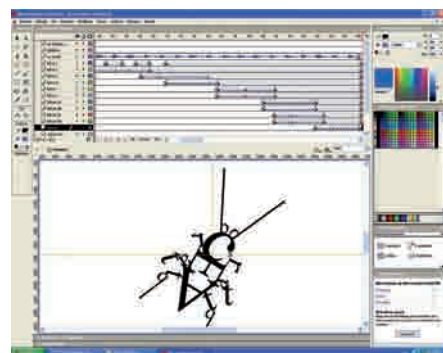
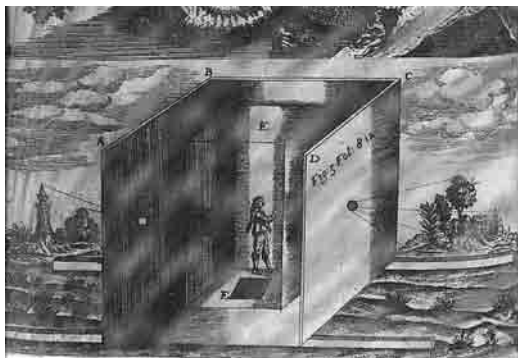
3♥13. El programa macromedia Flashh expresa gráficamente la coincidencia entre diferentes elementos en el tiempo y el espacio. Permite sincronizar el sonido, las imágenes animadas y efectos o acciones programadas. la coincidencia de es puntual

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

El divorcio entre espacio matemático y espacio cognitivo ha sido un problema recurrente en las artes plásticas y el diseño. Paralelamente a las conclusiones de Cantor comienza en el arte un proceso de renuncia al espacio tridimensional que imperaba desde el renacimiento y 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. Es por tanto posible establecer relaciones entre elementos de diferente dimensión.

Esta idea es fundamental para el diseño multimedia, donde los elementos a relacionar pueden ser de muy diversa índole y dimensión. Cualquier colección de objetos 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. Ahora bien, según el Teorema de la Dimensión "toda correspondencia biunívoca entre conjuntos de distinta dimensión es discontinua." (L. E. J. Brower y H. Lebesgue, 1911). Eso es, si establecemos una relación entre elementos de dimensiones distintas, la correspondencia será discontinua, se dará puntualmente (Corrales, 1991). La coincidencia entre las estructuras de los diversos componentes como el sonido y la imagen darán puntualmente, no será constante. En todas las culturas la humanidad ha utilizado esta idea de múltiples formas: por ejemplo creando canciones que marcan el ritmo de los movimientos de diversas labores, como fregar los suelos, segar, labrar, moler, etc. En las marchas militares, por ejemplo, la nota tónica del compás coincide normalmente con el movimiento del pie derecho. En el cine encontramos maestros de la sincronización de los movimientos de actores, objetos, o la cámara al ritmo de la música. Quien no recuerda el movimiento de la nave de «2001 Una Odisea del espacio» a ritmo de vals, o el vuelo del avión en «Memorias de África» deslizándose con la música de Mozart. En aplicaciones multimedia, un evento puede corresponderse con determinados sonidos y viceversa.

7 CORRALES RODRIGÁNEZ, C (1991) Contando el espacio. De la caja a la red en matemáticas y pintura. Ediciones despacio.mobcoob ediciones, P.52.





La belleza de los números

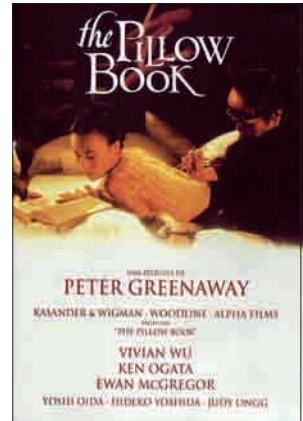
“En su libro de 1940, «*A Mathematicians Apology*» (*Apología de un matemático*), el competente matemático inglés G. H. Hardy escribió: *Las estructuras del matemático, como las del pintor o las del poeta, deben ser bellas: las ideas, como los colores o las palabras, deben acoplarse de forma armoniosa. La belleza es la prueba primera; no hay lugar permanente en el mundo para las matemáticas feas.... Sería muy difícil definir la belleza matemática, pero eso es igualmente cierto para la belleza de cualquier tipo- podemos no saber del todo lo que queremos significar al referirnos a un poema bello, pero eso no nos impide reconocer uno cuando lo leemos.*” (Devlin K., 2002)^[1]

Platón distinguió dos modos de realidad: La realidad inteligible, tiene las características de ser inmaterial, eterna, ingenerada, ajena al cambio y la destrucción; es el modelo ideal de la otra realidad, la realidad material o sensible, que es corruptible, cambiante. Las entidades que sustentan las matemáticas existen sólo en el mundo de las ideas. Los números, los puntos, las líneas y los planos, las superficies, las figuras geométricas, las funciones y demás entidades son abstracciones que existen solamente en el mundo de las ideas. Las matemáticas, ciencia de las estructuras, constituyen una forma de mirar el mundo físico biológico, sociológico, material que habitamos, y también al mundo interior de nuestros pensamientos.

La comparación a lo largo de la historia, de la belleza matemática y la de la música o la poesía es muy común. La mayoría de matemáticos califican las matemáticas como bellas y elegantes aun que muchos no saben decir a ciencia cierta el porque... aluden al placer encontrado en su descubrimiento, el placer del conocimiento del orden global que rige el Cosmos, el mundo que nos rodea. Desde la antigüedad hasta nuestros días el concepto de belleza ha sido motivo de debate y reflexión de teólogos, filósofos, sociólogos, etc. Habitualmente decimos que una cosa es bella si despierta en nosotros una sensación agradable vinculada habitualmente al reconocimiento del orden, la simetría, y la medida. Por ello, desde los albores del arte, las relaciones numéricas han sido y seguirán siendo motivo de estudio y creación artística.

Los números enteros

“*Los números, y nos referimos a los números enteros, surgen del reconocimiento de patrones o estructuras en el mundo que nos rodea: el patrón de “la unidad”, el de la “dualidad”, el de “la terna” y así sucesivamente. (...) Los números que se emplean para contar, 1, 2, 3, son una forma de captar y de describir tales*



4♥1. *The pillow book, El vientre del arquitecto, Prospero's book, Drowning by numbers...* Son catálogos arbitrarios enumerando y clasificando cosas, sucesos; anécdotas, objetos buscando una su estructura; sistemas para ordenar el Caos. El cine de Greenaway es un cúmulo de juegos inverosímiles que requieren la complicidad del espectador.

Fuente: Fotografía de la portada de DVD, Cas aldo Suau, B.

¹ DEVLIN K. (2002). El lenguaje de las matemáticas. Ediciones Robinbook, Ma NON TROPO, Ciencia. Barcelona.



patrones. Las estructuras captadas por los números son abstractas como lo son así mismo los números utilizados para describirlas. Obtenido el concepto de número como abstracción de ciertas estructuras presentes en el mundo que nos rodea, aparece de inmediato otra, que es la estructura de los propios números. Los números están ordenados, 1, 2, 3, ... de tal modo que cada uno de ellos es una unidad mayor que el que le precede en la sucesión.” (Devlin, 2002, p.20)

Las series de objetos o de números han sido un tema recurrente en arte. En el caso del cineasta inglés Peter Greenaway, por ejemplo, ello llega a ser calificable obsesivo: En *Drowning by Numbers* se cuenta del 1 al 100 a lo largo de toda la película además se explican con minuciosidad cinco juegos mientras se obliga al espectador a buscar los números a veces mimetizados en la escenografía. En *The Pillow Book*, una noble japonesa escribe en su diario listas de cosas hermosas.

“Los matemáticos examinan en los números estructuras más profundas como las que corresponden con la propiedad de ser par o impar; la de ser primo o compuesto, se cuadrado perfecto, o satisfacer a diversas ecuaciones, y otras muchas. El estudio de las estructuras numéricas de este tipo se conoce con el nombre de Teoría de números.” (Devlin K., 2002, p.25)

Actualmente y en el ámbito del diseño gráfico coexisten varios patrones métricos. Para las medidas del papel los europeos usamos habitualmente el sistema métrico decimal. Por el contrario las medidas de pantalla se dan habitualmente en píxeles por pulgada o por centímetro. Para las medidas tipográficas coexisten dos patrones duodecimales. En el sistema de medida anglosajón, 12 puntos forman una pica. En el sistema europeo 12 puntos forman un Cícero Didot.

Progreso simbólico, números abstractos.

“Ser consciente de una determinada estructura y emplearla, no es lo mismo que formalizarla y sujetarla a un análisis científico. Disponer de un sistema de numeración escrita y emplearlo para contar, que es lo que hicieron los sumerios, es una cosa; reconocer el concepto de número e investigar sus propiedades -desarrollando la ciencia de los números- es otra cosa muy distinta.

Ejemplo: $3+8=8+3$ $m+n=n+m$

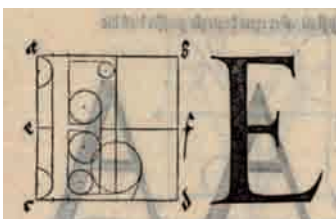
*El empleo de entidades como **m** y **n** es algo muy distinto al hecho de escribir un caso particular de tales leyes. Requiere el concepto de número abstracto.*

*...Al formular leyes usando valores algebraicos indeterminados tales como **m** y **n**, entidades que denotan números naturales arbitrarios, centramos la atención definitivamente en la estructura y no en la suma o la multiplicación en si misma. El concepto de número abstracto no fue reconocido, ni se dispuso de reglas de comportamiento tales como las formuladas para la suma o la multiplicación, hasta que se inició la era de los matemáticos griegos alrededor del año 600 a. C” (Devlin, 2002, p.33)*

Como explica, Keith Devlin, la idea de la demostración matemática, se convertiría en el fundamento de la mayor parte de la matemática por venir.

4♥2. Relaciones abstractas de la letra E diseñada por Durero.

Fuente: Durero, A. (1525) *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheit, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen.* Nurenberg. <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)



En su libro «*Underweysung der Messung*», Durero establece una pautas usando valores algebraicos como f y n , entidades que denotan números naturales en su relación, centrando la atención en la estructura y no en la suma o la multiplicación concreta.

Los números primos

Cualquier número entero es par o impar. Un número entero es par si es múltiplo de 2 e impar si no es múltiplo de 2. Los números primos son aquellos números que son divisibles por sí mismos y por la unidad; es decir estos números solamente presentan dos divisores. Es decir los números primos tienen sólo 2 divisores.

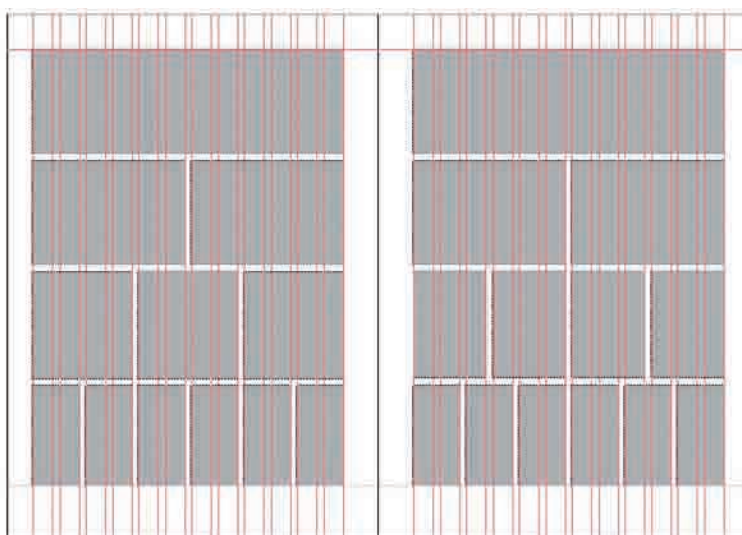
“Euclides comienza su libro VII de los elementos con una lista de veintidós definiciones básicas, entre las cuales se hallan las siguientes: un número par es aquel que es producto de dos números enteros iguales y un número impar es aquel que no tiene dicha propiedad. De forma más significativa, un número primo es aquel que (en terminología moderna) no tiene otros divisores enteros distintos de la unidad y del propio número.(...) Tomados en conjunto, los primos son semejantes a los átomos de los físicos, en el sentido de que forman los ladrillos a partir de los cuales se puede construir todos los demás números naturales, mediante el proceso de multiplicación.

$$328.152 = 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 11 \times 11 \times 113$$

Los números 2, 3, 11 y 113 son primos y reciben el nombre de factores primos de 328.152. El producto de $2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 11 \times 11 \times 113$ se conoce como descomposición factorial de 328.152”. (Devlin K., 2002)

Al estilo de lo que sucede con la estructura atómica, el conocimiento de la descomposición en factores primos de un número determinado permite al diseñador decidir mucho sobre las propiedades de los elementos y su estructuración en el espacio.

Una revista con una retícula base de 12 campos para columnas, es divisible por: $12/1=1$, $12/2=6$, $12/3=4$, $12/4=3$, $12/5=2+2$ o $12/5=2+1$, $12/6=2$; 12



4♥3. Retícula base de 12 columnas. Algunas revistas, como la revista Elle, que requieren un gran dinamismo gráfico se construyen sobre retículas base de 12 columnas, que permite un gran dinamismo en la composición. Fuente: Castaldo Suau, B.



Números racionales, fraccionarios, o quebrados

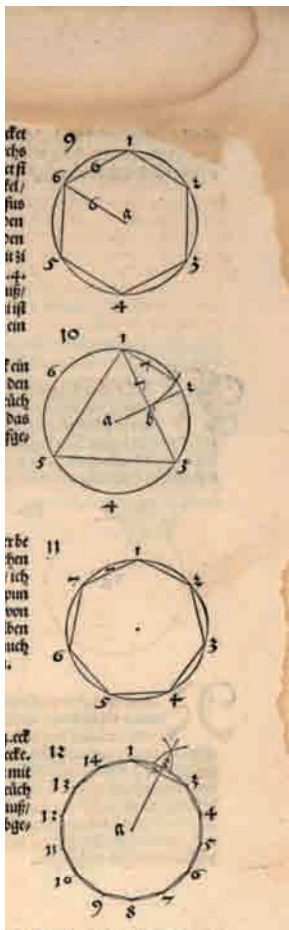
“Las estructuras abstractas de interés principal para los matemáticos griegos eran las de la naturaleza geométrica. -Estructuras de formas, ángulos, longitudes y áreas-. En realidad aparte de los números naturales, la noción griega de número se basa esencialmente en la geometría, en la que los números se consideraban bajo la forma de medidas de longitud y de superficie.

Todos sus resultados concernientes a ángulos, longitudes y áreas -resultados que hoy en día se expresarían en términos de números enteros y de fracciones- eran dados en la forma de comparaciones entre ángulos longitudes o áreas. Fue esta concentración en las relaciones o ratios, lo que dio origen al término moderno de número racional para referirse al número que puede expresarse como cociente de dos números enteros.” (Devlin, 2002)

Ya en nuestro ámbito de estudio y a modo de ejemplo:

El lenguaje musical, que puede formar parte de una producción multimedia, entiende por compás la medida que se toma como unidad para dividir una obra musical en fragmentos de igual duración. Los compases se expresan por medio de dos cifras, colocadas en forma de quebrado. $2/4$ $3/4$ $4/4$ $3/8$ $6/8$ $9/8$ $12/8$. De las dos cifras del quebrado el numerador expresa el número de partes o fracciones de que consta el compás, y el denominador determina la clase de figura que dura una parte o fracción.

La medida del punto tipográfico es diferente según se use el sistema angloamericano (puntos pica) o europeo (puntos Didot). Un punto pica equivale a 0,352mm o 0,9961 pulgadas, 6 picas equivalen aproximadamente a una pulgada, 25mm. Un punto Didot equivale a 0,376 mm. En ambos casos, los puntos se usan para indicar la altura vertical de las letras (aunque en realidad lo que indican, es la altura física del tipo metálico, no el tamaño de la letra impresa) y la separación entre letras. Para ajustar los espacios, se puede descomponer el punto en medios puntos, cuartos de punto o fracciones menores aún. (Solomon M., 1988)^[2]. Por otra parte la expresión tipográfica $9/10$ indica que para un texto con cuerpo de 9 puntos se usará un interlineado de 10 puntos.



4v4. Detalle constructivo de figuras geométricas.

Fuente: Durero, A. (1525) Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen. Nurenberg. <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

4v5. Un compás de $3/4$ indica que se divide en tres partes y la figura que dura una parte es la negra. La totalidad del compás ocupa $3/4$ de redonda, la nota que más dura.

El compás de $3/8$ indica que se divide en tres partes y la figura que dura una parte es la corchea. La totalidad del compás ocupa $3/8$ de redonda...

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.



Número irracional

Un número es irracional si posee infinitas cifras decimales no periódicas, por tanto no se pueden expresar en forma de fracción. “Se sabe que en matemáticas los teoremas son proposiciones científicas demostrables. Por lo que se refiere a la medida, en los orígenes del pensamiento occidental en la Grecia clásica se formularon teoremas, como el de Tales de Mileto o de Pitágoras, que se relacionan íntimamente con el concepto de medida, plenamente desarrollados en los tratados de geometría métrica actual. (...) Si dibujamos un cuadrado de lado conocido, podemos determinar la medida que va de uno de los vértices a su opuesto. Existe una relación entre el lado y la magnitud de la diagonal... Los pitagóricos descubrieron que no podían medir la diagonal de un cuadrado con ningún número.” (Cabezas & Ortega, 1999)^[3]

2 SOLOMON, M., (1988). El Arte de la Tipografía, Tellus, Madrid.

3 CABEZAS GELABERT L., ORTEGA DE ULHER L. F. (1999). Anàlisi gràfic i representació geomètrica. Edicions Universitat de Barcelona. N°36.



“El descubrimiento de los número irracionales supuso un trauma para el pensamiento griego, la posibilidad de formular lo inconmensurable. Se denomina inconmensurable la cantidad que no puede expresarse exactamente por ningún número entero ni fraccionario. Suele usarse como sinónimo de número irracional, que no tiene comparación (razón) con la unidad.

Al formular sus resultados como comparaciones entre figuras los griegos están adoptando un supuesto que resultó ser bastante menos inocuo de lo que hubiera podido esperarse. En la terminología moderna, suponían que toda longitud o área era racional. El descubrimiento imprevisto de que esta creencia particular era errónea tuvo el efecto de una inmensa conmoción de la cual las matemáticas griegas nunca se recuperaron del todo.” (Devlin, 2002, p. 19)

“Hay números que no son racionales, es decir que no pueden ser expresados como cociente de dos números enteros. Por ejemplo, piensa en el número cuya representación decimal es 0.1234567891011121314151617181920..... Claramente, esta representación decimal no es exacta ni periódica, por tanto no puede corresponderse con ningún número racional.

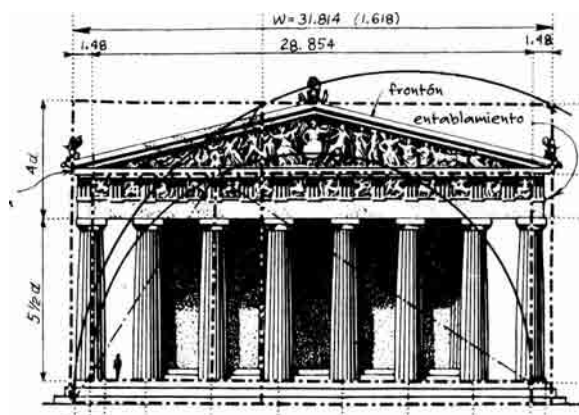
Si consideramos el conjunto de todas las expresiones decimales, solamente aquéllas finitas o periódicas se corresponderán, como ya se vio, con números racionales; el resto forman el conjunto de los números irracionales.

Hay tres números irracionales cuyas aplicaciones, tanto en matemáticas como en otras disciplinas, son tan numerosas e importantes que podríamos denominarlos como los irracionales más famosos. Son los números Π (pi), e , ϕ (fi), llamados número pi, número e y número de oro, respectivamente. Dos de ellos, Π y ϕ , ya eran conocidos por los griegos, varios siglos antes de Cristo; el número e es ampliamente utilizado desde el siglo XVIII.

El número ϕ , llamado número de oro, es una de las dos soluciones de la ecuación $X^2 = 1+X$ Concretamente, la otra solución es, precisamente, $1/\phi = 1,618...$ El número ϕ aparece en campos tan variados como los reinos vegetal y animal, la poesía, la música, la arquitectura, el arte, etc. y se designa con la letra griega «fi» en honor de Fidias, considerado el escultor de las obras más perfectas de la antigua Grecia. Desde hace cinco siglos, el rectángulo considerado como “el más bello” es aquel en el cual la relación entre la altura y la anchura da resultado igual a ϕ .” (Devlin, 2002 p.19)

$$\Phi = \frac{\sqrt{5} - 1}{2} = 0,618.$$

El número $\Pi = 3.141592653589...$, se define como la relación entre la longitud de la circunferencia y su diámetro.



4♥6. Diagrama de cuadrado y su diagonal. Detalle del Papiro Oxyrhynchus. (300 d.c)
Fuente: Episódios da História da Matemática na Antiga Grécia: Trissecção do Ângulo e Duplicação do Cubo. Prof.200. <http://www.prof2000.pt/users/miguel/histmat/af18/produto/amaral/amma/af18/t5/t5.htm> (visitado el 02/05/12)

4♥7. Relación de proporciones de la fachada del Partenon. El rectángulo áureo ha sido utilizado por artistas de todas las épocas (Fidias, Leonardo da Vinci, Alberto Durero, Dalí,...) en las proporciones de sus obras.
Fuente: GYÖRGY DOZSI. (1996). El poder de los límites. Editorial Troquel, p.108.





4♥8 Arco catenario. Para su ejecución Gaudí, realizaba maquetas tridimensionales mediante cordeles para determinar el arco "catenario" o parabólico. Fotografiado el modelo, hacía girar la imagen y obtenía la volumetría del conjunto. El trabajo se completaba con el cálculo de las secciones necesarias para soportar las cargas y con la construcción de maquetas de yeso de las diferentes piezas a escala que entregaba al artesano para que éste las ejecutara en material y escala real.

Fuente: dipity. http://www.dipity.com/ticker/Flickr_colegio/ (visitado el 02/05/12)

Así como ϕ , es considerado el número irracional de la de la geometría y el número Π del análisis complejo, el número de Euler o e es considerado el número del cálculo.

El número e es un número irracional, $e=2.718281828459...$, . Se obtiene a partir de la expresión $(1+1/n)^n$ haciendo n cada vez más grande. Es un número muy importante por ser la base para las funciones exponenciales, por ello se ha sugerido que Euler lo llamó e de «exponencial».

Lo encontramos en procesos de crecimiento, en la fórmula de la catenaria, que es la curva que podemos apreciar en los tendidos eléctricos, las formas de las ramas y de las hojas de los árboles, en los caparazones y las extremidades de los animales. Observados por el arquitecto Antoni Gaudí usó el arco parabólico, el paraboloides hiperbólico y columnas helicoidales en los edificios que diseñó.

Números reales

“Son todos los números, ya sean racionales o irracionales. Es decir, cualquier número decimal, entero, positivo, negativo, ... que escribamos será, en principio, un número real.

Solamente no son números reales los números complejos (es decir, aquellos que resultan de intentar hallar la raíz cuadrada de un número negativo) y el infinito.

-1 _____ 0'5 _____ 0 _____ 0'5 _____ 1

Con los números reales llenamos la recta.

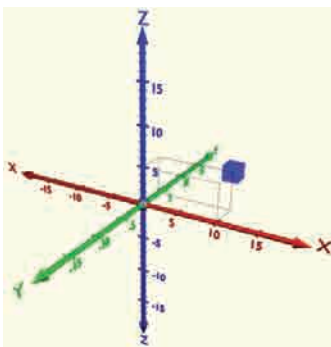
La cuestión de si el tiempo y el espacio son continuos o tiene una naturaleza discreta había tenido consecuencias importantes desde los inicios de la ciencia. Prácticamente todo el desarrollo científico y matemático desde los tiempos de los griegos hasta finales del siglo XIX se edificó sobre el supuesto de que el tiempo y el espacio son continuos. Se suponía que considerarlos continuos evitaba la paradoja de Zenón.

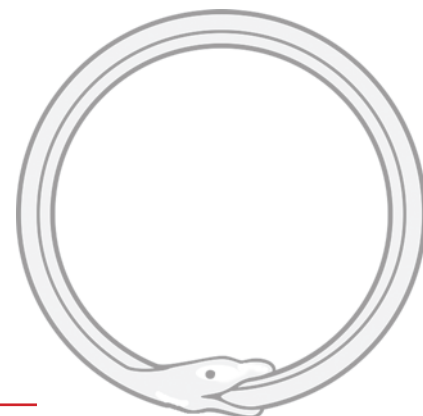
En la época de Newton y Leibniz, el continuo que surgía del tiempo y el espacio del mundo físico se asimiló a lo que se llamaron números reales. Las medidas numéricas del tiempo y de cantidades físicas tales como la longitud, la temperatura, el peso, la velocidad, etc., se consideraban puntos de este continuo.

El cálculo diferencial se aplicó a las funciones que comprendían variables cuyos valores podían recorrer todo el rango del continuo de los números reales.” (Devlin, 2002 p.19)

4♥9 Coordenadas cartesianas.

Fuente: rab3D. http://www.rab3d.com/tut_blen_started.php (visitado el 02/05/12)





Infinito y límite

Durante milenios la idea del infinito ha preocupado a filósofos, matemáticos, físicos, teólogos y sus diversas concepciones aparecen de uno u otro modo en la iconografía y el arte. El primer símbolo usado para nombrar el infinito fue el círculo, la serpiente que se muerde la cola data de 1600 a.c., representa un ciclo eterno. En latín, de hecho, *caelum* significa tanto círculo como eternidad y da la idea de un camino que no tiene principio ni final, como el infinito. Llamaban también *Caelum* a la bóveda celeste. Nuestra palabra cielo que proveniente de la latina *caelum*, mantiene aun los significados, de eternidad, infinitud, ilimitado y bóveda celeste.

Sin embargo, el símbolo matemático que usamos actualmente para representar el infinito ya no es el círculo sin fin. La lemniscata (∞), aparece en el siglo XVII coincidiendo con el cambio de paradigma del mundo cerrado al del universo infinito. El matemático John Wallis, la usó por primera vez como símbolo de infinito en su obra *Arithmetica Infinitorum* (1656). Automáticamente la encontramos en las populares cartas del Tarot a manera de sombrero sobre la cabeza del Mago, en la carta del mismo nombre. (Orti, J. R., 1994) ^[1].

La noción de infinito como idea de algo ilimitado o inalcanzable, ha sido desde siempre causa de confusión. Para Platón y Pitágoras el infinito era el caos carente de medida. Anaximandro sin embargo, usa la palabra infinito con otro sentido, el de «sin fin» o «sin límite». Desde entonces hasta hoy la palabra infinito se usa en ambos sentidos, para expresar algo enorme, ilimitado, o imposible de contar. Aristóteles y los escolásticos rechazaban la idea de infinito por la contradicción que planteaba el término mismo: Los números finitos son absorbidos por los números infinitos, pues para todo número finito a , $a + \infty = \infty$. Eso es, por grande que sea un número natural siempre podemos concebir uno mayor, y otro mayor que este último y así infinitas veces. Ello nos lleva a la idea de infinito. Si dedicamos nuestra vida a contar veremos que los números nunca acaban. La palabra infinito, expresa el más grande aún, lo imposible de contar. (Orti, J. R., 1994).

Por su parte en su obra, *Física*, Aristóteles distingue dos tipos de infinito: El *infinito actual* y el *infinito potencial*. El llamado infinito actual, tiene un significado de totalidad, como unidad que es infinitamente grande o numerosa. Se desarrolló en geometría al dividir un segmento de recta en una cantidad infinita de puntos. De la idea de «*infinito actual*» se plantearía la posibilidad de existencia no de un infinito, sino de múltiples infinitos: los números naturales son infinitos; los pares, los impares también. Un conjunto es infinito cuando se pueda establecer una correspondencia biunívoca entre él y una parte propia de

5♥1. Caelum

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

5♥2. Serpiente alquímica.

Fuente: Codex Parisinus graecus 2327
COPIA DE
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Serpiente_alquimica.jpg (visitado el 02/05/12)

5♥3. Rótulo, Óptica Ulloa.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.



¹ ORTI, J. R. (1994). El concepto de infinito. Asociación Matemática Venezolana. Boletín Vol. I, N°2, Año 1994. <http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol1/vol1n2p59-81.pdf> (visitado el 02/05/12)





5♥4. El mago, carta del tarot. Fuentes: Parapsicología online. <http://www.parapsicologiaonline.com/tarot-el-mago> (visitado el 02/05/12)

él. (Costa Reparaz, E. y Otto López, B., 2005)^[2]

El infinito potencial, se centra en la operación reiterativa e ilimitada, en la recursividad sin fin. Infinito entendido como proceso de crecimiento continuo, o de subdivisión sin final, o infinita. Este tipo de infinito sirve de base para la idea de límite en el cálculo infinitesimal. (Orti, 1994).

El cálculo infinitesimal, ha resultado ser tan importante en la matemática moderna que es habitual que los matemáticos se refieran a él simplemente como cálculo. Trata sobre los métodos para describir y manejar los algoritmos, las estructuras del infinito. Consiste en el estudio del cambio. (Devlin K., 2002)^[3]. Pues, aunque hay científicos que aseguran que el infinito no es parte del mundo en que vivimos, parece que la clave para la comprensión del movimiento y del cambio está en hallar el modo de manejarlo.

Eso es, el cálculo, como algoritmo desarrollado en el campo de la matemática, incluye el estudio de los límites, derivadas, integrales y series infinitas. La derivada es un concepto que se aplica en aquellos casos donde es necesario medir la rapidez con que se produce el cambio de una magnitud o situación. El cálculo diferencial estudia el cambio de las variables dependientes cuando cambian las variables independientes de las funciones o campos objetos del análisis. La diferenciación manifiesta el coeficiente en que una cantidad «x» cambia a consecuencia de un cambio en otra cantidad «y». A su vez, ambos conceptos, el de derivada y diferenciación están basados en el concepto de límite. (Wikipedia, 2012)^[4]. Llevado al análisis de diseño expresaría cuanto cambia un elemento «x» a consecuencia de un cambio en otro elemento «y». A su vez, ambos conceptos, el de derivada y diferenciación están basados en el concepto de límite. (Wikipedia, 2012)

La palabra límite posee también múltiples significados: Entendemos como límite a la línea que separa dos espacios (geométricos, gráficos o del tipo que sean). En el diseño de una publicación impresa, el tamaño del papel marca el límite que separa lo que pertenece a la publicación y lo que no. Dentro de estos límites encontramos otros como los límites del área de texto, los límites para imágenes, etc.

Con ella podemos referirnos también a una restricción o limitación del tipo que sea. En diseño gráfico, por ejemplo, las limitaciones económicas nos pueden llevar a decidir que el diseño sea únicamente con uno o dos colores. El capital humano, el tiempo de que disponemos para desarrollar un diseño, son limitaciones fundamentales. Puede referirse también a límites en el comportamiento de determinados elementos del tipo: el módulo del diseño para la baldosa rotará únicamente 45 grados, o se le aplicará una traslación de 10 mm.

En matemáticas, una «sucesión» es un conjunto infinito de números ordenados que se suceden siguiendo alguna lógica. En diseño gráfico, una cenefa o greca son la expresión gráfica de una sucesión. Los elementos, con sus parámetros particulares, se organizan siguiendo una lógica (infinito potencial). La cenefa puede repetirse infinitamente en el espacio (infinito actual).

2 COSTA REPARAZ, E. Y OTTO LÓPEZ, B. (2005). Ideología y Matemáticas: El infinito. XIII Jornadas de ASEPUMA. La Coruña. http://www.uv.es/asepuma/XIII/comunica/comunica_30.pdf (visitado el 02/05/12)

3 DEVLIN K. (2002). El lenguaje de las matemáticas. Ediciones Robin Books. Ma Non Troppo, Ciencia, Barcelona.

4 WIKIPEDIA (2012) Cálculo infinitesimal. Wikipedia. 15 abr 2012, http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1lculo_infinitesimal (visitado el 02/05/12)



Para los matemáticos, un límite es una magnitud fija a la que se aproximan cada vez más los términos de una secuencia infinita de magnitudes; describe la tendencia de una sucesión o una función, a medida que los parámetros de esa sucesión o función se acercan a determinado valor. En análisis de diseños dinámicos complejos, por ejemplo para delimitar el espacio que ocupan las imágenes en una publicación podemos calcar en un papel el espacio ocupado por cada una de las imágenes de la publicación y con toda probabilidad obtendremos una estructura que marca sus límites como elemento para todas las ediciones pasadas y futuras. Eso es, de este modo podemos describir la pauta, o algoritmo que las rige, a medida que los parámetros de la sucesión de elementos se acercan a determinados valores.

Por su parte, en física y también en matemáticas, los límites de un sistema están constituidos por las reglas que definen quienes participan (elementos) y de que modo lo hacen (algoritmo o pauta). La función de los límites consiste en proteger la diferenciación del sistema. (Gonzales Gallegos J. M. ,2007)^[5]

Tradicionalmente en el ámbito pictórico y del diseño gráfico, se ha considerado que el lienzo o la pantalla, encierra el universo donde habitan los elementos del diseño. “El marco indica la alteración del estatus de realidad de la obra de arte al segregarla de su entorno”(Arnheim R. , 1984) ^[6] “El mundo visual es infinito. Un espacio ininterrumpido que nos rodea, profusamente subdividido, pero sin límite. Si aislamos una parte del mundo, en una fotografía o un cuadro realista por ejemplo, es siempre con el supuesto tácito de que el mundo continúa más allá de los límites del segmento.” (Arnheim R., 1984) “No es posible percibir, ni comprender, ni actuar sin desgranar zonas de la continuidad del mundo. No es sólo que la extensión del todo infinito y el emplazamiento de cada una de sus partes exceda a nuestra comprensión: el carácter, la función y el peso de cada objeto cambia con el contexto concreto que lo veamos.” (Arnheim R., 1984) “Para que un objeto permanezca constante hay que ponerle un marco, y procurar que ese marco no varíe. (...) La frontera indica que es lo que pertenece y qué es lo que no, y sólo cuando ha quedado definido este territorio se puede organizar en torno a su centro los elementos de una composición.(...)EL marco separa el mundo en que vivimos conteniendo otro mundo simbólico, indica la alteración del estatus de la realidad”(Arheim R., 1984), o en su caso una modelización de esta.

Sin embargo, los pintores y ciertos diseñadores modernos como Karl Gestner (1979)^[7] apuntaban que como en matemáticas, el espacio de diseño era una relación, un juego de equilibrios y fuerzas entre elementos, pero que tanto los elementos como las relaciones podía ser de más de tres dimensiones. Eso es, que podía trascender al tradicional espacio cartesiano y abarcar cualquier tipo de elemento y las relaciones entre ellos. Así, como en las matemáticas modernas, el espacio de diseño pasa a considerarse como un conjunto de elementos interdependientes, ligados entre sí por relaciones tales que si una es modificada, el resto también lo son y que en consecuencia todo el conjunto es modificado. (Corrales, C. 1991) ^[8]



5♥5 Peldaños de escalera.

Son la expresión gráfica de una sucesión.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

5 GONZALES GALLEGOS J. M. (2007). La Familia Como Sistema. Revista Paceña de Medicina Familiar. Volumen 4, Número 6: 111-114. Bolivia, La Paz. http://www.mflapaz.com/Revista_6/revista_6_pdf/4%20LA%20FAMILIA%20COMO%20SISTEMA.pdf (visitado el 02/05/12)

6 ARNHEIM, R. (1884) El poder del centro. Pg 53. Alianza editorial.

7 GERSTNER K. (1979) Diseñar programas. Ed. GG, Barcelona.

8 CORRALES RODRIGÁNEZ, C. (1991) Contando el espacio. De la caja a la red en matemáticas y pintura. Ediciones despacio. mobcoob ediciones.



Tal como ocurrió con la matemática y la física moderna, y a pesar de los numerosos trabajos en este sentido de artistas de las vanguardias y diseñadores de la Bauhaus, al diseño le ha costado mucho librarse definitivamente de la bidimensionalidad del papel o la tridimensionalidad del espacio newtoniano limitándose a establecer relaciones entre los elementos gráficos: básicamente el texto, y los elementos ilustrativos o decorativos.

Progresivamente, algunos diseñadores, comenzaron a dar pasos en la consideración del espacio como la relación de cualquier conjunto de elementos, incluso aquellos de diferente dimensión: como la música y el color y las relaciones entre ellos (Gredinguer P., 1979 p.9)^[9]. Los objetos a relacionar y su pauta de ordenación definirían el espacio del diseño, y con ello sus límites, que no se encuentran ya en el formato de papel y los márgenes que se establezcan, si no en cosas tan dispares como:

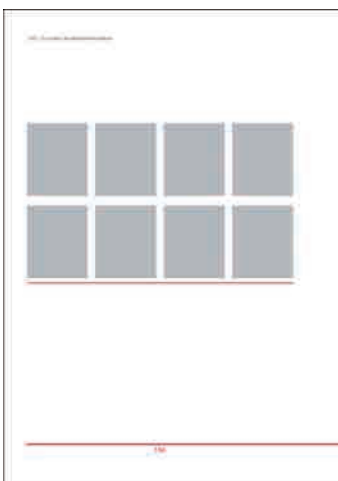
- El cliente que encarga el diseño.
- Estructura discursiva planteada: conferencia, diálogo, etc.
- El público al que va destinado.
- La naturaleza de los objetos que debe integrar: color, tamaño, forma, textura, orientación, significado.
- Tecnología usada para su desarrollo y en el caso del diseño multimedia la tecnología usada para su presentación.
- El presupuesto para su ejecución.
- Etc.

Dentro de los límites que imponen todos estos factores, se establecen relaciones entre elementos, tejiendo una red o estructura que permite llegar a unos a partir de otros, tomar medidas, compararlos, etc. Con todos ellos se define la pauta, el espacio compositivo, la línea que define lo que pertenece y lo que no. Las propiedades específicas de la relación que hayamos establecido darán lugar a la estructura característica del diseño. Diferentes relaciones darán lugar a diferentes estructuras y por tanto diseños diferentes.

De este modo, el espacio compositivo tiene límites pero es, en la mayoría de casos, infinito, pues existen infinitas posibilidades de combinación de objetos con una misma pauta, así como infinitas formas de relacionar los mismos elementos. Como afirma el notable representante de la escuela suiza Paul Gredinguer "*La fórmula crea la forma*".

5♥6. la retícula y normas de uso de imágenes marcan los límites gráficos en los que pueden inscribirse las imágenes de esta publicación.
Fuente: Castaldo Suau, B.

9 GREDINGUER P. (1979) Diseñar programas. Introducción de PAUL GREDINGUER al libro de .GERSTNER K. Ed. GG Barcelona, Pg. 9.



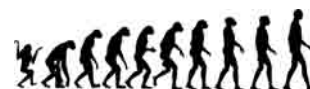


Irreversibilidad e Indeterminación

Las leyes de la física clásica describen un mundo idealizado y estable, y no el mundo inestable, en constante evolución. (Riera E., 2000).^[1] *“Una ley física es reversible si no depende del sentido del tiempo; es decir, si en un instante cambiamos el sentido de las velocidades de la partículas de un sistema sujeto a dicha ley, éste evoluciona hacia atrás deshaciendo exactamente los pasos del movimiento original.”* (Lavarreda C.A., 2004)^[2]Hawking, 2002, p.)^[3] Esta noción de la física clásica de ley de la naturaleza, se refiere a un universo en el que no hay diferencia entre pasado y futuro. Se asocia a una descripción determinista y reversible en el tiempo (Riera E., 2000). Eso es, entiende el presente como efecto del pasado y la causa del futuro. Todo acontecimiento físico, están causalmente determinados por la irrompible cadena causa-consecuencia.

De acuerdo con este modelo científico, que culminó en el siglo XVIII, cualquier estudio de la naturaleza tiene tanto de ciencia cuanto de matemáticas se encuentra en él. Por ello, al plantearse la cuestión de la generación y desarrollo de los seres vivos y de ciertos fenómenos complejos, se origina una profunda crisis de este modelo. Ciertamente, nuestros antepasados sabían desde siempre que el futuro es muy difícil, si no imposible, de predecir, pero la aparición en el s. XIX de los paradigmas evolutivos (con ciencias como la biología y la termodinámica) llevó a la necesidad de replantear la cuestión del tiempo, pues la idea de irreversibilidad de la vida resulta casi inconcebible. Aun así, existía aun el convencimiento generalizado de que el tiempo direccional era una mera descripción fenomenológica y de que las descripciones físicas fundamentales podían plasmarse sin dificultad en leyes deterministas temporalmente reversibles. (Calero Morcuende, 1999)^[4]

De acuerdo con el modelo científico racionalista, cualquier estudio de la naturaleza tiene tanto de ciencia cuanto de matemáticas se encuentra en él. Sin embargo, a medida que se desvelaban las sucesivas etapas de crecimiento embrionario y la asombrosa complejidad del proceso, los investigadores comenzaron a pensar que era imposible describir dichos procesos mediante modelos matemáticos, y creer que la matemática era una ciencia demasiado rígida y limitada para describir adecuadamente los procesos vitales. El descubrimiento y su demostración matemática de que en algunos sistemas, una pequeña variación en el



1 RIERA, E. DEL C. (2000). La Complejidad: Consideraciones Epistemológicas y Filosóficas. The Paideia Project. Online. Philosophy of Science. Universidad Nacional de Santiago del Estero, República Argentina. <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieDelC.htm> (visitado el 02/05/12)

2 LAVARREDA C.A. (2004) La filosofía presocrática. Editorial Óscar de León Palacios. Guatemala.

3 HAWKING S. (2002) L'univers en una closca de Nou. Columna Crítica. Pág. 32. Barcelona.

4 CALERO MORCUENDE L. (1999). Descripción de la materia y caos. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Organización: Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia. Coordinación: Antonio Campillo. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia2.htm>. (visitado el 02/05/12)

6♥1Evolución humana. Una pequeña variación en un punto lleva a grandes cambios en la evolución posterior.

Fuente: Ciencias 1. (Énfasis en Biología). <http://ciencias1secunivia.wordpress.com/2012/05/14/las-especies-y-la-evolucion/> (visitado el 02/05/12)



punto inicial, donde empezamos a considerar la evolución del mismo, conducen a grandes cambios en la evolución posterior, por lo que cualquier posibilidad de predicción resulta completamente imposible, provocó un profundo malestar en el mundo científico. La vida es una inscripción de 'irreversibilidad' sobre la materia. (Prigogine (Calero Morcuende, 1999)^[5]

La imagen del reloj cósmico del pensamiento científico acabó de romperse cuando los físicos encontraron que al nivel nuclear las leyes causales de la física no parecían funcionar y la conducta del átomo y los electrones individuales no se podía prever. "En este punto, la teoría general de la relatividad de Einstein dejaría de valer de forma que no podría ser usada para predecir como comenzó el Universo.(...)La razón de la teoría de la relatividad general deje de funcionar cerca de la gran explosión es que no incorpora el principio de la indeterminación, el elemento aleatorio de la teoría cuántica que Einstein rechazó alegando que Dios no juega a los dados." (Hawking, 2002, p.79)^[6]

Contrariamente a lo que se pensaba, actualmente los científicos consideran que aunque en la naturaleza se presenta procesos irreversibles y reversibles, los primeros son la regla y los segundos la excepción. (Riera E., 2000).^[7] La termo-

5 CALERO MORCUENDE L. (1999). Descripción de la materia y caos. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Organización: Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia. Coordinación: Antonio Campillo. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia2.htm>. (visitado el 02/05/12)

6 STEPHEN HAWKING (). L'univers en una closca de Nou. Columna Crítica. Traducción del párrafo, Blanca Castaldo.

7 ELBA DEL CARMEN RIERA (2000). La Complejidad: Consideraciones Epistemológicas y Filosóficas. The Paideia Project. Online. Philosophy of Science. Universidad Nacional de Santiago del Estero, República Argentina. <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieDelC.htm> (visitado el 02/05/12)

6♥2. Etapas de crecimiento de una planta, Cerámica Ibérica (VII a.C.).

Muchos aspectos del funcionamiento de los seres vivos se pueden considerar como una sucesión temporal de etapas relativamente autónomas, cada una de las cuales es susceptible de ser descrita mediante modelos matemáticos adecuados.

Fuente: Constestania Iberica. <http://www.constestania.com/escuera.html> (visitado el 02/05/12)



6♥3. Evolución de la marca Pepsy.

Los diseños que perduran en el tiempo pasan por una sucesión de etapas relativamente autónomas, cada una de las cuales es susceptible de ser descrita.

Si se conoce razonablemente bien el funcionamiento de estos en sus diversas etapas, sus límites, su dinámica y estructura, se podrá, plantear de forma razonable su posible evolución hacia diseños sucesivos.

Fuente: Pic 2 Fly. <http://www.pic2fly.com/viewimage/Pepsi%20Logo%20History/aHR0cDovL2Zhcml0LnN0YXR-pY2ZsaWNrci5jb20vMzQ0NS8zM-zU3MTIyMTc4XzRjOWYxZjhlZGRfei-5qcGc/eno9MQ> (visitado el 02/05/12)



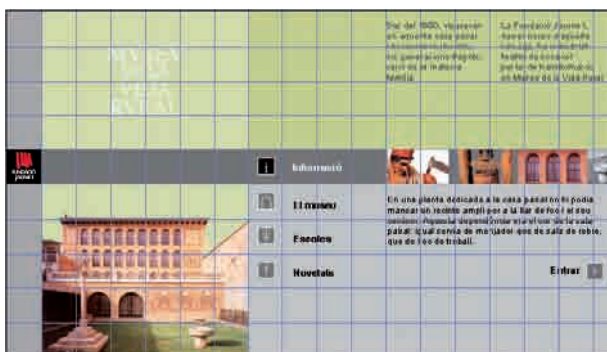
dinámica, ciencia de los procesos irreversibles, orientados en el tiempo, obliga a reconsiderar la validez de las leyes fundamentales de la física e incorporar la dimensión evolutiva, asociada con la entropía. Estos procesos, en contraste con los procesos reversibles, poseen una dirección privilegiada en el tiempo. Los seres vivos, así como los procesos irreversibles, no dejan en ningún momento de evolucionar desde su nacimiento hasta su muerte, pasando por diversas etapas de desarrollo en cada una de las que presentan características únicas imposibles de volver a reeditar. Sin embargo, y paradójicamente, se ha planteado también que muchos aspectos del funcionamiento de los seres vivos se pueden considerar como una sucesión temporal de etapas relativamente autónomas, cada una de las cuales es susceptible de ser descrita mediante modelos matemáticos adecuados. Así, si se conoce bien la mecánica de estos subsistemas, se podrá plantear de forma razonable, aunque no infalible o precisa la cuestión de la su evolución, así como el conocimiento y control de los efectos de retroalimentación entre estados sucesivos. (Herrero M. A., 2000) [8]

Por lo que al diseño se refiere, contrariamente a lo que se pensaba, la mayoría de diseños son también dinámicos. Como los seres vivos, van evolucionando desde que se crean hasta su desaparición, para el éxito o para el fracaso, pasando por diferentes etapas de desarrollo, en las que presentan características únicas e imposibles de reeditar. Ello obliga a revisar la teoría del diseño, para como en física y matemáticas incorporar la dimensión evolutiva asociada con la entropía. Eso es, si se conoce razonablemente bien el funcionamiento de estos en sus diversas etapas, sus límites, su dinámica y estructura, se podrá, plantear de forma razonable su posible evolución hacia diseños sucesivos, trabajar en su rediseño y conseguir su continuidad.

8 HERRERO M. A. (2000). Fotografiando las matemáticas. Obra colectiva. Carroggio. Cita del texto de MIGUEL ANGEL HERRERO. Ecuaciones derivadas y parciales.



6♥4 Cada una de las etapas en la evolución de un diseño, es relativamente autónoma, y es posible describirlas de forma razonable aunque no totalmente, debido a su complejidad.



Manual de identidad corporativa.

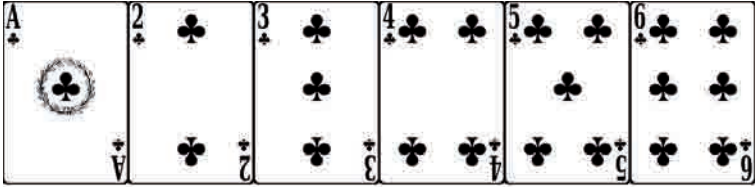
Fuente: Ulsa Noroeste equipo 3 http://4.bp.blogspot.com/-FChHj1EAcY/T3U-gWmg3zXI/AAAAAAAAAKQ/el1AJVn-VKtQ/s1600/Manual+de+identidad+corporativa_P%25C3%25A1gina_05.jpg (visitado el 02/05/12)

Reticula de la Web del Museo de la Vida Rural.(2005)

Fuente: Museo de la vida rural. <http://www.museuvidarural.org> (visitado el 02/05/12)



La geometría fractal





La geometría fractal

Para los antiguos matemáticos, las formas y figuras geométricas como rectas, curvas, círculos, cuadrados, pentágonos, cubos, esferas... describían aquello verdadero, constante e inmutable, de las formas naturales. Así, durante siglos se consideró a los cristales como formas regulares y perfectas; mientras que el resto de formas como las montañas, árboles, esponjas etc., se juzgaron, desde su perspectiva platónica, como irregulares, imperfectas e incluso aberrantes. Sin embargo, lo cierto es que no existe en el mundo una esfera geométrica real que coincida con exactitud a una esfera geométrica, nada que coincida con un cubo, ni una pirámide, pues estos son ideas platónicas, más aun, la mayoría de las formas naturales reales, no pueden ser expresadas por la geometría euclídea.

A finales de los años setenta Benoit Mandelbrot (1924-2010) se adentró 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. La mayor parte de los animales tienen simetría bilateral, aparece también la radiada en organismos inferiores como estrellas de mar y corales. Las hojas y las flores de las plantas son muestras de simetría. 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 nueva 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 generar objetos fractales necesitamos una «receta o pauta» completa, un algoritmo 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. Y desde su perspectiva, es un error distinguir entre formas regulares e irregulares, pues ha constatado que la «irregularidad», se rige también por unas reglas fundamentales. Árboles, nubes, esponjas, etc., no son irregulares y mucho menos imperfectos, si no más complejos y por tanto difíciles de representar.



1♣1. El Olivo, de la plaza de Cort de Palma, hoy multitudinariamente admirado por la irregularidad de su tronco, sería catalogadas por la geometría clásica como deformes o aberrantes al alejarse de su canon de perfección.

Fuentes: Fotografía Castaldo Suau, B. Y Morell Rullan, J.S.



Inicialmente cuando se comenzaron a estudiarse se les consideró a los fractales como objetos curiosos o extraños. Sin embargo actualmente sabemos que la mayoría de objetos que existen en la naturaleza poseen algún tipo de comportamiento fractal; por ello esta área de estudio, se ha convertido en una de las más importantes de la matemática actual. Estructuras naturales, como montañas, franjas costeras, sistemas hidrográficos, nubes, hojas, árboles, estructuras porosas, vegetales, copos de nieve, y un sin fin de otros objetos son de tipo fractal y por tanto susceptibles de ser descritos por la geometría fractal. También en diseño gráfico usamos pautas para generar nuestros objetos como tipos, libros, etc.

1♣2. Simetría por traslación.
Bolsa del Corte Inglés, y árboles del jardín de Versalles.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B
Fuente: Plantas y jardín, Arte y Placer de la jardinería en el mundo. Jardines del barroco- Racionalismo francés. <http://plantasyjardin.com/2010/12/racionalismo-frances-jardines-del-barroco/> (08/09/2012)

1♣3. Simetría bilateral.

Hojas de algarrobo, y alineación centrada de texto e imágenes.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B
Fuente: AZNAR DE POLANCO, J. C. (1695) Arte de escribir por preceptos geométricos, p.13.

1♣4. Simetría radial.

Flor seca, y detalle de la marca de Sol Meliá.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B
Fuente: <http://www.wtm-london.com/2011/page.cfm?Action=Exhib/ExhibID=4856> (visitado el 02/05/12)

1♣5. Simetría escalar.

Piña, y Cúpula romana

Fuente: Fotografía Castaldo Suau
Fuente: Fotografía Morell Rullan, J. S.



Homotecia e iteración

El método para usado para construir un fractal consiste en repetir una operación un sinnúmero de veces, iterando un patrón establecido como fijo. Al dibujar un segmento, dividirlo en tres partes y quita la parte central, y reiterar esta última acción una y otra vez llegamos al conjunto de Cantor, el primer objeto fractal estudiado por Mandelbrot.

La repetición es la base de los objetos fractales. Estos Se componen de homotecia, obedecen a una regla de estructuración, contienen siempre una estructura que se repite. Cada componente de un fractal se rige por la misma norma que su compañero, se relaciona con el total mediante el mismo algoritmo.

Desde los albores de la humanidad, al observar la naturaleza, el hombre apreció el orden existente entre ciertas proporciones, y en la forma de crecer e intentó reproducirlo en sus creaciones. La simetría por traslación, 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. La mayor parte de los animales tienen simetría bilateral, aparece también la radiada en organismos inferiores como estrellas de mar y corales. Las hojas y las flores de las plantas son muestras de simetría.

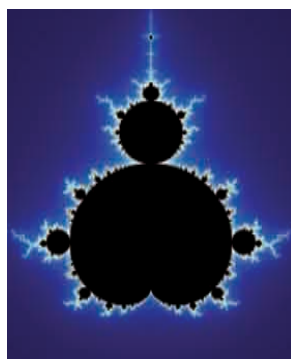
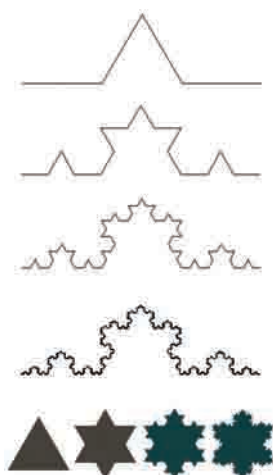
Matemáticamente, este proceso se define como la repetición constante de un cálculo simple, y casi siempre es la aplicación de una función. La idea se basa en tomar un número sobre el que se hace una operación, repetir lo mismo con el resultado y continuar haciéndolo indefinidamente en los siguientes resultados obtenidos. El juego con iteraciones de números complejos posibilita la generación de estructuras organizativas complejas con un método sencillo, similar al usado por la naturaleza, capaz de generar un universo de formas diversas, a partir de códigos. Prácticamente todo, desde la partícula más pequeña del microcosmos subatómico, a la galaxia más grande, parece seguir estructuras fractales.- estructuras basadas en los números y las dimensiones. Los fractales se caracterizan pues, por ser algoritmos, relativamente sencillos y con un conjunto muy reducidos de datos, definidos a partir de la iteración.

La geometría euclídea.

De igual modo en la geometría clásica, la iteración de una transformación por translación, rotación, especular, escalar nos permite crear un sin fin de objetos gráficos: Una línea a partir de la traslación de un punto, un cuadrado con la rotación de una recta, o múltiples orlas o grecas y embaldosados...

A pesar de los argumentos en contra de la geometría euclídea en muchos de los escritos de quienes defienden la geometría fractal, parece que esta, como todas las creaciones humanas se rige también por un comportamiento algorítmico. Tenemos fórmulas para la creación de triángulos rectángulos, isósceles, etc. que nos dan la norma o algoritmo para crear cualquier forma con esta estructura. La geometría euclidiana sólo sería entonces, un caso singular de la geometría más general, la geometría fractal (Van Den Boom H, y Romero Tejedor F., 1998)

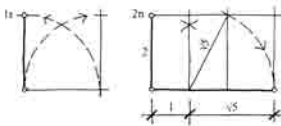
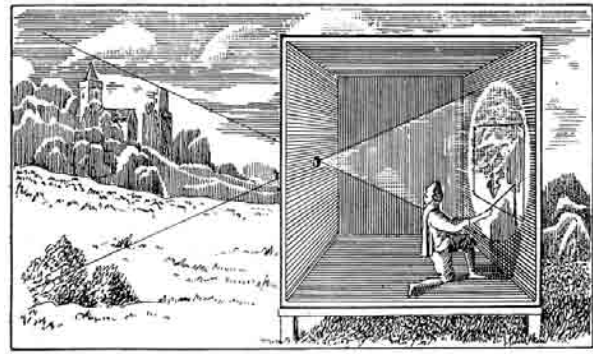
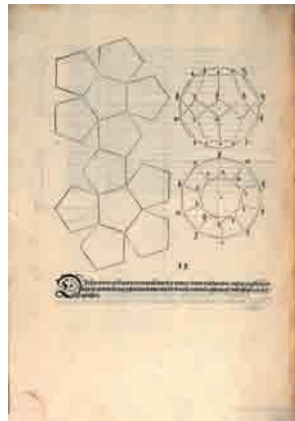
Los trazados geométricos más elementales vinculados a la proporción divina están recogidos en la mayoría de manuales y tratados. El más elemental resuelve



16. Conjunto de Mandelbrot.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau B.
Fuente: Wikimedia Commons.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mandel_zoom_00_mandelbrot_set.jpg (visitado el 02/05/12)





la división de un segmento dado en dos de diferente medida, de forma que se cumpla la relación: el mayor es al menor como el total es al mayor $a/b = a+b/a$, un algoritmo o pauta generativa, un fractal. Partiendo de esta relación Euclides resuelve el pentágono regular, para inscribir en una esfera el dodecaedro e icosaedro regulares.

1♣9. Con la proporción aurea, Dürero construye el pentágono y el decágono regular. Fuente: Dürero, A. (1525) *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen.* Nurenberg.

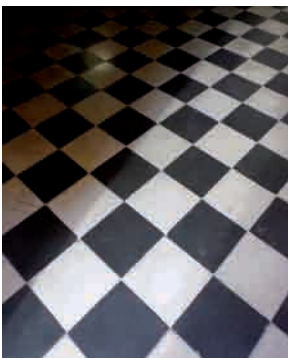
1♣10. En la cámara oscura, se reduce eel espacio tridimensional a una superficies bidimensional. Fuente: 1stPERSONTECH. INVENTING NEW MEDIA. <http://1stpersontech.wordpress.com/2012/03/10/shooting-formats-0-1-camera-obscura> (visitado el 02/05/12)

1♣11. La perspectiva, puede describirse también como un fractal que contiene simetría escalar. Si viajamos sobre la perspectiva de un tablero ajedrez infinito, cuando lleguemos al horizonte tendremos la sorpresa de que no ha variado nada. Experimentamos lo mismo en ciertas perspectivas arquitectónicas. Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

Por otra parte, en las leyes de estructuración fractal existe una regla común, que es que en todas las formas fractales impera la simetría, en su acepción matemática, con la que podemos hablar de simetría donde impera algún tipo de repetición. Su significado resulta más amplio que el de la geométrica, donde tan sólo puede ser escalar, especular, traslación y rotación. La simetría es entonces un rasgo característico de formas geométricas, y también de los sistemas, ecuaciones y otros objetos materiales, o entidades abstractas, relacionada con la invarianza bajo ciertas transformaciones, movimientos o intercambios.

Desde la perspectiva de la geometría fractal, además, debemos aceptar la «permeabilidad» entre dimensiones: La geometría euclídea tradicionalmente se ha dedicado a establecer o desvelar relaciones entre sus diferentes elementos, especialmente aquellos de diferente de dimensión 0, 1, 2, 3, como la que existe entre el punto, un segmento, un cuadrado y un cubo. La línea, o serie de puntos continuos y unidos entre sí, no deja de ser una simetría de puntos en una dirección, extensión continua de una sola dimensión. La relación de contigüidad de una serie de puntos da como resultado un elemento geométrico de una dimensión, la línea. Si esta relación de contigüidad es por traslación, hablaremos de una línea recta, si es de rotación estaremos hablando de una curva. Con la circunferencia o curva plana cerrada, cuyos puntos equidistan de otro llamado centro, nos situamos ya en la bidimensionalidad, en el plano.

Como explican Felicidad Romero Tejedor y Holguer van den Boom (1998), también la perspectiva que se produce dentro de una cámara oscura mecaniza el acto de representación de la naturaleza. La perspectiva no es más que la reducción de un conjunto tridimensional a una solución bidimensional, del espacio a superficie. “Se trata de una reiteración de la naturaleza que responde a una fórmula geométrica, la perspectiva actúa como un algoritmo. Por ejemplo la perspectiva fotográfica se organiza según el punto de vista que funciona como la variable de cualquier fórmula matemática.” (Van Den Boom H. Y Romero Tejedor F., 1998, Pg. 56). Puede describirse también como un fractal que contiene simetría escalar. Si viajamos sobre la perspectiva de un tablero ajedrez infinito, cuando lleguemos al horizonte tendremos la sorpresa de que no ha variado nada. Experimentamos lo mismo en ciertas perspectivas arquitectónicas.





Propiedades de los fractales

Explica Juan Antonio Osuna (2005) en su “Introducción a lo Fractales y a la comprensión Fractal”^[1] que “Cuando Benoit Mandelbrot publicó en 1975 su primer ensayo sobre fractales no se atrevió realmente a dar una definición matemática formal que caracterizara a estos objetos; decidió simplemente utilizar el término para denominar las formas que compartían la característica común de ser a la vez rugosas y auto similares. Mandelbrot buscaba otorgarles una categoría intermedia entre los cuerpos euclidianos regulares y lisos que nos son comunes (círculo, triángulo, esfera, etcétera), y las figuras que hoy día se denominan geoméricamente caóticas y cuya apariencia es rugosa, pero sin exhibir ningún patrón geométrico regular.”

Un objeto geométrico fractal se caracteriza por tener las siguientes propiedades:

- Ser demasiado *irregular* para ser descrito mediante la geometría euclídea.

- *La autosimilitud*: Esta es una característica de los fractales que fácilmente reconocible en múltiples sistemas, seres vivos y órganos anatómicos. Las diversas clases de simetría, que observamos en la naturaleza, con limitaciones debidas a las desigualdades en el crecimiento de los seres vivos, son fractales. Buena parte de los organismos poseen algún tipo de simetría: como la simetría bilateral de ciertos animales y las hojas de las plantas, la simetría radial de las flores y organismos inferiores como estrellas de mar y corales, o simetría escalar como la de las hojas de alcachofa, o la piña de un pino. Al generarse mediante un algoritmo recursivo, este, le otorga autosemejanza.

- *Infinito Detalle*: Relacionada con la propiedad anterior característica, al ampliar un fractal, tanto más detalle revela este, sin que se tenga un límite en el que se aprecien bloques.^[2] La forma de los fractales se compone de copias más pequeñas de la misma figura, de modo que a diferentes escalas, conserva la misma apariencia. Existe una similitud entre las partes de una misma figura fractal. Eso es, las partes son similares al todo, poseen la misma forma pero diferente tamaño.

En la naturaleza encontramos infinidad de elementos que pueden ser descritos mediante la geometría fractal como, la red vascular, la forma del brócoli, la de

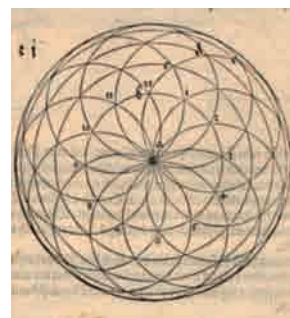
2♣1. Iteración: Simetría radial

El dibujo de Dürero parece coincidir con la estructura las pipas del girasol

Fuente: Detalle de Underweysung der Messung, pg 65. Dürero. <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

Fuente: Girasol. Momentumbet.

Fuente: <http://www.moonmentum.com/blog/tag/semillas-de-girasol/> (visitado el 02/05/12)



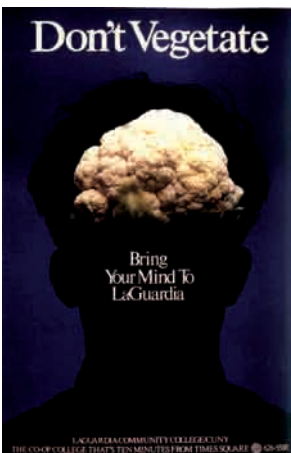
[1] OSUNA, J. A. (2005) Introducción a lo Fractales y a la comprensión Fractal. Educastur Hospedaje Web. Área de Tecnologías Educativas del Servicio de Ordenación Académica, Formación del Profesorado y Tecnologías Educativas de la Consejería de Educación y Ciencia del Principado de Asturias. (visitado el 03/11/11)

[2] GIL FOURNIER, A. () Fractales ¿Formas de la naturaleza?. Red científica. ISSN: 1579-0223. <http://www.redcientifica.com/imprimir/doc199903310021.html>. (visitado el 22/11/11)



un relámpago, etc. Sin embargo, los fractales naturales se diferencian de los fractales matemáticos en que los naturales son aproximados o estadísticos y su autosimilitud se extiende sólo a un rango de escalas, pues el detalle infinito, tienen límites en el mundo natural.

·Poseer una *dimensión fractal* o no entera. Al contrario de la geometría clásica, en la que las figuras tienen 1, 2 o 3 dimensiones, los fractales pueden desarrollarse en una dimensión no entera (fraccionaria), como por ejemplo la curva de Koch, que lo hace en la dimensión 1.26; esto es, ocupa parte del plano pero no llega a tener la entidad de figura bidimensional. Ocupar parte del espacio pero no llenarlo totalmente.



2.2. Irregularidad

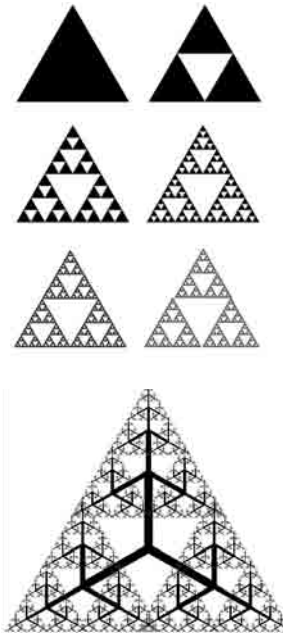
Cosas y fenómenos aparentemente irregulares como los relámpagos de una tormenta, el romanescu, el cerebro, la curva de Koch y el conjunto de Julia poseen una estructura de crecimiento fractal.

Don't vegetate (1984). El cartel diseñado por Glasser expresa este símil, posiblemente por casualidad.
Fuente: Milton Glaser Barcelona 1989. P.72

Curva de Koch
Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

Coliflor
Fuente: <http://hipertesis.com>
Fuente: <http://porlagloriadeobiwan.blogspot.com.es/2008/09/fractales.html> (visitado el 02/05/12)

Conjunto de Julia.
Fuente: Large Fractal images. Ankur Pawar. <https://plus.google.com/photo/2008/09/fractales.html> (visitado el 02/05/12)



2.3. Dimensión no entera: El triángulo de Sierpinsky o la curva de Koch, ocupan parte del plano pero no llega a tener la entidad de figura bi-dimensional, tampoco la coliflor ocupa la totalidad del espacio tridimensional.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.
Fuente: hablemos de...<http://porlagloriadeobiwan.blogspot.com.es/2008/09/fractales.html> (visitado el 02/05/12)

2.4. Autosimilitud.

Triángulo de Sierpinski, sección de coliflor, flor.
- Sección de coliflor. Fuente: Garcimartín Moreno, A. (.), obituario B. Mandelbrot. SciLog, Investigación y ciencia. http://www.investigacionyciencia.es/11000017000161/Obituario:_B._Mandelbrot.htm
-Flor: Fuente. Miqel.com. http://www.miqel.com/fractals_math_patterns/visual-math-iterative-fractals.html (visitado el 02/05/12)





Dimensión

En matemáticas, no existe una única definición de dimensión, sino que conviven diversas definiciones:

Dimensión fractal y topológica

La topología, rama de las matemáticas que estudia las propiedades de los cuerpos geométricos que permanecen inalteradas por transformaciones continuas, “establece unas pautas para fijar la dimensión global de un espacio a partir de sus valores locales: Para calcular la dimensión local deberemos encontrar un objeto, de dimensión lo más pequeña posible, que nos permita separar una parte del espacio del resto” (Sysifus, 2000)^[1]. La dimensión se calcula entonces, simplemente, sumando uno a la dimensión de dicho objeto. Si tenemos un objeto que tiene dimensión local m , la dimensión topológica será $= m+1$. La dimensión de un espacio vacío, se define como -1 . Para calcular la dimensión de un punto, nos basta el conjunto vacío, y por tanto su dimensión es $-1+1=0$. De esta forma la dimensión euclidiana y topológica de un punto $= 0$, la de una línea $= 1$, la de una superficie $= 2$, etc.

Dimensión y equivalencia

Con la geometría euclídea dos objetos son equivalentes siempre que podamos transformar uno en otro mediante isometrías (rotaciones, traslaciones, reflexiones, etc.), es decir, mediante transformaciones que conservan las medidas de ángulo, longitud, área, volumen y otras. En topología, sin embargo, la equivalencia tiene un sentido más amplio: Para ser equivalentes, los dos objetos transformados deben mantener el mismo número de partes, huecos, intersecciones, etc. Se pueden doblar, estirar, encoger, retorcer, etc., siempre que no se rompa ni separare lo que estaba unido, o se pegue lo que estaba separado. Por ejemplo, un triángulo topológicamente es lo mismo que una circunferencia, ya que podemos transformar uno en otra de forma continua, sin romper ni pegar. Por contra, una circunferencia no es lo mismo que un segmento, ya que habría que partirla o pegarla por algún punto. En topología, se conserva el valor de la dimensión, únicamente si se deforma el objeto sin romperlo, perforarlo o soldarlo, es decir, si se realiza una transformación homotópica. (wikipedia, 2012)^[2]

En principio la dimensión topológica se corresponde con la Euclídea (Sierra M. A., 2000)^[3], sin embargo, si por ejemplo dibujamos una línea unidimensional sobre un papel bidimensional y después arrugamos el papel, esta ocupará un espacio entre las dos y tres dimensiones.

1 SYSIFUS (2000). Área fractal. <http://www.arrakis.es/~sysifus/dimens.html> (visitado el 02/05/12)

2 Wikipedia (2012). Topología. <http://es.wikipedia.org/wiki/Wiki> (visitado el 02/05/12)

3 SIERRA, M. A. (2000) Fractals. Dimensión. <http://www.fractals.8m.com/caos.htm#go> (visitado el 02/05/12)





3♣1. El área o superficie de las fronteras de España es finita, es decir tiene límites pero por el contrario y por paradójico que esto resulte, su perímetro o longitud es infinita. No medirá lo mismo si la medimos con instrumentos de desigual precisión. Fuente: <https://maps.google.es/maps?hl=es>

Si deformamos un segmento, sin romperlo, o soldarlo, este conservará su dimensión y si continuamos haciéndolo con una serie infinita de transformaciones siguiendo la misma pauta, obtenemos una curva que pasa por todos los puntos de una superficie. Aun que podemos construir muchas figuras autosimilares como esta, en matemáticas no es posible diferenciar el cálculo de dicha curva. Su área o superficie es finita, es decir, tiene límites, pero paradójicamente, su perímetro o longitud es infinita, por todo ello fueron considerados como rarezas. (Gil-Fournier, 1999)^[4]

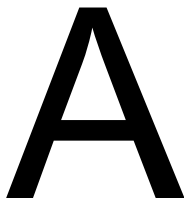
A finales del siglo XIX, los matemáticos comenzaron a poner en tela de juicio los principios de la geometría Euclídea y en 1919, el matemático Félix Hausdorff, se atrevió a conectar la idea de dimensión topológica con la estructura a pequeña escala de formas matemáticas. En aquel momento, su planteamiento no obtuvo mucha aceptación entre los matemáticos del momento, que consideraron dichas formas como rarezas sin interés. (SPINADEL V., 2003).^[5] Sin embargo, Benoit Mandelbrot, padre de la geometría fractal, recurriría en los años 70 a la definición de dimensión de Hausdorff para definir los fractales: conjunto de formas que generadas por iteración, caracterizados por poseer una estructura compleja y detallada a cualquier escala, una longitud infinita, no ser diferenciables, y tener dimensión fraccional.

Para Mandelbrot, 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 para nombrar a los fractales y 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*». (Mandelbrot B., 1997)^[6]

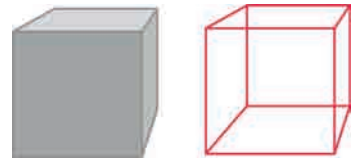
3♣2. Escalado tipográfico. Antiguamente las fundiciones de tipos redefinían el diseño para no perder legibilidad al imprimir los cuerpos pequeños. Actualmente las letras digitales escalables, definidas por contornos o áreas han solucionado en parte este problema, permitiendo incluso crear variantes o matizar el aspecto de un determinado cuerpo de un estilo tipográfico a partir de una forma maestra.

Así, la definición de dimensión de Mandelbrot es mucho más abstracta que la usada por la geometría euclídea, indica el grado que un objeto ocupa el espacio donde está inmerso, lo denso o tenues es. Para Mandelbrot, no existen únicamente objetos con dimensión entera 1, 2, 3..., n, sino con cualquier número real 2.38, 1.47, 325, etc., eso es, vivimos en un continuo dimensional. No tenemos un universo de 3, 4,... n dimensiones, sino un universo en el cual se tiene un

4 GIL-FOURNIER A. (1999) Fractales: ¿Formas de la naturaleza? Red Científica. Ciencia tecnología y pensamiento. ISSN: 1579-0223, visitado en 12/06/12 <http://www.redcientifica.com/imprimir/doc199903310021.html> (visitado el 02/05/12)
5 SPINADEL, V. W. (2003). Geometría fractal y geometría euclidiana. En: Revista Educación y Pedagogía. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación. Vol. XV, No. 35, (enero-abril), 2003. pp. 85-91.
6 MANDELBROT, B. (1997). Tusquets, Matemáticas MT. La geometría fractal de la naturaleza.



numero transfinito de dimensiones donde conviven objetos de dimensión 1, 2, 3, 3/4, 2/3, 8/3, Π o x , donde x es un numero real. (Galindo Soria, F., 1998).^[7] Así, a menudo, al hablar de estructuras bidimensionales o tridimensionales lo hacemos de manera equivocada: La mayoría de nosotros diríamos que los cubos de la imagen lateral son tridimensionales, sin embargo desde la perspectiva euclídea, el primer «cubo» está formado por aristas unidimensionales, el segundo por sus caras, bidimensionales. Sólo si se incluye el interior diremos que tenemos un objeto tridimensional, aunque al poder visualizarlos únicamente en un espacio de tres dimensiones, ambos nos parecen tridimensionales. (Sysifus, 2000)



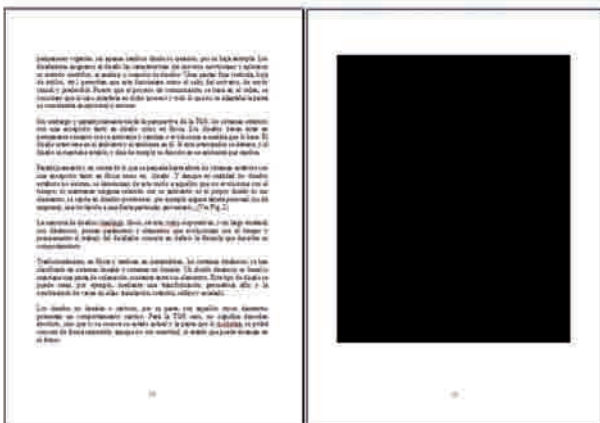
3.3. Una figura formada por aristas y por caras respectivamente.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

De forma similar, 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 podar los árboles con formas geométricas. Pero la realidad es que la copa de sus hojas no ocupan todo el espacio tridimensional, si no que ocupa 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. 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.

La geometría lleva siglos investigando las fórmulas para generar cuerpos

7 GALINDO SORIA, F. (1998). Acerca Del Continuo Dimensional: Un Universo Fractal. Web de Fernando Galindo Soria. <http://www.fgalindosoria.com/transfinitoydinamicadimensional/continuo dimensional/cont di2.pdf> (visitado el 02/05/12)



suponer, la geometría fracta si no que considera esta un a, como serie de puntos contiguos en una dirección, exterioridad de una serie de puntos en una dirección, la línea. Si esta relación es recta, si es de rotación estare cerrada, cuyos puntos equidistantes, en el plano. La geometría fracta es la creación de todas las formas geométricas para generar relaciones pero ha tenido gran dificultad para ser posible si se asu...

3.4. Arbol y texto.

Al dibujar un árbol tendemos a simplificar la forma como si la copa fuera tridimensional. En algunos casos los jardineros acentúan la simplificación formal al podarlos con formas geométricas. Pero la realidad es que sus hojas no ocupan todo el espacio tridimensional. La copa ocupa un espacio de entre dos y tres dimensiones Fuente: Castaldo Suau, B.



geométricos y desvelar el número de elementos que lo integran, ello resultaba más complicado en el caso de los objetos fractales. En matemáticas, una ecuación es una igualdad entre dos expresiones algebraicas, denominadas miembros, en las que aparecen valores conocidos o datos, y otros desconocidos o incógnitas, relacionados mediante operaciones matemáticas. Las ecuaciones que describen el espacio ocupado por cada objeto dependen de su dimensión, o sea que el espacio ocupado por una línea, círculo o esfera se podrá encontrar como una función de la dimensión del objeto.

La dimensión de Hausdorff es una ecuación que permite cuantificar la dimensión de cualquier forma geométrica incluida la de los fractales. *“Una definición matemática de la dimensión se basa en la forma en que el tamaño del objeto crece cuando aumenta la dimensión lineal. La línea dobla su tamaño, la longitud, cuando se dobla la dimensión lineal. En cambio, en el mismo caso, una superficie cuadruplica su tamaño (área) y un volumen se multiplica por 8. La expresión matemática que relaciona el tamaño S del objeto con la escala L es: $S = LD$ donde D es la dimensión. De aquí podemos despejar y calcular la dimensión D en función de S y L :*

$$D = \log S / \log L$$

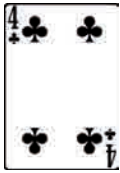
La dimensión fractal podemos decir que es el límite del cociente entre la variación del tamaño y el cambio de escala, ambos en escala logarítmica, cuando la escala de medida tiende a 0. El problema es definir qué son el tamaño y la escala de medida en un objeto tan complejo como un fractal, y además cómo hallar la media de estos cambios, que no son iguales para cada parte del objeto.” (Sierra M.A., 2000),

Otro método para hallar la dimensión consiste en tomar el objeto y lo englobarlo dentro de algún cuerpo geométrico, y después aplicar fórmulas que relacionen la cantidad total de elementos que caben en el cuerpo geométrico y la cantidad de elementos que componen al objeto. (Galindo Soria, 1998). Pero, la dimensión fractal, nos indica algo más que el espacio ocupado, señala la escala a la que se encuentran ciertos parámetros al aparecer las copias del conjunto inicial. En este número se diferencian todos los fractales entre sí. Todos presentan copias de sí mismos, más o menos paracidas, pero escalan de forma diferente. (Gil- Fournier, 1999)

Paralelamente para representar alguno de los múltiples objetos y fenómenos con dimensión fractal que existen en el espacio, podemos partir primero de la forma en término de coordenadas enteras para luego extrapolar a coordenadas fractales. Para ello deberemos describir el objeto en términos de un conjunto de variables independientes, de modo que a cada una le corresponde a una dimensión de un espacio y el objeto se puede ver como un punto en ese espacio. (Galindo Soria, 1998). Otro método consiste en describir el número de elementos o variables y la pauta generativa.

¿Acaso no es precisamente esto lo que hace el diseñador gráfico, en la creación de publicaciones que perduran en el tiempo,?





Fractales y sistemas dinámicos

Decimos que un sistema es dinámico si su estado evoluciona con el tiempo. Los seres vivos sufren innumerables procesos químicos y físicos “ordenados” que les permiten persistir, crecer, desarrollarse, reproducirse, etc. Desde sus orígenes, el hombre se percató de ello, de la coincidencia en determinadas medidas y proporciones en la forma de crecer y evolucionar de la naturaleza e intentó comprenderlas representándolas y hasta emularlas en sus construcciones. Hoy sabemos que el comportamiento de un sistema dinámico se puede describir determinando sus límites, los elementos que contiene y las relaciones existentes entre ellos. Con todo, se puede elaborar su patrón de comportamiento, el que representará su estructura.

La repetición de una transformación por traslación, rotación, especular, escalar en geometría nos permite crear múltiples objetos gráficos, sistemas dinámicos lineales como una línea a partir de la traslación de un punto, un cuadrado con la rotación de una recta, un sin fin de orlas o grecas y embaldosados... que siguen una pauta generativa propia y pueden ser representados por una ecuación diferencial de primer orden. La iteración, base para la creación de fractales, está presente en todos los sistemas dinámicos, pues poseen un patrón de comportamiento (estructura) que se repite. Todos los sistemas dinámicos tienen una estructura fractal y todos los fractales son a su vez sistemas dinámicos. Lo son todos aquellos fenómenos que poseen patrones de comportamiento que se repiten en diferentes escalas de tiempo, poseen características fractales y sus estructuras pueden ser expresadas con las herramientas matemáticas de la geometría fractal.

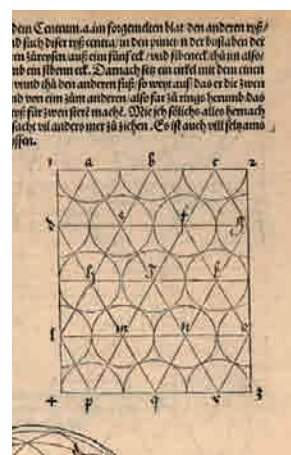
4♣1.Estructura. Todos los sistemas dinámicos poseen una estructura que se repite.

Estructura de columnas de una web.

Fuente: Giraldo Arteaga, M. (2002). Reticula web. <http://aeon.uniandes.edu.co/medios/cursos/dise3315-092/files/person1240/reticula%20con%20transparencia.jpg> (visitado el 02/05/12)

El dibujo de Durero casi coincide con la pauta del rosetón de la Catedral de Palma.

Fuente: Durero, A. (1525) Ueberweyung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheit, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen. Nurenberg, p.65. <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)





Para representar alguno de los múltiples objetos y fenómenos con dimensión fractal que existen en el espacio, podemos partir primero de la forma en término de coordenadas enteras para luego extrapolar a coordenadas fractales. Para ello deberemos describir el objeto en términos de un conjunto de variables independientes, de modo que a cada una le corresponde a una dimensión de un espacio y el objeto se puede ver como un punto en ese espacio. (Galindo Soria, 1998)^[1]. Otro método consiste en describir el número de elementos o variables y la pauta generativa. En la creación de publicaciones que perduran en el tiempo, el diseñador gráfico acaso no es precisamente esto lo que hace?



Fractales y sistemas dinámicos caóticos



En la mayoría de publicaciones especializadas se trata conjuntamente los fractales y los sistemas dinámicos caóticos. Sin embargo la idea de que un sistemas calificado como caótico pueda tener algo que ver con el orden que se percibe en los fractales no deja de ser paradójico. Ciertamente, caótico no es sinónimo de fractal, se confunden a menudo porque los fractales se utilizan como modelos matemáticos de fenómenos y objetos naturales complejos. Los sistemas caóticos son también sistemas dinámicos. Como tales, comparten con estos los procesos iterativos en sus métodos de construcción. Matemáticamente, se dice que los sistemas dinámicos caóticos se caracterizan por tener una pauta o algoritmo de comportamiento global, y cierto indeterminismo en el comportamiento particular de sus elementos. Eso es, para los teóricos de sistemas, caos no significa desorden total, sino orden regido por cierto grado de incertidumbre.

4.2. Patrones. Existen fenómenos que poseen patrones de comportamiento que se repiten. Ello nos permite expresarlo mediante un gráfico o mapa.

En esta casa de Barcelona, observamos un patrón de crecimiento de las plantas en la fachada.

Fuente Fotografía castaldo Suau, B.

La greca es la expresión del sinuoso movimiento del río Meandro.

Fuente: Fotografía castaldo Suau, B.

Secuencia de ADN. Otro ejemplo ejemplo de ello es la secuencia de la cadena de ADN.

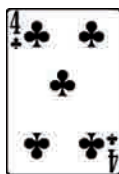
Fuente: Tecnologic Spain. http://1.bp.blogspot.com/_pRK4ixsP3MQ/TT_KSQqS6I/AAAAAAAAAYw/aROiL8G4O-QU/s1600/molecula_adn.jpg (visitado el 02/05/12)

Al seguir el recorrido de un punto en un sistema dinámico caótico, obtenemos lo que se conoce como atractor que indica, el área que este puede ocupar. En los sistemas estáticos o dinámicos lineales, a cada elemento le corresponde un punto concreto, sin embargo en los sistemas dinámicos caóticos a cada elemento le corresponde un área. La estructura, de un sistema dinámico caótico representa áreas susceptibles de ser ocupadas por sus elementos y no puntos exactos. Por ello se dice que existe una pauta o algoritmo de comportamiento, con cierto grado de incertidumbre local; pues no se sabe con certeza en que punto de esta área se situará dicho elemento.

En el ámbito que nos ocupa, el diseño gráfico y multimedia, la retícula o estructura que describe el comportamiento de un elemento como las imágenes de una publicación, tiene por misión describir la posible área o áreas de ocupación de las imágenes en la publicación. En ocasiones, dichas áreas pueden no estar siempre ocupadas, o pueden estarlo de distinta manera. Aunque todas las paginas con imágenes siguen la misma pauta o norma, el maquetador, no pueden saber con exactitud como construirá la página siguiente, pero sí tener una idea razonable de como puede ser. Por ello, podemos afirmar que el diseño es predecible globalmente, en conjunto; e impredecible localmente. La estructura o retícula que se genera es la representación gráfica de la ley, define la frontera que separa el área en la que tiene sentido la aplicación del proceso y por exclusión, la zona en que no lo tiene. Se trata por tanto, también, de un gráfico unificador.

¹ GALINDO SORIA, F. (1998). Acerca Del Continuo Dimensional: Un Universo Fractal. Web de Fernando Galindo Soria. http://www.fgalindosoria.com/transfinitoydinamicadimensional/continuo dimensional/cont_di2.pdf (visitado el 02/05/12)





Fractales ornamentales

“Lo bello es una manifestación de ciertas leyes secretas de la naturaleza que, sin esta revelación, permanecerían eternamente ocultas a nuestros ojos.”
(Goethe)

Una característica del ser humano es la sensibilidad hacia la belleza de las formas. El concepto de belleza ha sido motivo de debate y reflexión de muchos teólogos, filósofos, sociólogos, etc. desde la antigüedad hasta nuestros días. Normalmente decimos que una cosa es bella si despierta en nosotros una sensación agradable. Lo bello se ha asociado también a lo apropiado o correcto.

Los filósofos griegos, en su escala de valores, anteponían el concepto de medida al de la belleza, de manera que todo aquello con medida se consideraba bello. Ello explica la relación establecida históricamente entre belleza y muchos objetos matemáticos, como por ejemplo los polígonos y sólidos regulares; caracterizados por el orden, la simetría y la limitación. La palabra simetría, desde el punto de vista etimológico significa con medida. Desde los antiguos griegos hasta hoy, el estudio de la simetría proporciona elementos claves para describir la belleza de los objetos. Un cuerpo posee simetría si disfruta de cierta regularidad en las medidas de sus formas. El círculo posee simetría, pues sus puntos están todos a la misma distancia del centro, y esta regularidad de todas sus partes es lo que lo hace ser simétrico. El rectángulo también disfruta de simetría, aunque distinta al de la circunferencia: los lados opuestos del rectángulo tienen la misma medida. En la circunferencia, cualquier línea o eje que pase por su centro, la divide en dos partes exactamente iguales. Este tipo de simetría, llamada simetría de reflexión, también la tiene el rectángulo pero en menor grado. Si un eje paralelo a algunos de los lados pasa por el centro del rectángulo, entonces lo divide en dos partes iguales. Pero cualquier eje que pase por el centro, no paralelo a los lados, no divide al rectángulo en dos partes iguales. Por lo tanto el rectángulo posee sólo dos simetrías de reflexión, mientras que la circunferencia posee infinitas de este tipo. Esto nos sugiere que la circunferencia posee más simetrías que el rectángulo, lo cual es cierto, como veremos más adelante, al estudiar las simetrías en detalle. (Rivero Mendoza, F., 1999)[1]

La mayoría de seres vivos poseen algún tipo de simetría por reflexión, rotación o escala. Las hojas de las plantas, el cuerpo humano etc., disfrutan simetría de especular. De entre las creaciones humanas, es en el arte decorativo u ornamental donde el ejercicio de la simetría resulta más evidente. Y es que llevamos las proporciones y leyes que gobiernan la creación en la naturaleza incorporadas en nuestra propia condición, en nuestros cuerpos, en nuestras mentes, que son después de todo parte de ella. De este modo, guían todo aquello que creamos, sea

1 FRANCISCO RIVERO MENDOZA, F. (1999). Boletín de la Asociación Matemática Venezolana Vol. VI, No. 1 . <http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol6/frivero.pdf> (visitado el 02/05/12)





5•1 La Greca. imita el movimiento del curso del río Meandro.

con nuestras manos o con el intelecto. El estudio de los procedimientos básicos de formación en la naturaleza ha estado presente en la ciencia, la tecnología, el arte y todas las manifestaciones humanas desde los orígenes de la humanidad, pues el ser humano mismo forma parte de esta. El ser humano percibió, desde el principio, las hermosas y creativas formas que existen en la naturaleza. Su deseo de entenderla mediante su representación, aparece en el increíble conjunto ornamental realizado desde el neolítico a nuestros días. El objetivo no ha sido tanto imitar, como comprender su esencia, para poder elaborar nuevas formas tan fascinantes e innovadoras como las naturales. En los ornamentos prehistóricos, en donde ya se representan las leyes de la evolución, de la organización, del crecimiento; se van configurando a su vez, y de forma paulatina, mediante unas pautas o algoritmos determinados, como lo hace la naturaleza. (György Doczy K., 1996)[2]

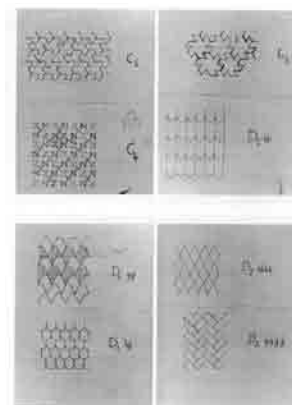
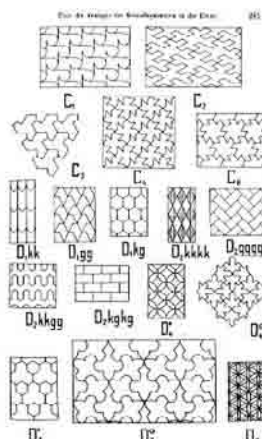
La palabra meandro proveniente del griego, señalaba el nombre de un río de Anatolia hoy llamado Büyük Menderes. Parece ser que dicho río de Asia Menor asombró a los griegos por su curso extremadamente sinuoso, hasta el punto que desde entonces llamamos meandros a las curvas de los ríos, y todo lo sinuoso recibe el adjetivo de meándrico. Su forma dio también lugar al ornamento más común en la artesanía y el arte griego, que se conoce indistintamente como meandro o greca, a pesar de aparecer también en otras culturas como la egipcia, o la asiria y la maya. La mayoría de grecas responden a la combinación de líneas horizontales y verticales, aunque en ocasiones también se encuentran casos de círculos y curvas. Como todo el arte ornamental, las grecas o meandros, son representaciones de fractales pues se basa en el uso de un elemento o módulo que sigue una fórmula geométrica o lógica, para crear un conjunto.

Un mural es una composición a base de baldosas o losetas. Si estas llenan el plano basándose en simetrías, desplazamientos y rotaciones, decimos que es un mosaico geométrico. El arte islámico prohíbe la representación de figuras humanas, por ello desde sus orígenes los artistas se especializaron en el uso de motivos vegetales, caligráficos y geométricos, alcanzando altas cotas de refinamiento y perfección. Observando la naturaleza, los artistas de la Alhambra describieron en sus murales, en el s. XIV, los 17 grupos de simetría, que corresponden a los 17 grupos cristalográficos planos. De este modo resolvían gráfica-

2 GYÖRGY DOCZY K. (1996). El poder de los límites. Proporciones armónicas en la naturaleza, el arte y la arquitectura. E. D troquel. Shambala publications.

5•2 Ilustraciones de Poylà de los 17 grupos de simetrías, 1924. Usadas por Escher para realizar sus ilustraciones
Fuente: <http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/denes/pol.htm>

Detalle de arabescos de la Alhambra.
Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.



mente una cuestión que los matemáticos no lograrían responder hasta entrado el siglo XX. ¿De cuantas formas podemos transformar un módulo para cubrir con él todo un plano?

La propiedad que caracteriza cada enlosetado, es la combinación de movimientos o transformaciones geométricas (traslación, rotación y reflexión) que dan lugar a estructuras algebraicas denominadas grupos de simetrías. Esta información está codificada en la estructura fractal o algoritmo que se repite en el enlosetado.

Fedorov demostró en 1891 que sólo existen 17 grupos cristalográficos planos que se corresponden con las 17 estructuras básicas para expresar las infinitas decoraciones posibles en los mosaicos geométricos. [3]

- 4 grupos de simetría sin giros.
- 5 grupos de simetría con giros de 180° .
- 3 grupos de simetría con giros de 120° .
- 3 grupos de simetría con giros 90° .
- 2 grupos de simetría con giros de 60° .

Cada uno de ellos recibe una denominación que procede de la cristalografía, y se pueden clasificar según la naturaleza de sus giros. A cada compuesto cristalino, se le puede asignar un grupo de simetrías, que lo diferencia de otros. Para ello se parte de una figura básica, formada por una determinada combinación de moléculas, y se va copiándola en el espacio, como una imagen reflejada, rotada o trasladada de la original, considerando solo el tipo de simetrías que permita colocar las moléculas en el lugar correspondiente, sin que se solapen ni se fundan unas con otras. (Rivero Mendoza, F.,1999)[4]

3 RIVERO MENDOZA F. (1999). Grupos Cristalográficos Planos. Boletín de la Asociación Matemática Venezolana Vol. VI, No. 1 Departamento de Matemáticas. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. <http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol6/frivero.pdf> (20/10/2011) (visitado el 20/10/11)



La proporción áurea

Tradicionalmente el hombre ha establecido relaciones de proporción entre elementos dispares tales como las proporciones del cuerpo humano y las cosas que construye. Por su parte, las matemáticas modernas, definen el espacio matemático como un conjunto de elementos y las relaciones entre ellos. Puesto que la proporción es una igualdad entre dos relaciones de cualquier clase, no es aventurado afirmar que el hombre, aun sin saberlo, viene aplicando la concepción moderna del espacio matemático en aquello que crea desde sus albores. Pues en diferentes culturas y épocas el hombre ha observado las proporciones de la naturaleza y las ha usado para crear relaciones armoniosas entre las partes de aquello que creaba. (Williams C., 1981)[5] Durante siglos artistas y científicos se preocuparon por explicar estas proporciones y dar con las fórmulas matemáticas, el número derivado de la geometría, que describiese las formas de crecimiento, de dinamismo, de proporción de fuerzas, etc., que se dan en la naturaleza.

La proporción áurea se puede apreciar en ciertas proporciones que aparecen una y otra vez en naturaleza, en el similar y dinámico modo de crecer y formarse de las cosas, en los patrones de formación de los fenómenos naturales y en la mayoría de las obras humanas clásicas y que consideramos armoniosas. Y podemos encontrar cientos de ejemplos históricos en la arquitectura, las bellas artes, las artes decorativas y la música, del uso de las proporciones áureas.

Con observación y la ayuda de una herramienta como el compás, los griegos llegaron a la definición de lo que denominaron proporción perfecta. El texto más antiguo escrito sobre esta se recoge el 300 A.c. en «Los Elementos de la geometría». En su libro Euclides, la define del modo siguiente: una línea es dividida en dos segmentos, de tal manera que el menor esté con respecto al mayor, en la misma proporción en que el mayor esté respecto al total. Utiliza además esta relación proporcional en la construcción del pentágono regular, y también para

5 WILLIAMS, C. (1981). Los orígenes de la forma. ED GG Diseño.

5.3 Proporción áurea

El erizo de mar

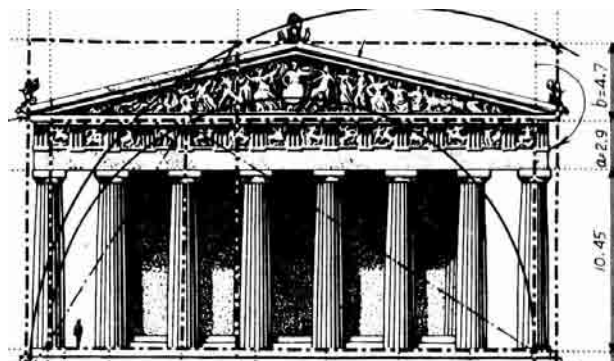
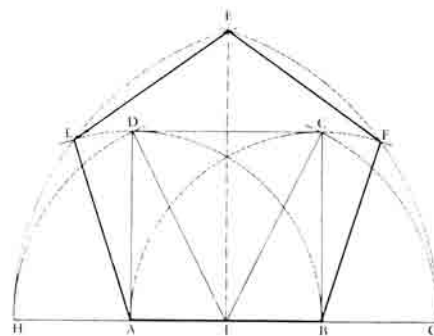
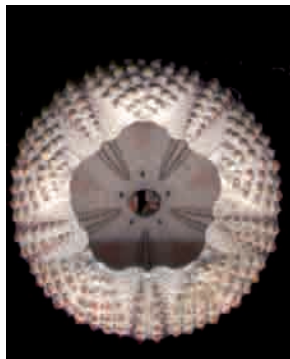
Fuente: Fotografía Castaldo Suau B

Construcción del pentágono regular

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B

La fachada del Partenon, posee proporción áurea

Fuente: GYÓRGY DOCZY K. (1996). El poder de los límites. Proporciones armónicas en la naturaleza, el arte y la arquitectura. E. D troquel. Shambala publications.



inscribir en una esfera los dodecaedros e icosaedros regulares. Posteriormente Platón describe a partir de estos, en el Timeo, los cinco poliedros regulares (tetraedro, hexaedro, octaedro e icosaedro) o sólidos platónicos, a partir de la sección áurea.

La planta del Partenón consiste en dos rectángulos de sección áurea recíprocos. Su cámara interior posee también las proporciones áureas. La fachada principal encaja en un rectángulo áureo, y si comparamos la fachada con la planta aparecen de nuevo las relaciones armónicas asociadas a la proporción áurea (Williams, 1981). De hecho, los griegos aplicaron tal proporción a la arquitectura, la escultura, el dibujo, el mobiliario y diversos utensilios.

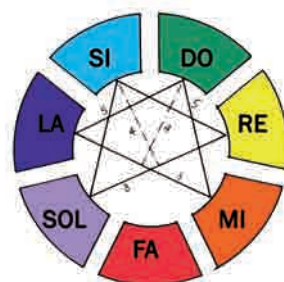
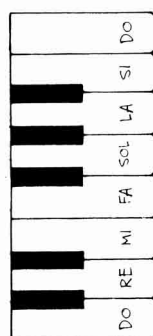
Como explican Lino Cabezas y Luis F. Ortega (1999)[6] “La idea de que las armonías fundamentales de la música- según los conceptos pitagóricos revividos - se corresponden con las proporciones adecuadas del cuerpo humano y deben, por lo tanto, continuarse en la arquitectura, se convirtió en una idea dominante entre los maestros del renacimiento.” Algunos maestros de la pintura de principios del siglo XX como Kandinsky y Klee retomaron esta idea en algunas de sus obras en las que estudiaron la relación entre los ritmos musicales y visuales, los tonos musicales y los de color. Sin olvidar uno de los estudios recientes en arquitectura es el Modulor de Le Corbusier.

Sin embargo resulta poco probable que los griegos hallaran el acceso al puente matemático entre sus proporciones y los sistemas naturales. Todo apunta a que fue Leonardo de Pisa en 1202, apodado comúnmente como Fibonacci, “hijo del simple” quien obtuvo por primera vez la secuencia de Fibonacci al estudiar el crecimiento de una población de conejos. Leonardo de Pisa, logró responder la cuestión de: ¿Cuántas parejas de conejos habrá después de cierto número de temporadas de crianza, esto es, ¿cómo se multiplican los conejos? Por ello, lo que en geometría llamamos sección áurea, divina proporción... en matemáticas la llaman *Serie de Fibonacci*. Aunque los estudiosos del tema durante el renacimiento probablemente no conocían el estudio de Fibonacci, pues en ninguno de sus trabajos aparece el uso de la sección áurea o el uso de ninguna magnitud irracional. (Wittkower R., 1979, p. 537.)[7]

Después de Euclides, el conocimiento de esta relación proporcional se mantiene durante dieciocho siglos como una cuestión exclusivamente matemática hasta que, el matemático y humanista franciscano Fra Luca Pacioli el 1498, propone el nombre de *La Divina Proporción* en su obra del mismo título, impresa posteriormente en 1509 con ilustraciones de Leonardo da Vinci. Sin embargo

6 Cabezas Gelabert, L. y Ortega De Ulher, L. F. (1999). Anàlisi gràfic i representació geomètrica. Edicions Universitat de Barcelona. Nº36.
7 Wittoker, R. (1979) Sobre la arquitectura en la edad del humanismo. GG, Barcelona.

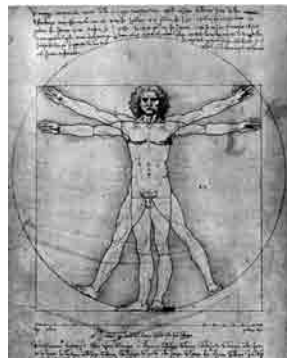
5♣4 KANDINSKY(1913).
Composición VI. Relación de los tonos musicales y los tonos de color en las pinturas de Vasily Kandinsky
Fuente:
- <http://mitu.nu/2010/10/22/kandinsky-and-game-design/>. (visitado el 02/05/12)
- Dibujos Castaldo Suau B.



y según se afirma en el libro *Análisis Gráfica i Representación Geométrica*, y a pesar de que la leyenda afirma lo contrario la divina proporción no se aplicó conscientemente en las obras del renacimiento. O no existe ningún documento, entre los numerosos estudios sobre las proporciones que lo avalen. No sería hasta finales del s. XVII cuando Jacob Bernoulli, daría con la primera pista de que la medida áurea estaba relacionada con la serie de Fibonacci al verificar los datos de un rectángulo áureo y comprobar que estaba en exacta proporción de 1 a 0,618034 (Williams, 1981). Muy posteriormente, ya en el s. XX, Theodore Andrea Cook publicó su obra *The curves of life* (1914) en la que se propone la letra ϕ (inicial de Fídias, nombre del famoso escultor griego) para nombrar el número de oro, expresión numérica de la proporción divina. ϕ es un número irracional que responde a la fórmula $(1+\sqrt{5}/2)$. (Cabezas & Ortega, 1998) Un numero fractal o fraccionario que nos sitúa entre la dimensión 0 y la primera dimensión.

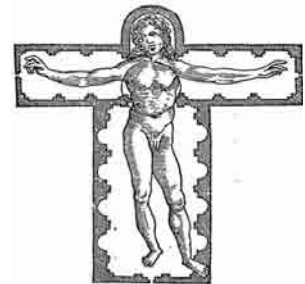
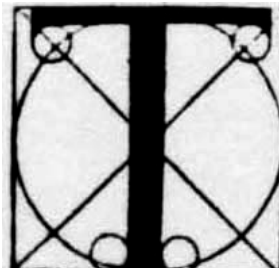
5♣5 Hombre de vitrubio,
ilustración de Leonardo da Vinci. (1490)

Fuente: <http://rt000z8y.eresmas.net/EI%20numero%20de%20oro.htm>
(visitado el 02/05/12)



5♠6 Construcción geométrica de la letra T. Paccioli, L. (1509) La divina proporción.

Fuente: http://it.wikipedia.org/wiki/File:Fra_Luca_Paccioli_Letter_T_1509.png
(visitado el 02/05/12)

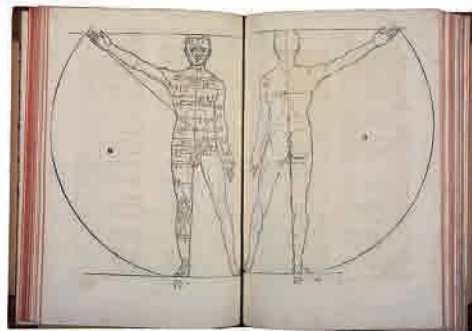


5♣7 Proporción antropomorfa de iglesia. Pietro Cataneo. (1554)

Fuente: <http://albertis-window.com/2012/09/gothic-cathedral-as-body-and-mountain/>

5♠5 Tratado de las proporciones del cuerpo humano. Dureo (1525)

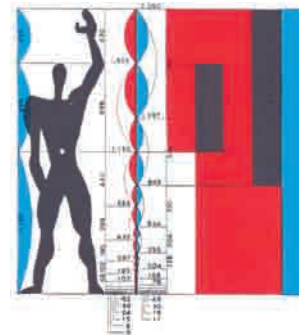
Fuente: <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

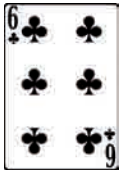


5♣9 Con el Modulor

Lecorbusier se une a una larga tradición en la búsqueda de una relación matemática entre las medidas humanas y la naturaleza. Cada magnitud se relaciona con la anterior con el número áureo.

Fuente: <http://carpinteriascte.com>
(visitado el 02/05/12)





Algoritmo, método, programa. Infografía

Para muchos los fractales son esos complejos e innovadores gráficos que crecen en las pantallas de los ordenadores y que representan la geometría, siempre asombrosa del crecimiento, de la rugosidad, de las dimensiones quebradas. Al observarlos, es fácil advertir que la representación gráfica fractal se haya exclusivamente en manos de físicos, matemáticos e informáticos y que su divulgación llega básicamente a los especialistas en el en estas cuestiones.

Ello se debe sin duda a que el cálculo de los fractales más complejos sólo es posible realizarlo con un ordenador. La pantalla presenta de manera gráfica, los resultados del cálculo de las fórmulas que tratan del crecimiento natural, las estructuras porosas como la densidad de las nubes, etc.

La aparición de los ordenadores ha sido fundamental para el desarrollo de la geometría fractal, pues su capacidad de procesamiento ha permitido realizar cálculos emulando la naturaleza que el hombre jamás lograría hacer por sí mismo. Efectivamente, creando los algoritmos necesarios (software), se pueden generar simulaciones de la naturaleza extremadamente realistas, como los fenómenos meteorológicos, los movimientos de las aguas, las formas de las montañas o las formas vegetales, incluso las cortezas de los troncos de los árboles o la piel del gato. Simulaciones que pueden tener múltiples aplicaciones.

Todos los organismos que pueblan la tierra son como complejas máquinas, provistas de una gran variedad de instrumentos de medición, de análisis, de recepción de estímulos y de reacción y respuesta, gracias a los sentidos que han desarrollado. La biónica es la rama del diseño que trata de simular el comportamiento de los seres vivos para la solución de un problema. Desde la aparición del ordenador, la investigación biónica ha experimentado un gran desarrollo, con el propósito de conseguir que sistemas biológicos y electrónicos trabajen conjuntamente, por ejemplo para la creación de prótesis activadas por los nervios, robots controlados por una señal biológica; o también con el fin de crear modelos artificiales de cosas que solo existen en la naturaleza, por ejemplo la visión artificial y la inteligencia artificial también llamada cibernética.

Forma parte del campo de la investigación de la robótica y la inteligencia artificial desde crear máquinas que se comporten como lo hacen nuestros cerebros, con capacidad para observar y tener un comportamiento inteligente; con capacidad para aprender; con la estrategia y planificación; o con la percepción y reconocimiento de imágenes, colores, sonidos, etc.

La programación informática, la matemática, la música y generación y visualización de imágenes convergen en un espacio de investigación común. El trabajo realizado en estos campos, de forma conjunta, es reconocido y en igual medida



como parte del arte o el diseño y la ciencia. La dificultad radica, en encontrar el algoritmo generador, el método, y usarlo de forma creativa bien para entender mejor la realidad, bien para expresarla, bien para generar nuevos objetos. (Van Den Boom, H. Y Romero Tejedor F.,1998))

La programación informática, la matemática y su visualización en imágenes convergen en un espacio de trabajo común. Se puede llevar a cabo investigaciones en los tres campos y obtener un resultado reconocido en igual medida como parte del arte y del diseño y de la ciencia. La dificultad radica, en encontrar el algoritmo generador, el método, y usarlo de forma creativa bien para entender mejor la realidad, bien para expresarla, bien para generar nuevos objetos.

La evolución artística tanto gráfica como musical, aparece ligada históricamente a la evolución de sus estructuras compositivas. Múltiples investigaciones demuestran la existencia de estructuras fractaliformes en composiciones musicales clásicas: por ejemplo, la analogía entre la estructura del conjunto de Cantor y la primera «*Ecossaisen*» de Beethoven, o entre el triángulo de Sierpinski y el tercer movimiento de la «*Sonata para piano número 15, Opus 28*», también de Beethoven. Las fugas de Bach, han despertado el interés de los matemáticos por una estructura compositiva autosemejante. En su «*Kunst der Fuge*» (1749) los mismos motivos se repiten una y otra vez con variaciones dentro de un fragmento mayor de la pieza. Así, varias voces repiten al doble de velocidad la melodía de la voz principal (un motivo se repite por disminución a escalas menores. (Pérez Ortiz, J. A, 2000).

En diseño gráfico, se ha usado la retícula desde siempre, como pauta de ordenación de los elementos, que proporciona una norma de crecimiento y organización a los maquetadores, un espacio en el que es posible solucionar problemas creativos. Se trata de una pauta generativa, la representación gráfica del comportamiento del diseño (un sistema dinámico no lineal), un gráfico unificador y por tanto un fractal. Cada revista, cada edición digital, será similar a la anterior y a la siguiente, independientemente del número de páginas que contenga, de los artículos e imágenes que en cada una de ellas aparezca y a la vez cada edición ha de ser diferente. Se rigen por la misma pauta, el mismo algoritmo, sin embargo sus elementos particulares cambian en cada edición, cambian los textos, las imágenes, los anuncios, etc... La retícula brinda esa base sólida y coherente para construir la publicación, el referente para las múltiples decisiones que se deben tomar en su diseño.

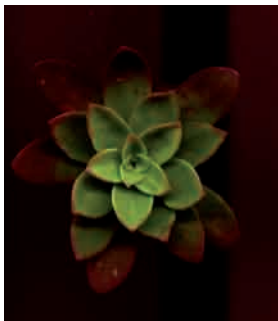
Actualmente, el desarrollo fractal, es uno de los campos de investigación artísticos más novedosos. Cada vez son más los creadores que utilizan la teoría del caos, la geometría fractal como base de sus composiciones. En diseño gráfico se ha iniciado ya la carrera en la investigación para la creación de programas que a partir de «*plantillas*» que incluyan las retículas y hojas de estilos y se encarguen ellos mismos de maquetar los contenidos de publicaciones sean digitales o impresas. Publicaciones cuya composición se genera a tiempo real: textos, imágenes, links y ficheros adjuntos –cualquier tipo de ellos: sonido, imagen, aplicaciones Word, Excell, Zip, exe, etc.-, es decir, cuya maquetación es totalmente automática.

Por otra parte, en la naturaleza encontramos numerosos ejemplos de superficies fractales “decorativas”, como los dibujos de las pieles de las cebras, las jirafas o los reptiles. Una de las aplicaciones de la geometría fractal es en la decoración de superficies, emulando muestras naturales, o bien creando nuevos y vistosos



motivos. Existen también superficies que poseen un tacto rugoso, susceptible de ser simuladas con la ayuda de los procesos CAD y de la geometría fractal. Otra área de investigación es el de diseño de estructuras “tridimensionales”. La creación o el cálculo de cuerpos volumétricos a partir de procedimientos informáticos fractales.

Sabemos que la naturaleza, tiende al mejor aprovechamiento del entorno, y probablemente por ello utiliza la geometría de dimensión fractal, para aprovechar el espacio lo mejor posible. Los pulmones son estructuras asombrosamente extensas, situadas en un volumen muy reducido; los conductos de nuestro sistema circulatorio colocado en línea recta tendrían una longitud inmensa y, sin embargo, está situado en nuestro cuerpo ocupando un espacio finito y reducido. Podemos encontrar muchos ejemplos más como éstos en la naturaleza. (Gil-Fournier, 1999)



6♣1. Filtros. Los filtros de los programas pixelados trabajan de forma algorítmica. Una de las características del software infográfico es la posibilidad de interactuar con él y dar diferentes valores a una misma fórmula, e incluso, como sucede en los sistemas complejos, siguiendo un método, superponer varios algoritmos en la creación de un objeto.
Fuente: Fotografía de Castaldo Suau, B

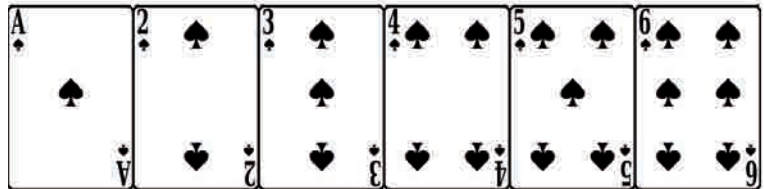


6♣2. Texturas: En la naturaleza existen ejemplos clave de configuración fractal como por ejemplo, la porosidad de una esponja marina, las fases de la madera, etc. Algunos programas de 3D disponen de la opción de definir cualidad de los materiales como la rugosidad, etc. de forma numérica.
Fuente: Fotografía de Castaldo Suau, B





El diseño como sistema





Sistema

A fines del siglo XVII Newton publicó su libro Principios matemáticos de la filosofía natural (1687), en el que presentaba un modelo matemático del mundo que incluía el conocimiento del movimiento de los objetos en la Tierra y el de los cuerpos celestes (AAAS, 1989)[1]. Desde entonces, el concepto “clásico” de ciencia pretende tener la capacidad para predecir de forma certera y precisa la evolución de un objeto dado. Los científicos creyeron que el universo funcionaba según unas leyes fijas, de modo causal y predecible como un gran reloj, 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.

Un sistema, según Ludwig Von Bertalanffy, 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.”*(Sierra M. A., 2000).[2]

La mayoría de las cosas pueden verse como sistemas de diferentes tipos: El sistema solar o el universo newtoniano son claramente sistemas, pero también el sistema capitalista, el métrico-decimal, el financiero, el sistema económico mundial, el cardiovascular..., y como no, una obra de arte, un diseño, o un proyecto multimedia etc. (Balibrea F., 199?)[3]

Por su parte para las matemáticas modernas, el espacio es *“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 C., 2000)[4]

En el diseño y el arte moderno, por su parte se considera que todas las decisiones tomadas en la ejecución de un proyecto son interdependientes, y que

1 AAAS (1989) Ciencia. Conocimiento para todos. En línea. Capítulo 10. Perspectivas históricas. Unión del cielo y la tierra. American Association for the Advancement of Science, Oxford University Press México. <http://www.project2061.org/esp/tools/sfaol/chap10.htm#1> (visitado el 02/05/12)

2 SIERRA M. A. () Dimensiones. Área fractal. Fractals. <http://www.fractals.8m.com/caos.htm#go>. (visitado el 04/10/2000)

3 BALIBREA GALLEGO, F. () La noción de caos en matemáticas. Un problema no lineal. Francisco. IIIa Semana De Filosofía De La Región De Murcia <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia4.htm> (visitado el 02/05/12)

4 CORRALES C. (2000). Contando el espacio de la caja a la red en matemáticas y pintura. Madrid: Ediciones despacio, moobcoop ediciones.



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. *“Parece que las cosas que vemos se comportan como totalidades. Por un lado lo que se ve en una particular zona del campo visual depende en gran medida de su lugar y función dentro del contexto total; por otro, la estructura del conjunto puede verse alterada por cambios locales.”* (Arnheim R., 1988).[5]

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. El orden de rezo de las distintas oraciones determina la forma del rosario católico. El luthier Stradivari se llevó a la tumba la fórmula usada para crear sus famosos violines, cuya calidad de sonido parece que todavía hoy no tiene parangón. La relación entre obturación y velocidad del objetivo es la fórmula que da lugar a diferentes fotografías de un mismo escenario. Diferentes pautas caligráficas dan diferentes diseños. Por tanto, es posible establecer un paralelismo entre un diseño u obra de arte y el concepto de sistema visto desde la física y las matemáticas. Parece pues, que es posible hacer una analogía entre el concepto de sistema en física, el de espacio matemático y el de diseño.

Una de las características fundamentales de los sistemas es que pueden dividirse en partes más simples para su estudio. Según ello, no todo es un sistema: Euclides por ejemplo, definió un punto como aquello que no tiene partes. Un conjunto vacío tampoco tiene partes. En la mayor parte de las teologías, Dios tampoco tiene partes, (una de las cualidades de carácter infinito de Dios y del

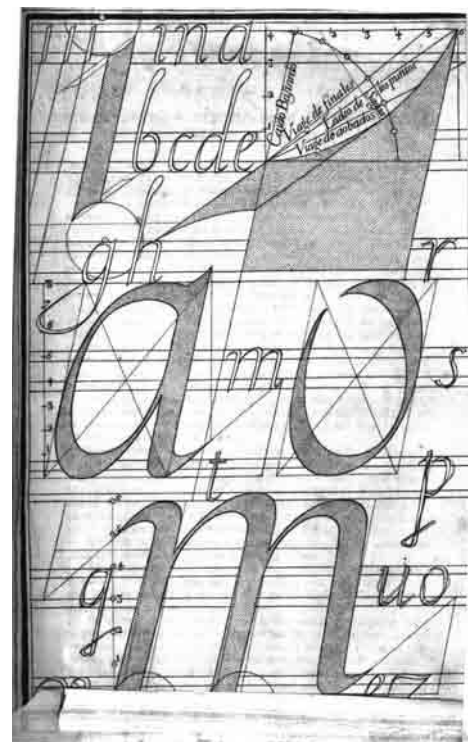
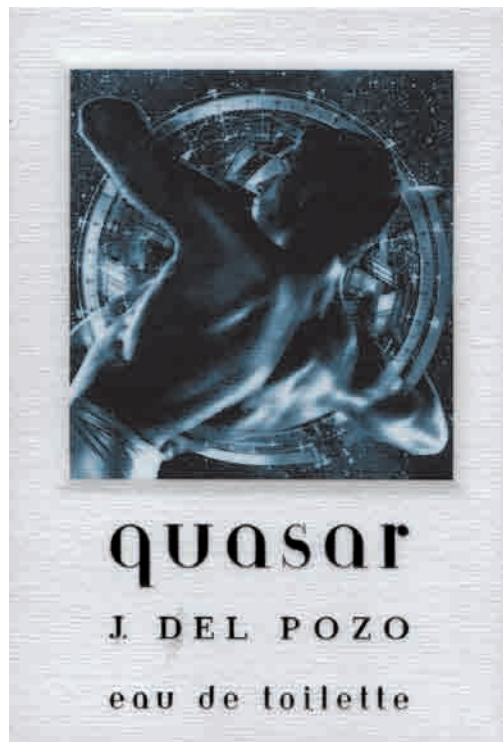
5 ARNHEIM, R. (1988). Art and Visual Perception - A Psychology of the Creative Eye - The New Version. Berkeley, California: University of California Press, 1954) Traducción al español de María Luisa Balseiro. Arte y percepción Visual. Psicología del ojo creador. Nueva versión. Madrid, Alianza Forma.

1♠1. Quasar. La publicidad establece relaciones retóricas dispares: En el perfume de J. del Pozo, el Atlas de la mitología griega, soporta el universo moderno, eterno y perfecto. Se trata del perfume de las quasi-estelas, radiante, preciso y perfecto.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

1♠2.Pauta de relación entre letras de la letra bastarda de Aznar de polanco.Diferentes relaciones dan lugar a estructuras diferentes y diseños diferentes.

Fuente: Anar de Polanco J. C. (1695) Arte de escribir por preceptos geométricos y reglas matemáticas. p. 47. <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)



espacio de Giordano Bruno es la imposibilidad de ser dividido).

El sistema newtoniano ha prevalecido como perspectiva científica y filosófica del mundo durante 200 años. El éxito de su teoría fue de tal magnitud y generó tal confianza en la ciencia que se creyó que se podría explicar todos los fenómenos naturales en relativamente poco tiempo. Más aún, que con un conocimiento suficientemente preciso de la situación inicial de un sistema cualquiera (incluido el Universo), se podría calcular su evolución en el tiempo con precisión, eso es, se podría predecir el futuro e incluso determinar el pasado. La siguiente frase del matemático y físico francés Pierre Simon de Laplace expresa elocuentemente dicho paradigma: *“Un ser inteligente que en un instante dado conociera todas las fuerzas que animan la Naturaleza y las posiciones de los seres que la forman, y que fuera lo suficientemente inmenso como para poder analizar dichos datos, podría condensar en una única fórmula el movimiento de los objetos más grandes del universo y el de los átomos más ligeros: nada sería incierto para dicho ser; y tanto el presente como el futuro estarían presentes ante sus ojos.”* (Ortuño Ortín M.; 199?) [6]

La influencia de la ciencia de Newtoniana se extendió más allá de la astronomía y la física. Los principios físicos y la forma matemática de Newton de derivar consecuencias a partir de todos ellos se convirtieron en el modelo para todas las demás ciencias. Se llegó a pensar que todo podía ser explicado en términos físicos y matemáticos, que la naturaleza podía funcionar por sí misma, sin la ayuda o atención de los dioses, aunque el propio Newton entendía la física como una demostración de que la mano de Dios actuaba sobre el universo. Si los pensadores sociales creyeron que los gobiernos podían diseñarse como el universo newtoniano, con un equilibrio de fuerzas y acciones que asegurarían la operación regular y la estabilidad a largo plazo. (Ortuño Ortín M., 1999)

Desde Newton, la hipótesis metodológica fundamental de la ciencia y el diseño consiste en que, para comprender el mundo, debemos aislar sus partes o componentes hasta llegar a sus unidades más básicas, sus elementos (quarks, cromosomas, neuronas, etc.) y examinarlos uno a uno, pensando que este procedimiento analítico proporciona una visión de la realidad en su estado puro. Y si desea conocer el modo en que interactúan, se reúnen una muestra de elementos, considerando que ya hay “suficiente” complicación. La aspiración de la ciencia consiste en comprender lo inmutable más allá de las simples y cambiantes apariencias fenoménicas, por ello se restringe al estudio de aquello con un comportamiento estable y ordenado. (Calero Morcuende L., 1999) [7]

Imbuidos en este ambiente, los diseñadores modernos asignaron al diseño las características del universo newtoniano, planteando su creación a partir de un método como el de los científicos, cuyo primer paso consistía, como no, en la descomposición del problema o motivo del diseño, en sus partes más pequeñas. Cualquier problema, señala Bruno Munari, puede ser descompuesto en sus ele-

6 ORTUÑO ORTÍN M. (1999). Sobre la impredecibilidad en física. Orden y caos. Las ciencias de la complejidad. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Organización: Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia. Coordinación: Antonio Campillo. Impreso en Uqbar. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia4.htm> (visitado el 1/09/11)

7 CALERO MORCUENDE L. (1999). Descripción de la materia y caos. Orden y caos. Las ciencias de la complejidad. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Organización: Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia. Coordinación: Antonio Campillo. Impreso en Uqbar. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia2.htm> (visitado el 1/09/11)



mentos. “Esta operación facilita la proyectación porque tiende a descubrir los pequeños problemas particulares que se ocultan tras los subproblemas. Una vez resueltos los pequeños problemas de uno en uno se recomponen de forma coherente a partir de todas las características funcionales de cada una de las partes y funcionales entre si, a partir de las características matéricas, psicológicas, ergonómicas, estructurales, económicas y por último formales.” Eso es, la relación de las diversas soluciones, faculta al diseñador para la definición de unas pautas generativas fijas (retícula) que permiten el funcionamiento del diseño como lo hace el universo, de modo causal y predecible. De este modo se puede afirmar, como lo hace un proverbio japonés que: “Lo bello es consecuencia de lo correcto”[8] (Munari, 1983)

Las pautas o regla de funcionamiento, se alcanzan al descomponer el problema en partes más pequeñas y abarcables y a partir de ellas, establecer una serie de acciones y equilibrio de fuerzas entre los elementos que aseguraban la operación. Finalmente se corrigen las pequeñas oscilaciones para que no afecten al resultado y todo aquello que no se adaptaba a su pauta es considerado excepcional o erróneo.

Pero si cualquier cosa, desde estrellas hasta átomos, funciona de acuerdo con leyes mecánicas precisas, ¿que ocurre con la idea humana del libre albedrío? ¿Podría ser sólo una ilusión? ¿Puede toda la historia de la humanidad, y del pensamiento, incluso desastres naturales o sociales, responder únicamente a una secuencia de acontecimientos completamente determinados? Los filósofos y pensadores se plantearon preguntas como estas durante los siglos XVIII y XIX. En el siglo XX, la aparición de la incertidumbre en el comportamiento de los átomos alivió algunas de estas preocupaciones aunque plantearía nuevas cuestiones filosóficas. (AAAS, 199) [9]

8 MUNARI, B. (1983). ¿Como nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. ED GG. Diseño. México.

9 AAAS. (1999) . Ciencia, conocimiento para todos. En línea. Capítulo 10 Perspectivas históricas. Asociación Americana para el Avance de la Ciencia. Oxford University Press México, S. A de C.V. <http://www.project2061.org/esp/tools/sfaaol/chap10.htm#1> (visitado el 02/05/12)





La Teoría General de Sistemas

La metodología científica clásica, con su búsqueda de soluciones locales o fragmentarias, se revela inoperante ante el estudio de múltiples cuestiones como el equilibrio ecológico, económico y social, básicamente ante el estudio de sistemas complejos, con múltiples interconexiones e influencias recíprocas, como no, incluido los diseños.

En la segunda mitad del s. XX fue emergiendo la Teoría General de Sistemas (TGS) como metodología de estudio y comprensión de estos sistemas complejos, permitiendo una mejor comprensión acerca de su naturaleza y comportamiento. Desde entonces el concepto de sistema ha pasado a ser, el eje fundamental de todas las ciencias: Si se habla de astronomía, se piensa en el sistema solar; si el tema es fisiología, se piensa en el sistema nervioso, en el sistema circulatorio, en el sistema digestivo. La sociología habla de sistema social, la economía de sistemas monetarios, la física de sistemas atómicos, y así sucesivamente.

Lo que se pretende es, a partir del reconocimiento de modelos generales, crear completar y/o corregir modelos particulares usando siempre una metodología de acción global: que respete las interconexiones entre las partes, a diferencia de otras metodologías que no propician el enfoque macroscópico, ni ofrecen herramientas para el manejo de la complejidad. Desde la perspectiva sistémica, el valor del análisis radica en la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes, aunque referidas a sistemas diferentes. De nociones abstractas, extraer modelos de sistemas reales.

“La teoría general de sistemas, es inicialmente una extrapolación de las concepciones organicistas que Bertaan mantuvo en sus investigaciones como biólogo con la idea de superar la controversia mecanicismo-vitalismo. Con ello pretendía en un principio dar cuenta de las propiedades del organismo concebido como un todo estructurado y no como un mero agregado de partes. Ya en 1937 expuso por primera vez un esbozo de la teoría general de sistemas en la cual el punto de vista que permitía comprender a un organismo como un sistema estructurado con propiedades específicas no reducibles a las de sus partes componentes se ampliaba a todo tipo de sistemas. Es sin embargo después de la segunda guerra mundial cuando se elabora y difunde la teoría general de sistemas en compañía ya de las nuevas disciplinas y perspectivas científicas que se han ido constituyendo simultáneamente como son la cibernética, la teoría de la información, etc. Uno de los objetivos principales de la teoría general de sistemas es ofrecer instrumentos de problemas específicos de las ciencias biológicas, sociológicas, etc., que no podían tratarse adecuadamente con el método analítico y en un marco mecanicista, etc. Sin embargo, las definiciones y principios de la teoría de sistemas valen para cualquier sistema y éstos pueden ser tanto físicos, como biológicos, sociales, culturales o conceptuales. A partir de



ella nociones como las de teleología, conducta orientada hacia un fin, control, totalidad, organización, etc., que desde una perspectiva mecanicista son consideradas como nociones metafísicas, pueden recibir un tratamiento operativo y científico.” (Quintanilla Fisac, M. A., 1976)^[1]

La mayor parte de las cosas, aun aquellas de ámbitos de estudio dispares, pueden ser vistas como sistemas, tambien una obra de arte, un proyecto multimedia etc. Aunque el enfoque sistémico del diseño es todavía poco común. En lo fundamental, la TGS es aplicable al ámbito del diseño, si somos capaces de considerar el diseño como sistema.

Para los teóricos del arte y del diseño moderno, todas las decisiones del diseño son interdependientes y ciertas decisiones, aparentemente sin importancia, pueden ser vitales para el éxito global del diseño. Así, un buen diseño, no reside únicamente en el mérito de un elemento aislado, sino en la combinación de todos los elementos significativos. Los diseños se comportan como totalidades de forma que, por una parte, los valores que asignamos a cada elemento dependen en gran medida de su lugar y función dentro del conjunto total; por otra, la estructura del conjunto puede verse alterada por cualquier cambio en uno de sus elementos particulares. Parece lógico, establecer un paralelismo entre un diseño u obra de arte y el concepto de sistema visto desde la perspectiva de la TGS. *“La TGS estudia la organización interna de los sistemas, sus interrelaciones recíprocas, sus niveles jerárquicos, su capacidad de variación y adaptación, la conservación de su identidad, su autonomía, las relaciones entre sus elementos, las reglas de su organización y crecimiento, las condiciones de su conservación, de sus posibles o probables estados futuros, de su desorganización y destrucción, etc.” (GESI, 1999) ^[2]*. Sus definiciones y principios valen para cualquier sistema, también para un el diseño. Más aún, los objetivos de la TGS parecen coincidir en lo fundamental con los de la Teoría del diseño en:



2.1. Antigua web de la Televisión de Catalunya. Dentro de un sistema como la antigua web de la televisión de catalunya encontramos otros sistemas como: fotografías, videos, diseños tipográficos, textos, etc.

Como sistema recibe información de las agencias informativas, imágenes de particulares, el Centro Metereológico, etc, etc...; y descarga algo en los otros sistemas, generalmente en aquellos que le son contiguos (por ejemplo la Radio Nacional de Catalunya, periódicos y demás medios de comunicación), las webs de otras empresas o instituciones con objetivos similares y por supuesto en la sociedad, que también es un sistema.
Fuente: TVC. <http://www.tvc.es> (visitado el 05/03/2003)

- Describir las características, funciones y comportamientos de los sistemas/ o diseños.
- Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos.
- Promover una formalización (matemática/gráfica) de estas leyes.
- Impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos/ de los diseños.

Sin embargo, la TGS se fundamenta en unas premisas básicas, algunas de las cuales no han sido del todo asumidas en el ámbito del diseño.

Fundamentos de la Teoría General de Sistemas

A) 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 una página web, contienen elementos que son a su vez sistemas: El texto, las fotografías, el diseño tipográfico usado, etc.

1 QUINTANILLA FISAC, M. A. (1976). Diccionario de filosofía contemporánea. Ediciones Sígueme. Proyecto filosofía en español. Comentarios Críticos. Salamanca. <http://www.filosofia.org> p. 458-459. (visitado el 02/05/12)

2 ANICE W. (1999) GESI ¿Qué es la Teoría General de Sistemas? Grupo de Estudio de Sistemas Integrados. Buenos Aires, Argentina. <http://www.gesi-online.com.ar/gesiQue.htm> (visitado el 05/03/12)



B) Las funciones de un sistema dependen de su estructura. Para los sistemas biológicos y mecánicos esta afirmación es intuitiva. Los tejidos musculares, por ejemplo, se contraen porque están constituidos por una estructura celular que permite contracciones. En diseño la estructura de un diseño depende siempre de la función, de los objetivos por los que fue creado. Tal como afirmaba Gropius: “La forma sigue a la función”.

C) Los sistemas o diseños son abiertos. Es una consecuencia de la premisa anterior. Que un diseño sea abierto significa que establece intercambios permanentes con su ambiente. Recibe y descarga algo en los otros sistemas. Los diseños como la web de la televisión de la página anterior importan y procesan elementos (textos, imágenes, sonidos, animaciones, información) de sus ambientes y a su vez, descargan algo en él. No olvidemos que su función no es otra que influir en él (comunicar ideas, cambiar actitudes, entretener, vender, etc.). Este intercambio continuo determina su equilibrio, su capacidad reproductiva o influencia en otros diseños, su continuidad, es decir, su viabilidad (entropía negativa, teleología, morfogénesis, equifinalidad). Cuando el intercambio con el ambiente cesa, el diseño, pierde sus fuentes de energía y deja de cumplir su función, entonces se extingue como diseño, o en algunos casos afortunados, si alguien es capaz de asignarle otra función, puede perdurar en otra existencia por ejemplo por su interés, documental, decorativo, etc.

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 clásico y determinista del diseño:

D) Los sistemas son dinámicos: Que un diseño sea abierto significa que establece intercambios permanentes con su ambiente, que recibe y descarga algo en los otros sistemas contiguos. En el ámbito del diseño, con una marca, por ejemplo se pueden establecer diferentes intercambios con otros diseños de la misma empresa, los diseños de otras empresas con objetivos similares, o con el ambiente puesto que se desea influir en él. Estos intercambios determinan su equilibrio, capacidad reproductiva o continuidad, es decir, su viabilidad. Cuando el intercambio cesa, el diseño en un ambiente cambiante pierde sus fuentes y deja de cumplir su función. Por tanto, no existen los diseños estáticos.

E) Los sistemas evolucionan. Desde su nacimiento hasta su muerte, los diseños no dejan de evolucionar, pasando por diferentes etapas de desarrollo en cada una de las cuales presenta características únicas e imposibles de reeditar. En su evolución amenudo intervienen en el diversos creativos

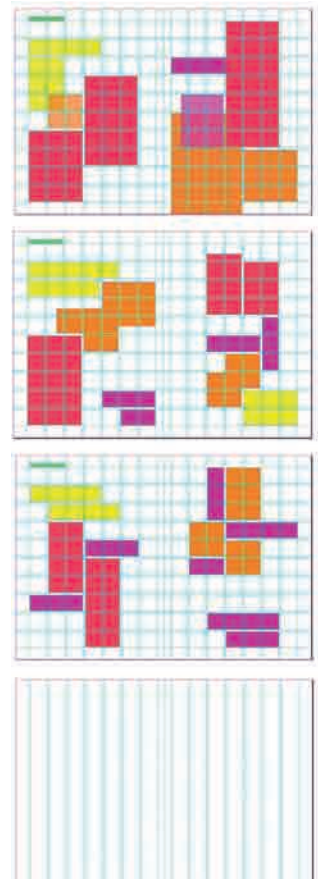
F) Los sistemas son indescriptibles en su totalidad. (Importantísima para análisis y creación de diseños y la crítica de arte), No es posible describir un diseño, un cuadro, una obra de arte, en su totalidad. Podemos identificar sus partes, o elementos que lo forman, sin embargo jamás podremos observar el conjunto total de interacciones entre ellas.

El valor transdisciplinario de la TGS, reside en la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes, aunque referidas a sistemas diferentes: Con el análisis de diseños, se persigue la comprensión del funcionamiento de un sistema y la evaluación de su capacidad de alcanzar los objetivos para los que fue creado: Se trata de estudiar sus propiedades: las relaciones internas y/ o externas

2.2. Estructuras.

Las publicaciones con contenidos dispares como ciertas revistas de entretenimiento, requieren estructuras que permitan una composición tan dinámica como su discurso, que cada página parezca diferente a la anterior. Por ello amenudo poseen estructuras base con muchos campos y columnas que les permitan jugar con variadas composiciones de textos e imágenes.

Fuente: Ceylan Alp. <http://cyn3.files.wordpress.com/2010/04/grid-temiz1.jpg>. (visitado el 02/05/12)



simultáneas y/o secuenciales, entre sus elementos y/o grupos de elementos, que no pueden ser desconectados sin destruir la esencia del sistema; es decir, su unidad e identidad.

En el ámbito de la ingeniería, el diseño industrial, y la arquitectura... es habitual el estudio de las propiedades de sistemas biológicos para el diseño de determinados productos.

Por otra parte, los sistemas evolucionan: Si cambia el ambiente y el diseño permanece estable, es posible que pierda eficiencia, es decir no alcance la totalidad de objetivos para lo que fue creado. Cuando esto ocurre las empresas deben buscar las causas por las que ha dejado de "funcionar" y optimizar el diseño para volver a alcanzar los objetivos o seguirá dejando de cumplir su función poco a poco.

Hay quienes pueden pensar que, ante problemas similares, estudiando otros sistemas/diseños con un funcionamiento óptimo, pueden usar soluciones parecidas, cambiando pequeños detalles adaptando el diseño a las nuevas necesidades (modelos particulares se extrapolan a otro modelo particular). Sin embargo, esta perspectiva es desde el punto de vista de la TGS y del Caos errónea, pues con un pequeño cambio en las circunstancias, elementos, o sus relaciones puede llevar al fracaso del diseño.

2*3. La marca de La caixa influye en el resto de los diseños de productos de la empresa y a su vez, ha influido de forma destacada en los diseños corporativos de otras empresas del sector bancario español.

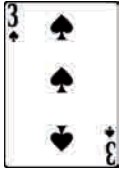
Fuentes:
-<http://www.bombofilms.com> (visitado el 02/05/12)
-<http://www.finanzas.com/bonos-senior-la-caixa-mas-del-5> (visitado el 02/05/12)
-<http://www.12minutos.com/wp-content/uploads/2011/05/logo-bancaja.jpg> (visitado el 02/05/12)
-<http://www.mejorahorro.com> (visitado el 02/05/12)



2*4. El famoso personaje Bibendum de la empresa de neumáticos Michelin, ha evolucionado adaptándose a las nuevas necesidades empresariales y tecnológicas... de no hacerlo probablemente hoy se habría descartado su uso.

Fuente: Fotografías Castaldo Suau, B.





Propiedades de los diseños o sistemas

1) Propósito u objetivo: Todo diseño tiene uno o varios propósitos. Con los elementos o componentes elegidos, y las relaciones establecidas entre ellos, se tratan de alcanzar un objetivo. Estos objetivos son las metas o fines hacia los cuales se quiere llegar. Su definición, constituye el primer paso en el diseño de un producto gráfico. En la mayoría de casos, y como explica Bruno Munari^[1](1983) en «¿Como nacen los objetos?», el problema planteado al diseñador, puede ser descompuesto, en pequeños problemas particulares o pequeñas metas a conseguir y que nos ayudarán a definir los límites y las pautas que darán forma al diseño y definirán su estructura.

2) Globalismo o totalidad: Algunas de las ideas que sustentan la TGS se remontan a los orígenes de la ciencia y la filosofía: Aristóteles mantenía ya que “el todo es más que la suma de sus partes” y por su parte el filósofo alemán, George Whilhem Friedrich Hegel (1770-1831) afirmaba:

“- El todo es más que la suma de las partes.

- El todo determina la naturaleza de las partes.

- Las partes no pueden comprenderse si se consideran en forma aislada del todo.

- Las partes están dinámicamente interrelacionadas o son interdependientes.”
(GESI,1999) ^[2]

Los diseños consisten en totalidades y, por lo tanto, son indivisibles como sistemas (sinergia). Poseen partes y componentes, que son a su vez otras totalidades. Aun así todo diseño tiene una naturaleza orgánica, por la cual una acción que produzca algún cambio en una de las unidades del diseño, con mucha probabilidad producirá cambios en el resto de unidades del diseño debido a la relación existente entre ellas. El efecto total de esos cambios o alteraciones se presentará como un ajuste del diseño. De los cambios y los ajustes continuos del diseño se derivan dos fenómenos: el de la entropía y el de la homeostasis. (Rincón J., 1998)^[3]

3) Interrelación e interdependencia de elementos, atributos, acontecimientos. Cada elemento del diseño influye en su funcionamiento global. Las propiedades y el comportamiento de cada elemento afectan al comportamiento del conjunto

1 MUNARI, B. (1983). ¿Como nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. ED GG. Diseño. México.

2 ANICE W. (1999) GESI ¿Qué es la Teoría General de Sistemas? Grupo de Estudio de sistemas integrados. Buenos Aires, Argentina. walt@anice.net.ar

3 Rincón, J. (1998). Concepto de Sistema y Teoría General de Sistemas. Cooperación del Personal Académico: Mecanismo para la Integración del Sistema Universitario Nacional. Universidad Simón Rodríguez. San Fernando de Apure. Venezuela. 1998 . <http://members.tripod.com/~gapsea/sistema.htm>



tomado como un todo. A su vez las propiedades de este elemento y su comportamiento, dependen de las propiedades y comportamiento de como mínimo otro elemento del conjunto. Por ejemplo, en diseño gráfico, en la mayoría de casos los espacios reservados para las imágenes se construyen en base a la estructura tipográfica.

En consecuencia, no se puede descomponer el diseño total en partes o elementos independientes (Rincon J., 1998) Los subsistemas de un diseño multimedia, tales como los subsistemas tipográfico, de imágenes, de audio..., no pueden trabajar de manera independiente, porque entonces no formarían un producto multimedia coherente, no se conseguiría expresar ninguna idea. Diseñadores y teóricos del diseño debe tener en cuenta los elementos del diseño, la interrelación existente entre los mismos y la interdependencia de sus componentes. Los elementos no relacionados e independientes no pueden constituir nunca un sistema o en nuestro caso un diseño.

4) Insumos y productos. Todos los diseños dependen de algunos insumos para el logro de una meta. Como productos, los diseños pueden convertirse en insumos para otros diseños.

5) Transformación. Todos los diseños son transformadores de entradas en salidas. Entre las entradas se pueden incluir textos, imágenes, animaciones, etc. La tarea del diseñador es la de transformar estas entradas en salidas en base a unos objetivos determinados. Lo que recibe el diseñador es modificado por éste de manera que a la salida difiere de la forma de entrada.

6) Regulación. Si los diseños son conjuntos de componentes interrelacionados, interdependientes, en interacción. Los componentes interactuantes deben ser regulados de alguna manera para conseguir los objetivos. Establecer la regla que rige la organización de los elementos de una publicación, aplicación multimedia, etc., es tarea del diseñador. La retícula es la expresión gráfica de esta norma y el manual de uso, el documento que la explica.

7) Jerarquía. El término «jerarquía» implica la introducción de sistemas en otros sistemas. El término diseño es generalmente empleado en el sentido de sistema total. Los componentes necesarios para construir un diseño se llaman subsistemas, que a su vez, están formados por la reunión de nuevos subsistemas más detallados. Al organizar los elementos, el diseñador deberá establecer una jerarquía según el valor que desee otorgar a cada uno de ellos. La hoja de estilos tipográfica, por ejemplo, expresa claramente la jerarquía de los textos de un libro.

3.1. XXX Fira del llibre.

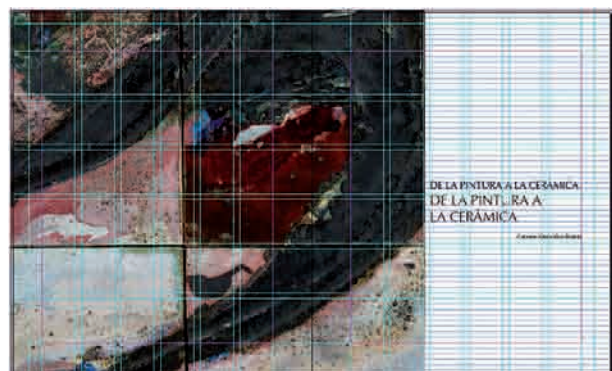
Interrelación. Todo diseño tiene una naturaleza orgánica, por la cual una acción que produzca cambio en una de las unidades del diseño, como en este caso el punto de vista de la fotografía, o el color del farolillo con mucha probabilidad produciría cambios en todas las otras unidades de éste, debido a la relación existente entre ellas. El efecto total de esos cambios o alteraciones se presentará como un ajuste del diseño.

Insumos y productos. Como producto, el libro se convierte en insumo para el anuncio de la feria del libro.

Transformación. Del objeto el libro se convierte en farolillo.
Fuente: Diseño de Pagés, C. <http://www.llibrevell.cat/wp/xxx-fira-del-llibre-i-23a-setmana-del-llibre-en-catala-a-palma/> (visitado el 02/05/12)

3.2. Regulación. Establecer la regla que rige la organización de los elementos de una publicación, aplicación multimedia, etc. es tarea del diseñador. La retícula es la expresión gráfica de esta norma

Fuente: Reticula para el catálogo de la exposición. Castaldo de la Pintura a la cerámica. Castaldo Suau, B.



La definición de un diseño como un sistema, subsistema, o supersistema, dependerá del enfoque. Así, la pauta de imágenes de una revista puede ser visualizada como un sistema, compuesto de varios subsistemas (cada una de las imágenes) e integrado en un supersistema (la revista), como también puede ser visualizada como un subsistema (pauta de imágenes) compuesto por otros subsistemas (imágenes concretas), perteneciendo a un sistema (una edición de la revista), que está integrado en un supersistema (la colección). Todo depende del la punto de enfoque. Tanto la jerarquía de los diseños como el número de los subsistemas definen su complejidad.

Los diseños existen en un medio y son condicionados por él. El medio es todo aquello que, pueden tener alguna influencia sobre la operación del diseño. Los límites (fronteras) son las condiciones “ambientales” dentro de las que el sistema debe operar (Macías, 1999).^[4] [8]

Los componentes y relaciones se eligen de entre diferentes opciones para alcanzar ciertos objetivos, dado un número de restricciones. Estos objetivos definen la finalidad para la cual fueron ordenados cada uno de los componentes y sus relaciones, mientras que las restricciones del diseño son las limitaciones introducidas en su operación que definen los límites (fronteras) del diseño y permiten explicar las condiciones bajo las cuales debe operar.

8) La entropía de un diseño es el desgaste que este presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. En un diseño cerrado la entropía siempre es positiva. Está irremediamente condenado a la muerte a causa de su incapacidad para seguir cumpliendo su función, al permanecer estable en un medio cambiante. Sin embargo en los diseños abiertos, la entropía puede ser reducida o mejor aun transformarse en entropía negativa. Ello es posible en la

4 MACIAS E. (1999). Teoría General de Sistemas. http://edmax.topcities.com/documentos/tgs_02.html (visitado el 02/05/12)



3a3 Evolución de la marca Nivea y del periódico Diario de Mallorca. Los diseños pierden eficiencia al pasar el tiempo si al cambiar el contexto ellos permanecen estables. Ello conduce a su extinción como diseños propiamente dichos. Por el contrario si este es capaz de mantener una relación constante con el ambiente puede ir modificándose a medida que este evoluciona, como ha ocurrido con este periódico mallorquín o la marca de crema. Los diseños que pretenden durar en el tiempo requieren una constante adaptación para seguir alcanzando sus objetivos. Fuentes: <http://www.pic2fly.com/Nivea+History.html> (visitado el 29/09/2012) <http://www.diariodemallorca.com> (visitado el 24/07/2005)

medida que tienen sistemas de control y mecanismos de revisión, reelaboración y cambio permanente; si toman recursos del ambiente para reducir el proceso de entropía y así evitar su muerte (Simbron, 2000).^[5] De ahí el concepto de negentropía o sea, la información como medio o instrumento de re ordenación del diseño. A medida que aumenta la información, disminuye la entropía, pues esta es la base de la configuración y del orden. (Macias E., 199)

9) Homeostasis: Los diseños tienen tendencia a modificarse y adaptarse con el fin de alcanzar un equilibrio interno frente a los cambios externos del ambiente. La homeostasis define su nivel de respuesta y de adaptación al contexto, su tendencia a la supervivencia. Los diseños que pretenden durar en el tiempo requieren una constante adaptación para seguir alcanzando sus objetivos, de lo contrario, y a medida que cambia el contexto, dejan progresivamente de cumplir su función, y ello, conduce a su muerte como «diseños». Únicamente si son capaces de interactuar constantemente con su ambiente, pueden cambiar a medida que este lo hace, adaptándose a las nuevas circunstancias y manteniendo su funcionalidad. Un buen ejemplo de ello son las marcas de Shell, o CocaCola que han sufrido transformaciones adaptándose a los gustos, necesidades y técnicas de expresión gráficas de cada momento manteniendo su vigencia desde sus orígenes hasta hoy. Se trata de diseños altamente homeostáticos.

10) Diferenciación. En los diseños complejos cada una de los elementos que lo integran desempeña funciones especializadas. Esta diferenciación de las funciones por componentes permite al sistema total adaptarse a su ambiente. (Rincón, 1998)

11) Equifinalidad: Esta característica de los diseños abiertos que afirma que los resultados finales se pueden lograr con diferentes condiciones iniciales y de maneras diferentes, contrasta con la relación de causa y efecto del diseño entendido como sistema cerrado, que pretende que sólo existe una opción óptima para lograr un objetivo dado. La equifinalidad implica que se pueden utilizar diversidad de entradas que después pueden ser transformadas de diversas maneras para obtener un mismo fin (Rincón, 1998).

5 SIMBRON, N. (2000). Teoría general de los sistemas. Monografias.com
<http://www.monografias.com/trabajos5/teorsist/teorsist.shtml#apo> (visitado el 02/05/12)

3.4 Equifinalidad. Ejercicio de manejo de tramas con un programa vectorial consistente en representar un cuadro figurativo, substituyendo los colores por tramas. Aun que los resultados son diferentes en cada caso, pueden ser igualmente válidos.





Clasificaciones básicas de los sistemas

Conviene así mismo advertir que no obstante su papel renovador para la ciencia clásica, la TGS no se despega -en lo fundamental- del modo cartesiano (separación sujeto/objeto). Así forman parte de sus problemas tanto la definición del status de realidad de sus objetos, como el desarrollo de un instrumental analítico adecuado para el tratamiento lineal de los comportamientos sistémicos (esquema de causalidad). Bajo ese marco de referencia los sistemas pueden clasificarse de las siguientes maneras:

Con relación a su origen: sistemas naturales o artificiales

los sistemas pueden ser naturales o artificiales. Los sistemas naturales son creados por la naturaleza como respuesta a fenómenos físicos, químicos y biológicos. Los sistemas artificiales son aquellos en cuyo diseño, control y ejecución participa de forma activa alguna persona. Por ello, se les llama también sistemas humanos. El diseño gráfico pertenece claramente a este grupo.

Con relación a su realidad o existencia: sistemas concretos o abstractos

Los sistemas pueden ser concretos o abstractos. Son sistemas concretos aquellos sistemas físicos o tangibles. Ejemplos: un equipo de sonidos, un perro, clarinete, un libro perteneciente a una colección editorial. Por el contrario se considera sistemas abstractos a los sistemas simbólicos o conceptuales. Ejemplo: Sistema tipográfico, idioma español, la norma o pauta usada para el diseño de toda una colección de libros.

Según su entidad: Sistemas reales ideales o modelos

Los sistemas y diseños pueden ser agrupados en reales, ideales y modelos. Mientras los primeros presumen una existencia independiente del observador que los puede descubrir, los segundos son construcciones simbólicas, y el tercer tipo corresponde a abstracciones de la realidad, en las que se combina lo conceptual con las características de los objetos (Arnold y Osorio, 1998).^[1]

Con relación al ambiente o grado de aislamiento: sistemas abiertos o cerrados

Los diseños pueden ser *abiertos* o *cerrados*. Los diseños cerrados son aquellos que no intercambian nada con el ambiente, cuando no entra ningún elemento desde afuera ni sale ningún elemento fuera del sistema. Es decir, no mantienen relación alguna con su ambiente. Aunque en realidad los diseños cerrados no

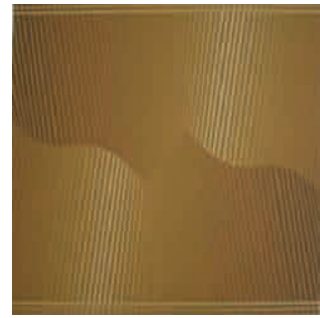
¹ ARNOLD, M. y OSORIO F. (1998) Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas. Cinta de Moebio, Abril nº 3. Universidad de Chile. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=10100306> (visitado el 02/05/12)



4♠1. Ejemplos de sistema

real. La marca Wolswaguen mantiene una relación real con la marca de la rueda de coche. El cuadro de Velázquez trató a su vez de mostrar fidedignamente como era el papa inocencio.

Fuentes:
-Retrato de Inocencio X. Diego Velázquez (1650) Fuente: De plata y exacto. <http://deplatayexacto.wordpress.com/2010/09/22/estudio-del-retrato-de-inocencio-x-de-velazquez-francisco-bacon-1949/> (visitado el 29/09/2012)
-Fotografía Castaldo Suau B.



4♠2. Ejemplos de sistema modelo.

La marca Peugeot establece una relación conceptual entre el coche y otras cosas: Sus coches rugen como leones y son los reyes del asfalto. Salvador Dalí en su *Premonición de la guerra civil* (1936) no pinta una escena real de la guerra, pero expresa gráficamente lo que esta supondrá.

Fuentes:
-De todo un mucho. <http://germaniaa.blogspot.com.es/2011/01/de-colores-y-pinturas.html> (visitado el 02/05/12)
-Fotografía Castaldo Suau B.



4♠3. Sistema ideal. La marca Renault es un elemento geométrico que en principio no parece mantener ninguna relación con nada, como la composición de Sempere (1977).

Fuentes:
-Galería La Aurora. (2012) <http://galeria-laaurora.blogspot.com.es/2012/04/89-anos-del-nacimiento-de-eusebio.html>. (Visitado en 10/09/2012)
-Fotografías Castaldo Suau B.

existen, pues siempre hay alguna forma de relación con el ambiente... no olvidemos que la función del diseño es influir en el ambiente, de lo contrario dejan de funcionar como diseños, dejan de existir como tales.

Los diseños abiertos son sistemas mantienen algún tipo de relación con su ambiente, intercambian elementos, información... Hay diseños que se perciben como abiertos con facilidad, como los periódicos, por ejemplo, que cada día reciben información, textos e imágenes nuevas para su publicación.

Sin embargo Por ejemplo, los colores y el grafismo de su marca o logotipo, influye decisivamente en todos los diseños de una empresa: en las targetas, carpetas, folletos, revistas.... A su vez, cada cierto tiempo, ya medida que cambia el ambiente, o la tecnología las empresas suelen tener que revisar el diseño de sus marcas para que puedan seguir vigentes.

Con relación al número de elementos y relaciones entre ellos

Los diseños pueden catalogarse como *diseños simples*: Aquellos con pocos elementos y relaciones entre ellos. O *diseños complejos* constituidos por numerosos elementos y relaciones entre ellos. Esta clasificación también es relativa, ya que depende del número de elementos y relación considerados. En la práctica y en base a los límites psicológicos de la percepción y comprensión humanas, un sistema con más o menos siete elementos y relaciones puede considerarse simple.

Con relación a sus estabilidad o dinamismo en el tiempo.

Los diseños pueden ser *estáticos* o *dinámicos*. Un sistema o diseño es estático, si no sufre cambios con el tiempo: piedra, vaso de plástico, montañas. El cartel de Milton Glasser es estático, se organizaron los elementos des una manera y permanecen estables indefinidamente. Por el contrario hablamos de sistemas o diseños dinámicos cuando estos sí cambian en el transcurso de tiempo: Universo, átomo, la tierra, el diseño de un periódico, publicación, o web cambia cada día, cada minuto hoy en día.



Debemos sin embargo señalar que esta clasificación es relativa, pues depende del periodo de tiempo definido para el análisis del diseño. La mayoría de diseños, incluso aquellos que a priori catalogaríamos como estáticos, como el logo o marca de una empresa, resultan dinámicos si los observamos en largos periodos de tiempo.

En los diseños estáticos, todos los elementos permanecen estables no evolucionan con el tiempo. Paradójicamente y en contra de lo que se pensaba hasta ahora los sistemas estáticos son una excepción tanto en el ámbito de la física como en el del diseño. Se trata por ejemplo de aquellos diseños, que no pertenecen a una serie, ni mantienen ninguna relación dependiente con otros diseños, al contrario de lo que ocurre cuando se sigue la imagen corporativa de una empresa. En los diseños estáticos el trabajo de diseño empieza y acaba en si mismo. El diseñador dispone de una serie de elementos que deberá ordenar estableciendo relaciones entre ellos. El diseño es único no formará parte o mantendrá relación alguna con otros diseños. Es el caso de algunas tarjetas personales (individuales, no de empresa), invitaciones para fiestas particulares, bodas, aniversarios y comuniones, que al tratarse de diseños únicos, habitualmente ni el propio diseño ni sus elementos, se repite en diseños posteriores.

Por el contrario los diseños dinámicos, cuentan con parámetros y elementos que evolucionan con el tiempo, y los diseñadores deben tratar de establecer fórmulas para predecir su comportamiento, con mayor o menor éxito. Sus elementos pueden evolucionar y no mantenerse estables o «inamovibles». Contrariamente a lo que se pensaba hasta ahora, a este grupo pertenecen de la mayoría de trabajos de diseño como: mailings, libros, revista, webs corporativas, y un largo etcétera. Los elementos del diseño no son sólo el papel, el texto y las imágenes sino todo aquello que mantienen una relación con el diseño y por tanto determina su “forma”, incluidos aquellos de dimensión diferente.

El determinismo en diseño

Sistemas dinámicos lineales y sistemas no lineales en diseño

Tradicionalmente, en física y también en matemáticas, los sistemas dinámicos se han clasificado en dos grandes grupos: *Sistemas lineales* y *Sistemas no lineales*.

Un sistema dinámico es lineal si partiendo del conocimiento de su estado actual se puede saber como fue en cualquier instante del pasado o como será en cualquier instante del futuro. Estos sistemas se pueden formular mediante una ecuación diferencial ordinaria o en derivadas parciales, ecuación en diferencias finitas, ecuación integral o sistemas de ecuaciones, combinación de las anteriores, pero siempre lineales. Desde el punto de vista físico esto significa, que la respuesta a una suma de efectos, es la suma de las respuestas a cada uno de ellos. (Balibrea Gallego F., 1999)^[2].

Un diseño dinámico es lineal cuando mantiene una pauta de ordenación constante entre sus elementos, de modo que conocimiento del estado actual permi-

2 BALIBREA GALLEGO F. (1999) La noción de caos en matemáticas. Un problema no lineal. Orden y caos. Las ciencias de la complejidad. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia.. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia1.htm>. (visitado el 11/09/11)



4.4. Diseños estáticos y dinámicos. El cartel de la feria del libro infantil, que normalmente se eligen bajo concurso todos los años. Se trata de diseños estáticos pues no evolucionan, cada año se elige uno diferente. Sin embargo la mayoría de diseños son dinámicos y van evolucionando con el tiempo, adaptándose a nuevas necesidades, como ocurrió con los queridos personajes de Escobar Zipi y Zape.

Fuentes:
 -Blog de l'elefant trompeta. http://blocs.gracianet.cat/elefant_trompeta/category/entrevistes/page/8/
 -Nana ilustración. <http://annaobon.blogspot.com.es/2010/06/blog-post.html> (visitado el 02/05/12)
 -Zipi y zape. <http://retroages.forogratias.es/zipi-y-zape-t76.html> (visitado el 02/05/12)





te que podamos saber como será en cualquier otro instante futuro o pasado. Este tipo de diseño se puede crear, por ejemplo, mediante una transformación geométrica afín o la combinación de varias de ellas: translación, rotación, reflejo y escalado.

“Los sistemas no lineales son aquellos que no presentan tal comportamiento, pero si se conoce el estado actual del sistema y la ecuación no lineal que lo modeliza, también se podrá conocer el estado que el sistema alcanzará en el futuro.” (Balibrea Gallego F.) En este tipo de diseños, no es posible conocer el estado en cualquier otro instante futuro o pasado (si no se va a una hemeroteca), puesto que varía periódicamente. Si se conoce el estado actual del diseño y la norma que los genera, se podrá conocer razonablemente el estado que el diseño podría tener en el futuro o tuvo en el pasado.

Independientemente de los contenidos y noticias de un periódico, el maquetador sabe como se organizarán en cada una de las secciones el día siguiente y el posterior, porque conoce la pauta organizativa del periódico. Por otra parte, el usuario que conoce también de manera inconsciente como se organiza la información, encuentra con relativa facilidad la noticia que está buscando: el horario del cine, el chiste del humorista gráfico, el artículo de opinión de determinado periodista, o las páginas de deportes.

4.5. Diseños dinámicos lineales.

Fuente: Soto M. (2011). La seducción del papel. El jardín ilustrado: papeles de regalo. Papeles diseñados por artistas Paris 1895. <http://retroages.forogratias.es/zipi-y-zape-t76.html> (visitado el 25/02/ 2012)

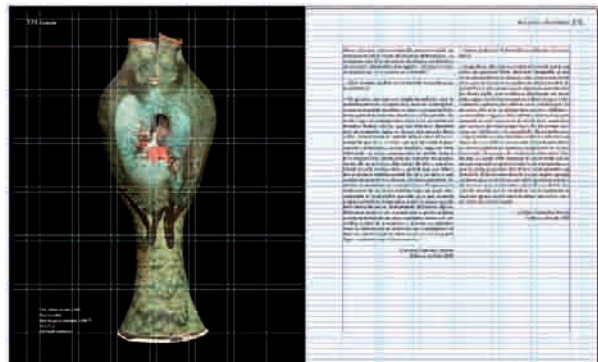
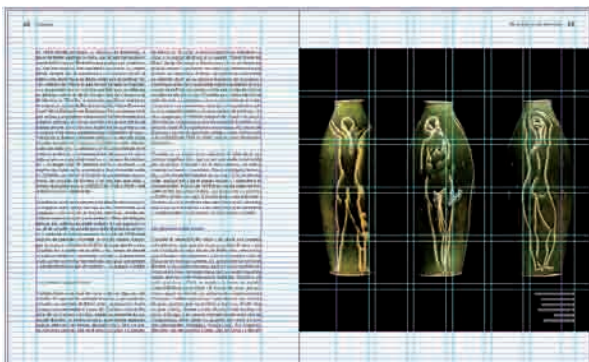
“Tanto para sistemas lineales como no lineales, si el sistema está modelado por una ecuación diferencial o en diferencias finitas, se denomina sistema determinista, es decir, existe una forma de determinar su comportamiento futuro dadas unas determinadas condiciones iniciales. En tales circunstancias se puede esperar un comportamiento regular y predecible del sistema.”(Balibrea Gallego F., 1999)

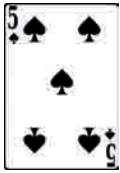
Efectivamente, tanto en los diseños lineales como no lineales, lo que hace el diseñador es crear una pauta de tratamiento y ordenación de elementos, es decir, determinar su comportamiento futuro dadas unas determinadas condiciones iniciales. De manera que el usuario puede esperar un comportamiento regular y predecible del diseño. Por tanto, también en diseño podemos hablar de determinismo, aunque en ocasiones no sea absoluto.

4.6. Diseño dinámico no lineal.

Si conocemos la pauta de construcción del libro podemos saber de forma razonable como serán todas las páginas, aunque cada una sea diferente. Si se trata de una colección puedo saber como serán las páginas de los próximos libros.

Fuente: Castaldo Suau B.





Las estructuras en los diseños

Definidos los objetivos y las limitaciones del proyecto, incluyendo un inventario detallado de los elementos disponibles y sus características; podemos empezar a identificar las relaciones entre los diferentes elementos integrantes; establecer una jerarquía en función de sus características, de aquello que lo define como tal y lo diferencia de los demás objetos y por supuesto en función del mensaje que desea transmitir; podemos empezar a tomar medidas y/o describir desde ellas, trazar los primeros esbozos de división del espacio en secciones del libro o la aplicación, en campos, y intervalos de la página o pantalla. Comienza así el proceso de aritmetización del espacio.

Con la descripción de los diferentes elementos, sus características particulares; el diseñador establece relaciones y con ello la estructura general o layout que conformará el diseño del libro, la revista o la página web. El proceso de abstracción supone la creación de estructuras asociadas a los objetos concretos, estructuras que nos permiten describir lo “universal” en estos objetos, eso que es característico no sólo de ellos sino de todos los de su clase (Paso de lo local a lo global). El maquetador o montador en un proceso inverso pasa o aplica una norma global a los elementos particulares que se le dan en cada edición concreta aplicación de una norma global, a lo local o particular: este texto, esta fotografía...

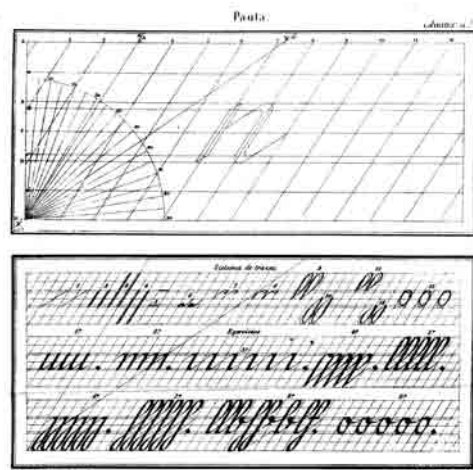
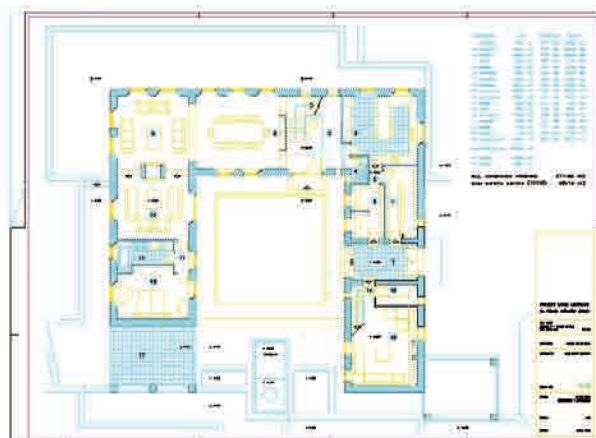
El *espacio de fase* es una representación del comportamiento de un sistema (diseño) o subsistema (elemento del diseño). Habitualmente en diseño gráfico al espacio de fase se le ha llamado layout, pauta, retícula, y en arquitectura plano. Existen varias técnicas para elaborarlos: una de ellas se logra graficando las principales variables de un sistema, unas contra otras.

El atractor: es la estructura que se genera en el espacio de fase.

5♠1. Espacio de fase,

En los planos de un edificio, aparecen representados los diferentes elementos de este: paredes, puertas y ventanas, instalaciones eléctricas, calefacción, aguas, y en ocasiones mobiliario.

Con la *pauta caligráfica*, se representa aquello que es común, como la inclinación, las diferentes alturas, la anchura y los posibles movimientos compartidos por varias letras y los particulares de cada una.



Dentro de un mismo diseño, pueden existir varios tipos de estructuras o atractores. En realidad habrá una estructura para cada subsistema o elemento del diseño. Dependiendo de la estabilidad en el comportamiento de sus elementos podremos clasificar los atractores de un diseño de la siguiente manera:[1]

-Puntual o estable: Cuando las variables de un elemento tienden a un valor estable en las diferentes muestras de un diseño. Ejemplo de este tipo de estructura son la numeración de la páginas de un libro, situadas siempre en el mismo lugar; los encabezados de los mismos indicando el nombre del capítulo que estamos leyendo,... También en ciertos diseños multimedia se dan instrucciones concretas para que determinados elementos permanezcan estables en la pantalla mientras los demás se desplazan o mantienen algún tipo de comportamiento.

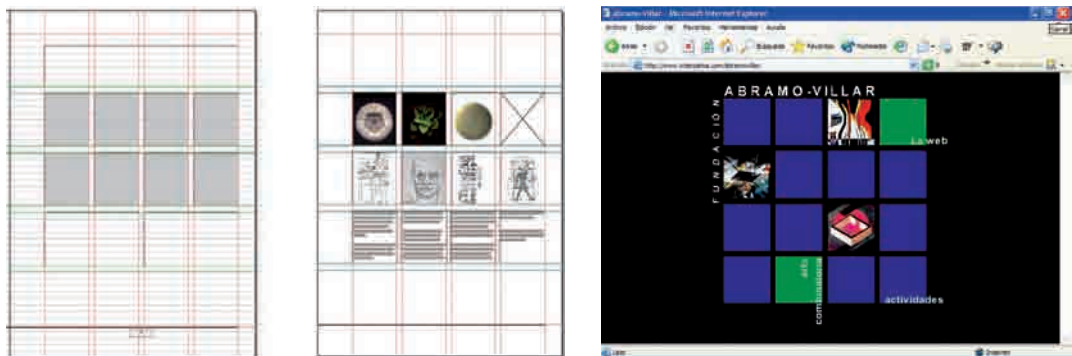
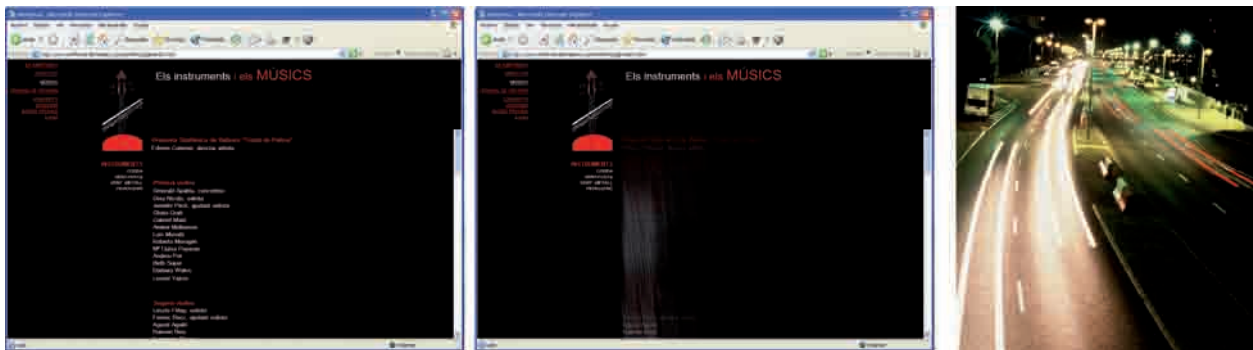
5.2. Comportamiento estable: Las páginas web diseñadas con marcos permiten que determinadas áreas de la pantalla permanezcan estables mientras otras se desplazan a través del scroll.

El texto del scroll por el contrario, posee un **comportamiento no uniforme**, como los coches de esta imagen las letras se suscriben a un espacio (la carretera o la columna reservada para el) pero no sabemos con certeza por donde pasará.
 Fuente: Diseño Castaldo Suau B. para simfónica de Balears. (2004)
<http://www.simfonicadebalears.es>.

En el diseño de web corporativas es habitual que los elementos que han de aparecer en todas las páginas como ciertos menús generales, o la marca de la empresa se mantengan en la medida de lo posible estables. Algunos programadores usan este recurso para mantener la marca o un determinado anuncio inamovible en un punto determinado de la pantalla.

1 La nomenclatura de los diferentes tipos de estructuras viene definida por su formulación matemática.

5.3. Comportamiento uniforme: En estos diseños las imágenes pueden ocupar uno o varios de los campos reservados para ellas.
 Fuente: Diseños de una publicación y portada de una web. Castaldo Suau, B. (2005)



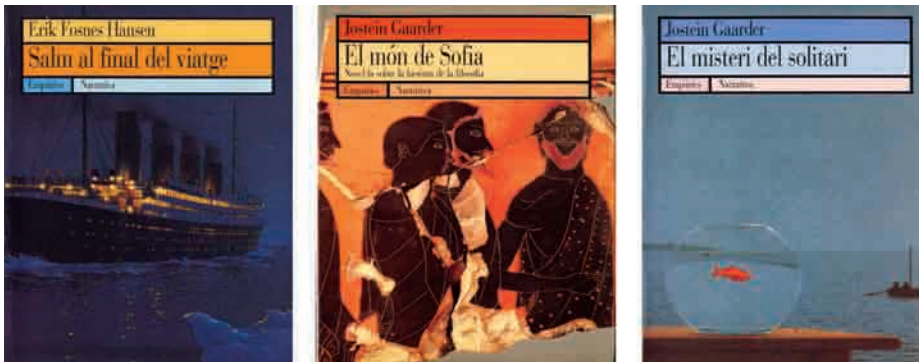
-*Cíclico o uniforme*: Se observa cuando se estudian elementos con un comportamiento no estable pero sí cíclico, regular. Por ejemplo: En algunos diseños se contemplan varios campos para imagen aunque no se ocupen siempre o lo hagan de forma cíclica siguiendo una pauta. Cada imagen ocupa sólo un subespacio del espacio de fase, pero el comportamiento del conjunto de las imágenes es regular, siendo predecible su comportamiento en el transcurso del diseño.

-*Toroidal o no uniforme*: Cuando un elemento es casi periódico genera una estructura similar al de ciclo límite, pero su posición no pasa siempre por el mismo punto, apreciándose así el comportamiento no uniforme.

-*Extraño o caótico*: Los elementos con comportamiento caótico, tienen comportamientos impredecibles localmente, pero circunscritos en un subespacio, presentándose así la llamada estabilidad global con inestabilidad local.

5.4. Comportamiento no uniforme: Los títulos de los libros de este grupo editorial tienen también un comportamiento no uniforme. Al variar las palabras y por consiguiente el número de letras que los forman, por fuerza varía el espacio que ocupan dentro del área reservada para títulos. Fuente: portadas de libros de la editorial Empúries. <http://www.llibres.cat> (visitado el 02/05/12)

5.5. Comportamiento caótico: En las webs donde el texto tiene un formato adaptable, el diseñador debe tener en cuenta que los elementos que la integran pueden cambiar de lugar según la resolución y el tamaño del monitor del usuario. El comportamiento de los objetos puede ser impredecible o inestable localmente, pero siempre circunscrito en un subespacio entre 400x600 pixels (el tamaño de las pantallas más pequeñas) y 1024 x800 pixels, aunque habitualmente se diseña para 800x600. Fuente: Wikipedia. <http://es.wikipedia.org> (visitado el 02/05/12)



En la mayoría de diseños podemos distinguir, a su vez, entre estructuras externas e internas:

-Externa: Andamio que nos permite “percibir” un conjunto en toda su extensión, de manera que podamos compararlo con otros y decidir “a golpe de vista” si son o no de la misma. En diseño se trataría de la organización de formas y volúmenes que permitan identificar los diferentes elementos a golpe de vista.

-Interna: En diseño se trata de la descripción o definición de características o normas de relación (algoritmos) que subyacen al conjunto y que permiten identificar objetos y tomar medidas de él. Al diseñar por ejemplo un libro, además de trazar la división gráfica espacial donde situar los elementos del diseño, se debe también definir las hoja de estilos tipográficos y la normativa para la posterior ordenación de los elementos que puedan integrar el diseño.

En el caso de aplicaciones multimedia, los comportamientos programados de los objetos forman parte de la estructura de este elemento.

5.6. Estructura externa.

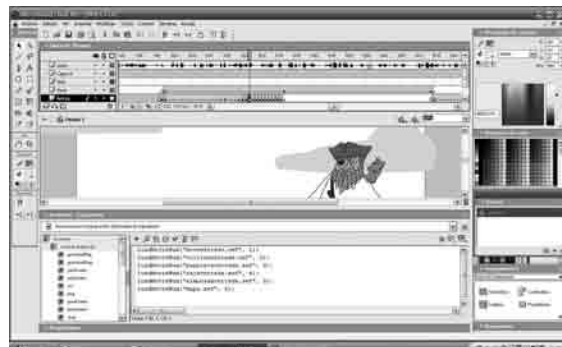
Cartel de Ópera. Las diferencias tipográficas guían al espectador en la lectura de la información del cartel. Cada información -que ópera, compositor, cantantes, músicos, donde, cuando, etc. - posee su particular cuerpo, grosor y tamaño.

Fuente: <http://www.estrellacuello.com/estrellacuellosopranoprensa.php> (visitado el 02/05/12)

5.7. Estructura Interna:

En el caso de aplicaciones multimedia, los comportamientos programados forman parte de la estructura interna de este. Con ayuda de la programación definimos normas de relaciones posibles.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B. Script y línea de tiempo flash. Ejercicio Multimedia. 3er curso de Diseño Gráfico. 2005 ESD Palma.





La complejidad en diseño

En el marco de la TGS el término complejidad indica por un lado, la cantidad de elementos de un diseño (complejidad cuantitativa) y, por el otro, sus potenciales interacciones (conectividad) y el número de estados posibles que se producen a través de éstos (variedad, variabilidad).

Complejidad cuantitativa

Se entiende por elemento de un diseño las partes o componentes que lo constituyen. Estas pueden referirse a objetos y a procesos o relaciones. Una vez identificados los elementos pueden ser organizados en un modelo. Determinaremos la cantidad de elementos de un diseño por las características y propiedades estructurales o funcionales que caracterizan las partes o componentes de cada uno de ellos.

Conectividad

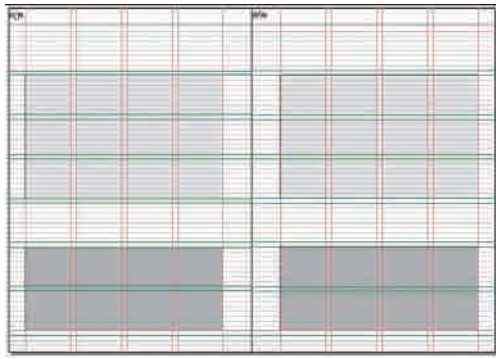
Definidos los objetivos y las limitaciones del proyecto, incluyendo un inventario detallado de los elementos disponibles y sus características; podemos empezar a identificar las relaciones entre los diferentes elementos integrantes; establecer una jerarquía en función de sus características, de aquello que lo define como tal y lo diferencia de los demás objetos y por supuesto en función del mensaje que desea transmitir. Después podemos empezar a tomar medidas y/o describir desde ellas, trazar los primeros esbozos de división del espacio en secciones del libro, en campos e intervalos de la página, pantalla o tiempo. Comienza así el proceso de geometrización, del espacio.

Con la retícula o *dimensión de correlación*, lo que se hace es establece la correlación existente entre los puntos de las diversas estructuras que integran el diseño, es decir, las estructuras de los distintos elementos que lo integran (títulos, texto, imágenes). Acotar la coincidencia entre las áreas de ocupación de los elementos que lo constituyen: títulos, texto, imágenes, sonido,..; señalando la coincidencia entre diferentes estructuras.

La *dimensión de correlación*, mide la complejidad global del sistema y permite establecer el número de variantes dependientes que determinan el comportamiento del sistema o diseño (estructura de este).

Un diseño de baja complejidad exhibirá comportamientos bastante regulares, por lo que los datos de sus variables mostrarán gran correlación entre un dato y el siguiente y el anterior. Sin embargo y, como hemos visto anteriormente, los diseños dinámicos no lineales, contienen elementos con un comportamiento caótico en mayor o menor grado. Ello aumenta la dificultad para determinar cual es su espacio de fase, y como no, de establecer la correlación con el resto de elementos del diseño. No en vano, a los sistemas dinámicos no lineales, se





5a1. La mayoría de software de maquetación, authoring y diseño web permite la construcción de plantillas que habitualmente definen el formato de papel o pantalla, división del espacio en campos, la resolución, hoja de estilos tipográfica....

5a2. Software multimedia. Los editores de audio permiten marcar puntos para sincronizar el audio y las imágenes en las aplicaciones multimedia.

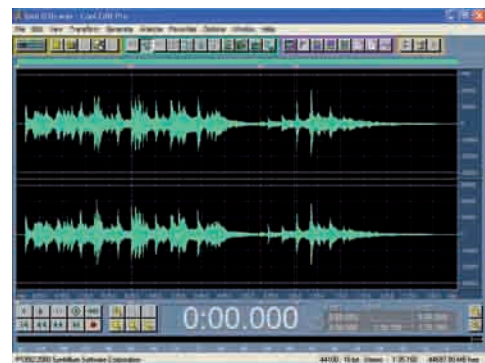
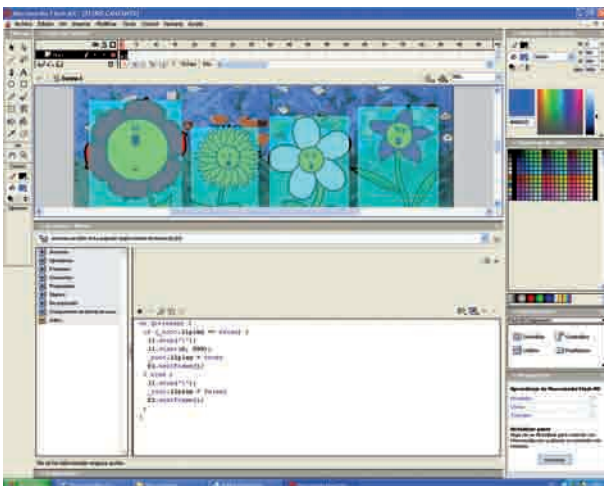
Los programas de edición de vídeo permiten visualizar la sincronización de las imágenes y el sonido

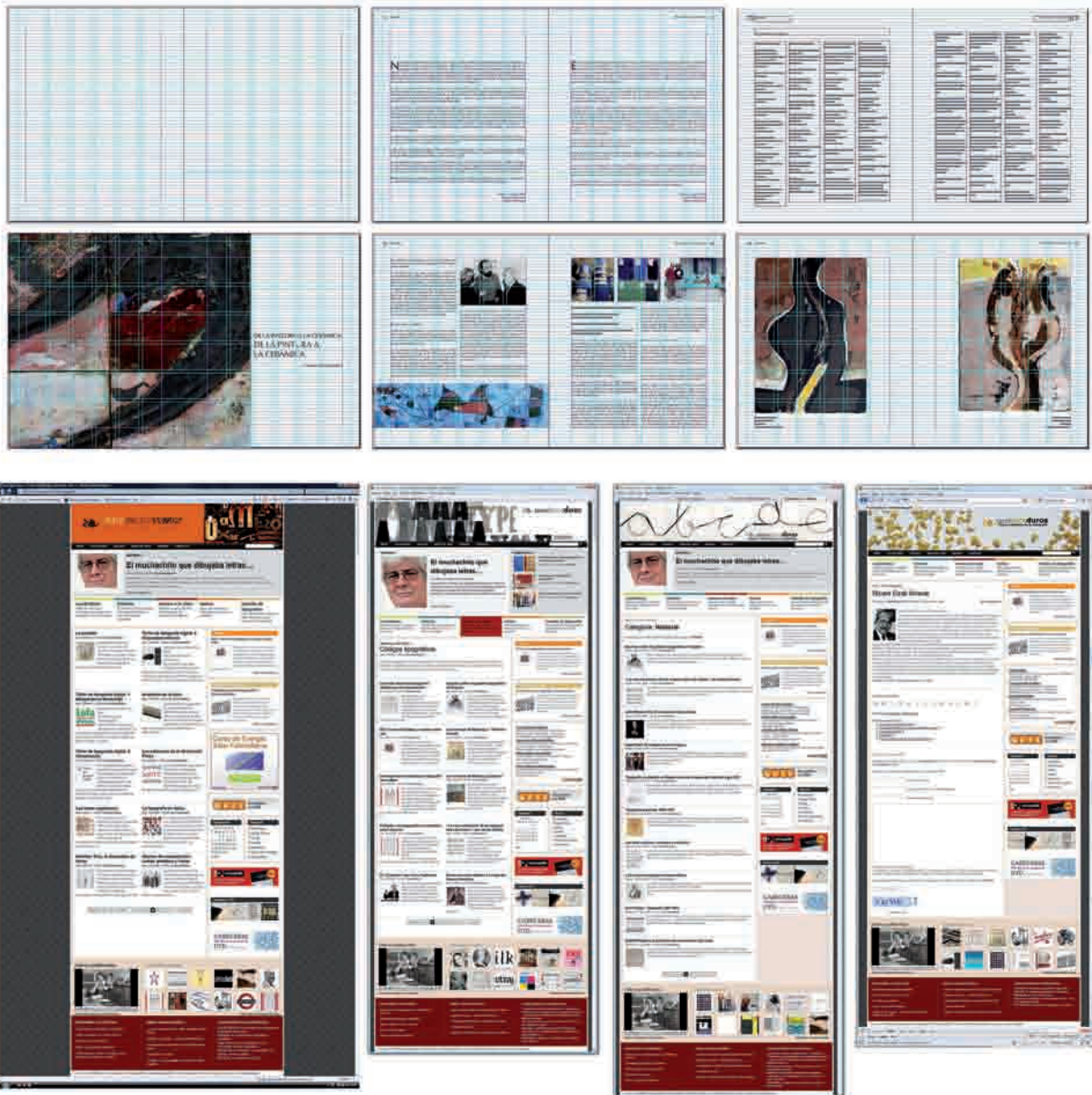
En una aplicación multimedia, la programación de determinados comportamientos orientada a un objeto, define también los puntos de correlación entre diferentes estructuras. En este juego cada una de las flores canta una melodía si se la clicka con el cursor y para, si se la vuelve a clickar. Al definir la retícula de un diseño tratamos de localizar los puntos de correlación entre las estructuras de los diferentes elementos, con ello construimos la red de relaciones entre las diferentes estructuras.

les denomina también sistemas complejos.

La correlación entre elementos de diferente dimensión, como el sonido y la imagen, o la estructura tipográfica y de imágenes, va a ser siempre puntual. Al diseñar una retícula el diseñador trata de localizar los puntos de correlación entre estructuras de diferente dimensión y construir la red de relaciones entre las diferentes estructuras.

En este sentido, los diseñadores gráficos y multimedia, además de su precio, valoramos especialmente la capacidad de trabajar con cada una de las estructuras que integran el diseño, la de definir el espacio que ocupan los diferentes elementos, y por supuesto la posibilidad de establecer correlaciones entre sus diferentes estructuras del software de diseño y maquetación. Actualmente se ha evolucionado mucho en la creación de programas de tipografía, ilustración, animación, edición de vídeo y de audio, pero queda mucho por hacer en el campo de la interrelación de los diferentes media.





Variabilidad

El término variedad o variabilidad se refiere al patrón de relaciones que definen los estados posibles de un diseño, su organización o el orden constitutivo de este.

La mayoría de software de maquetación y authoring permite la construcción de diversas plantillas, que respondan a las diversas necesidades discursivas de la publicación. Lo habitual es que se empiece por definir y acotar aquello que es común a todas ellas, creando una plantilla madre, a partir de la cual se define el resto de plantillas señalando aquellos aspectos que han de variar respecto a la plantilla base: el formato de papel o pantalla, la división del espacio en campos, la resolución, hoja de estilos tipográfica, el tratamiento y alineación de imágenes.... Todo en función de las necesidades de los contenidos y como se desea expresarlos.

Junto a la retícula o conjunto de plantillas, el manual de uso, incluye instrucciones concretas sobre el uso y tratamiento de cada una de las variables.

5.3. Variabilidad.

Las diversas secciones de una publicación pueden usar variantes de una misma estructura.

Fuente: Imagen Castaldo Suau B. y Composición a partir de la Web de *Unos tipos duros*. <http://www.unostiposduros.com>



Complejidad, lenguaje y tecnología: Discurso secuencial y lineal

“Hay en nuestras almas una tablilla de cera, que en unos es mayor que en otros; en unos más pura, en otros más sucia, más dura en unos casos, más blanda en otros... Y esto es un don de la madre de las Musas de Mnemosine -la memoria-. Y si queremos acordarnos de lo que hayamos visto, oído o pensado nosotros mismos, lo imprimimos, aplicando a esa cera las sensaciones y pensamientos como si fuera el sello de un anillo: lo que se haya quedado impreso lo recordamos y lo sabemos mientras esa forma dure, pero lo que se haya borrado o no haya llegado a marcarse cae en el olvido y no lo podemos saber.”(Platón., 417 a.c.)[1]

Durante siglos ha existido la creencia, sostenida aun hoy por algunos estudiosos de la comunicación, de que la materia de la que está hecha esa tablilla sólo puede ser el lenguaje y su cera las palabras. Se aceptó la idea de que las palabras, son las que estructuran sustentan el pensamiento; y que las imágenes sin ellas carecían de valor, “son gesticulaciones que no alcanzan la expresión, colores sin perfil”, como defiende Emili Lledó[2] en su espléndido libro *«Imágenes y palabras»* (1998, p. 161).

Así, durante mucho tiempo, la escritura y la tipografía, en su anhelo por divulgar y democratizar del conocimiento; han sido consideradas la expresión visible, gráfica de los pensamientos que se expresan mediante palabras. *“Una sílaba pronunciada, una palabra dicha se pierde para siempre en el pasado, que acoge impasible todos los presentes que constituyen el tiempo, y que sólo durante el instante preciso de su fugaz articulación. Pero la letra queda. El gesto idiomático que se pierde en el fonema se conserva siempre en el rasgo de la escritura, y se recrea en el diálogo que arrastra consigo y que le permite repensar lo pensado. No hay tiempo que consuma sus palabras perdidas en el aire. El aire del pensamiento es, en este caso la escritura.”* (Lledó E., 1998, p.161) Este pensamiento, ampliamente extendido incluso nuestros días, ha determinado que en el estudio del acto comunicativo, no se haya comenzado una verdadera investigación sobre la comunicación no verbal hasta entrado el siglo XX, concretamente hacia 1914.

A esta visión sobre el hecho comunicativo puede haber contribuido el hecho de que por razones técnicas, y como explica Suzane West[3]: en el diseño gráfico tradicional y también en el moderno, la tipografía ha sido un elemento dominante. En caso de que un diseño tuviera que incluir otros elementos además de texto, los campos para ello se creaban normalmente dentro de la estructura de texto previamente establecida. Sin embargo, actualmente, y en el ámbito de estudio de la comunicación, son ya menos los que se aventuran a discutir que el lenguaje verbal no es más que una opción, o espacio dentro del espacio comunicativo general, aunque, sin duda, un espacio importante, que la comunicación no se reduce únicamente a enviar información por el canal verbal. (Serrano S., 1984)[4]

1 EMILI LLEDÓ (1998). Imágenes y palabras. Compendios Taurus. Pg. 161.

2 EMILI LLEDÓ (1998). Imágenes y palabras. Compendios Taurus. Pg. 161.

3 WEST S. (1991) Cuestión de estilo. Los enfoques tradicional y moderno en maquetación y tipografía.. Ack Publish, 1991.

4 SERRANO, S. (1982) La semiótica. Una introducción a la teoría de los signos. ED. Montesinos. Biblioteca de divulgación.



“Y así podría ser si las palabras lo fueran todo, pero son sólo el comienzo porque detrás de ellas está el cimiento sobre el cual se construyen las relaciones humanas: la comunicación no verbal: La palabras son hermosas, fascinantes e importantes, pero las hemos sobrestimado en exceso, ya que no representan la totalidad, ni siquiera la mitad del mensaje. Más aún, como sugirió cierto científico: las palabras pueden bien ser lo que emplea el hombre cuando le falta todo lo demás.”(Davis F., 1998)[5]

Hacia 1450 Gutenberg aplicó sus conocimientos sobre los metales en el desarrollo de una tecnología que permitió substituir la tecnología de las palabras de su época: la escritura. La tipografía, llamada inicialmente escritura artificial, emuló en un primer momento el estilo establecido por los amanuenses para transcribir las palabras en el papel.

Los condicionantes técnicos propios de la tipografía, limitaban las posibilidades de expresión no únicamente gráficas del diseño, también las discursivas. No en vano, el estilo tradicional de maquetación se conoce también como página de escritor, puesto que concede prioridad al texto, y el resto de elementos quedan subordinados a este. Su estructura da prioridad al lenguaje, al texto que lo representa. Responde a un discurso lineal e ininterrumpido, como el de una conferencia, estructurado para facilitar la fluidez del texto. Si se interrumpe la estructura fragmentándola en espacios más breves, o capítulos, es porque lo hace el discurso. *“Los elementos ilustrativos (como diagramas fotografías y dibujos) no deben distraer al lector ni interrumpir la lectura. La fluidez del texto es un aspecto muy importante de la maqueta tradicional. Si imaginamos que el texto es un río, los márgenes son sus orillas y los elementos ilustrativos son obstáculos tales como rocas, comprenderemos mejor la relación existente entre el texto y otros elementos de la página. Mientras que el río puede tolerar la existencia de pequeños obstáculos en sus orillas, un pequeño obstáculo en el centro del río supone un peligro para la navegación. Un elemento que atraviesa el centro de la página de margen a margen detiene la corriente del mismo modo en que una presa contiene el agua del río. La disposición de los elementos en la parte superior o inferior de la página reduce al mínimo este problema.”* (West S., 1991 p.?) [6]

Así, la técnica tipográfica marcó el desarrollo compositivo de la página impresa hasta la aparición de la fotocomposición. Puesto que la creación de los elementos era muy laboriosa se usaban elementos no tipográficos únicamente en ocasiones singulares. Al principio del siglo XX, las máquinas Monotype y Linotype componían todavía de acuerdo con las necesidades del estilo tradicional. Fue tras la Segunda Guerra Mundial, al aparecer la fotocomposición, que pudo iniciarse el estilo moderno de maquetación u ordenación de elementos de la página. Aun que la fotocomposición permitía reproducir el modo tradicional de composición, también permitía una experimentación compositiva sin precedentes y ello fue aprovechado por los diseñadores. Todo era fotografiable y toda fotografía podía ser convertida en plancha de impresión. (Satué, E. ,1994) [7]

La innovación tecnológica permitió el desarrollo de la secuencialidad discursiva, en la página moderna, donde el argumento puede organizarse en la página de modo no lineal.

5 DAVIS, F. (1998). La comunicación no verbal. Psicología, Alianza Editorial.

6 WEST S. (1991) Cuestión de estilo. Los enfoques tradicional y moderno en maquetación y tipografía. Ack Publish.

7 SATUÉ, E. (1994). El diseño gráfico: desde los orígenes hasta nuestros días. Editorial Alianza.



5.4. Libro tradicional.

En los diseños de libro clásicos habitualmente aparecen pocas imágenes. El área de impresión viene definida por el área de texto. Muestra de libro con estructura tradicional.

Fuente Fotografía Castaldo Suau B.



Eso es, a las mejoras experimentadas las tecnologías de impresión, se sumaron las de creación de papel que favorecen el uso de grandes superficies. De este modo, la página moderna experimenta con nuevos formatos, y comienza a incluir, además de texto, diversidad de elementos (como fotografías e ilustraciones en diversos formatos) y como no, una gama de colores nunca vista anteriormente. Así las cosas, rápidamente el texto deja de dominar la página impresa y definir la estructura de la página donde ahora es un elemento gráfico más del discurso. Nuestro siglo, dice Suzane West refiriéndose al siglo XX, “*ha marcado el objetivo constante de desarrollar un lenguaje visual que trascienda al lenguaje hablado.*” (West, 1991, p.)

Paralelamente, la introducción de la tecnología multimedia permite por fin la conjunción de la comunicación verbal y no verbal. La idea de integración de imágenes en movimiento y sonido se asocia, en un principio, con el cine. Sin embargo la tecnología multimedia actual, junto con la interactividad nos brinda la posibilidad aunar todos los lenguajes textual, gráfico, cinematográfico, musical, etc. con la interacción, en un acto comunicativo sin precedentes. El lenguaje hipermedia aportan la posibilidad de pasar del discurso secuencial a otras formas “discursivas” no lineales más complejas aún, similares al diálogo, o la tertulia.

5.5. Revista Elle. Las mejoras experimentadas por las tecnologías de impresión favorecen el uso de grandes superficies, fotografía ilustraciones diversas y una amplia gama de colores. El texto ya no domina la página impresa. Todo es fotografiabile y toda fotografía puede ser convertida en plancha de impresión. La página moderna puede incluir además de texto una amplia diversidad de elementos.

Fuente: Elle.01/2003, p.64.



Se presenta como un lenguaje de lenguajes, que asume de un lado, lenguajes del oído: música, lenguaje humano; con ruido, o su ausencia, el silencio; y por el otro, lenguajes de la vista: lenguajes artísticos, la fotografía, el cine. Toda una gama de mensajes que se articulan e integran en un nuevo discurso, e irreplicable en otro medio.

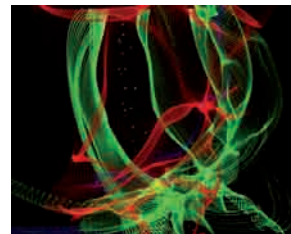
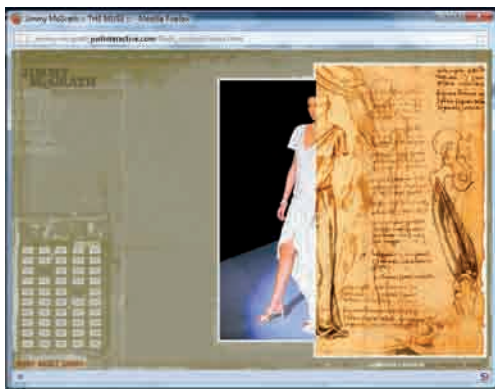
Inmerso en el siglo XXI, superados los complejos sobre las capacidades comunicativas de los lenguajes no verbales, o en su caso, su representación escrita; el diseñador puede decidir que elementos usar para expresar una idea, aunque estos sean de diferente dimensión como la tipografía, el audio, etc. Cada elemento, nos ayuda a expresar una dimensión diferente de una misma cosa. Los componentes se sitúan no como mera suma, sino como una integración que da como resultado una nueva integridad. Cada imagen, sonido texto, animación adquieren una significación distinta de la que tendría por si sola. Las relaciones que se establecen entre sonido, imagen, texto y animación... nos llevan a la consideración que los lenguajes que participan en el diseño multimedia no pueden ser considerados de manera aislada, sino que su sentido se corresponde a la relación y a la combinación que mantienen entre ellos.

Definidos los objetivos y las limitaciones del proyecto, incluyendo un inventario detallado de los elementos disponibles y sus características; podemos empezar



a identificar las relaciones entre los diferentes elementos integrantes; establecer una jerarquía en función de sus características, de aquello que lo define como tal y lo diferencia de los demás objetos y por supuesto en función del mensaje que desea transmitir; podemos empezar a tomar medidas y/o describir desde ellas, trazar los primeros esbozos de división del espacio en secciones del libro o la aplicación, en campos, y intervalos de la página o pantalla. Comienza así el proceso de aritmetización del espacio.

El nuevo enfoque rompe con la tendencia de la ciencia y el diseño de analizar la materia en términos de sus elementos constitutivos y en su lugar sugiere que debemos contemplar niveles más complejos de organización, especialmente en los diseños dinámicos no lineales caracterizados por un comportamiento irregular, variable y discontinuo. Los componentes no son una mera acumulación, sino más bien la integración resultante en nuevo conjunto. Cada imagen, sonido, texto, animación y adquiere un significado diferente del que tendría por su cuenta. Las relaciones establecidas entre elementos demuestran que los lenguajes que participan en el diseño gráfico y multimedia no pueden considerarse de forma aislada.



5♠6. Formas en el espacio generadas a partir de sonidos.
 PATRICIA ARAGÓN (2009). Muerte al mundo de los sueños. Audio: Neboa.
 Fuente: Espacio Enter <http://blackdukkarts.blogspot.com.es/2009/07/programa-para-espacio-enter.html> (visitado el 02/05/12)

5♣7. La tecnología multimedia y sobretodo la interactividad aportan la posibilidad de pasar del discurso lineal a otras formas "discursivas" no lineales más complejas aún, similares al diálogo entre dos personas, o la tertulia entre varias, como ocurre en los chats.

En un nuevo contexto tecnológico, el lenguaje multimedia, se presenta como un lenguaje mixto que asume, de un lado, lenguajes del oído: música, lenguaje humano, ruido, o su ausencia, el silencio; y por el otro, lenguajes de la vista: lenguajes artísticos y escritura.

http://jimmy-mcgrath.juxtinteractive.com/flash_content/index.html (visitado el 02/05/12)

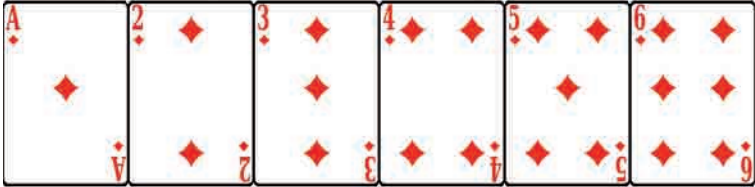


5♣8. La portada de la web de la televisión de Cataluña (2003), permiten una lectura no lineal. El lector es informado brevemente de las novedades del día, y puede decidir a su antojo sobre que contenidos desea información

Fuente: <http://tvc.com> (visitado el 05/03/2003)



Orden y método





La retícula: Método y geometría

Intuición y demostración

La teoría del conocimiento suele definir la intuición como el conocimiento inmediato que se tiene de alguna cosa sin necesidad de un razonamiento. Este conocimiento intuitivo de carácter inmediato se contraponen al conocimiento lógico, que es la consecuencia de una deducción racional demostrable intelectualmente. Por su parte, en dibujo, se usa a menudo términos como el de perspectiva intuitiva, para referirse a un sistema de representación gráfica que procede de la experiencia sensible, la observación, o la misma práctica del dibujo. En este sentido la perspectiva intuitiva es independiente de las leyes geométricas formuladas a partir de teoremas demostrables en una secuencia lógico-deductiva, desarrollados desde el punto de vista matemático. De acuerdo con esta idea, podemos afirmar que el dibujo, puede dar acceso a un conocimiento inmediato, sin necesidad de una demostración racional. (Cabezas Gelabert L. & Ortega de Ulher L. F.)^[1]

Paradójicamente, las teorías geométricas de representación, se originan como consecuencia teórica de las conquistas de los artistas del renacimiento, como explicación racional de los logros conseguidos por parte de aquellos pintores. De hecho, la geometría evolucionó muy poco desde los griegos hasta el renacimiento. El siguiente paso importante se logró gracias al trabajo del filósofo y matemático francés René Descartes, quien en su tratado *“El Discurso del Método”*, publicado en 1637, estableció una conexión entre la geometría y el álgebra al mostrar cómo aplicar los métodos de una disciplina en la otra. Estableció así las bases de la geometría analítica, en la que las figuras se representan mediante expresiones algebraicas; y con ello de buena parte de la geometría moderna (Profesorenlinea, 2005)^[2]. Los trabajos de Descartes originaron la creencia de que todo conocimiento, debía elaborarse en términos de razonamiento matemático. Propuso a sus contemporáneos, que dejaran de fiarse ciegamente de lo que habían aprendido y comenzaran a tratar de explicar su entorno desde cero, mediante un esquema científico deductivo. De este modo, pretende construir una ciencia sobre verdades absolutamente ciertas, y una filosofía en la que no quepa ninguna duda. Para ello se sirve de un «método» (del griego: camino), eso es, un camino que conduce al conocimiento de la verdad. Para tener un buen método, Descartes nos sugiere cuatro normas:

- Partir de principios claros y evidentes.
- Dividir cada problema que se plantea, en cuantas partes sea posible.
- Tratar de razonar de forma ordenada, comenzando por aquello más simple

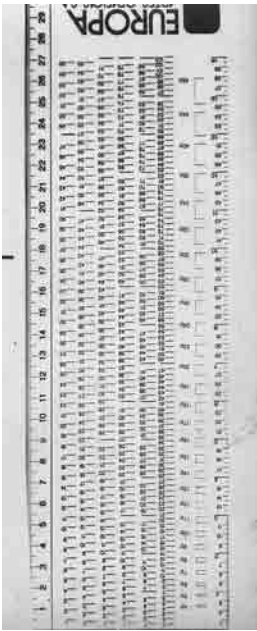
1♦1. Pin del Metropolitan Museum (1993), usando la M de *La divina Proporción*. Con la utilización del discurso de la geometría, los diseñadores se suman al prestigio de la tradición intelectual que se reconoce desde la antigüedad a las artes liberales especialmente a la geometría. .
Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.



1 CABEZAS GELABERT L., ORTEGA DE ULHER L. F. (1999). Anàlisi gràfic i representació geomètrica. Edicions Universitat de Barcelona. N°36.

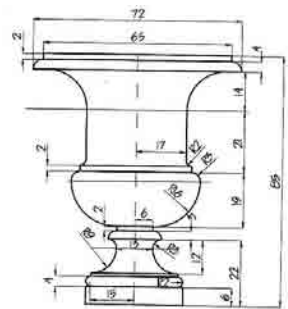
2 PROFESORENLÍNEA. Historia de la Geometría. www.profesorenlinea.cl - Querelle y Cia Ltda. Santiago - de Chile. <http://www.profesorenlinea.cl/geometria/GeometriaHistoria.htm>. (visitado el 02/09/2005)





1♦2. Tipómetro. En 1764 Pierre Simon Fournier editó un catálogo de tipos que contenía, un sistema de medidas a base de puntos tipográficos elaborado por él mismo. Dicho sistemas modificado posteriormente por Pierre Ambroise Didot, es el sistema de medición tipográfico usado en Europa hasta hoy.
Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

1♦3. Dibujo técnico. Al hablar de dibujo técnico, lo relacionamos con el dibujo de proyectos, de aquello que se quiere construir. Este se caracteriza por su función instrumental. Para que pueda ser entendido del mismo modo por cualquier persona y garantizar su objetividad está sometido a una serie de convenciones gráficas normalizadas en geometría y sistemas de representación.
Fuente: Dibujo en verde. http://dibujoenverde.blogspot.com.es/2011_01_01_archive.html (visitado el 29/09/2012)



para ascender hasta el conocimiento de lo más complejo.
-Hacer revisiones generales para asegurarse de no omitir ningún punto.

A pesar de que *La Géométrie*, publicada como un apéndice del Discurso del método, es un tratado teórico sin ninguna intención práctica, tuvo un papel fundamental para el futuro de las matemáticas, pues su influencia dio origen a la geometría analítica. Esta transformó profundamente el conocimiento matemático al relacionar ramas dispares, como la trigonometría y los logaritmos dándoles mayor significación. De su desarrollo, se derivarán conceptos como los de función y variable, fundamentales para las matemáticas y la experimentación. La ciencia experimental permite al científico convertir los resultados de una experiencia en una ecuación y después representarla o viceversa. Y, si tras repetirla (atendiendo a que las condiciones no varíen), obtiene la misma ecuación, puede llegar a formular una ley expresable mediante palabras e ideas. Una vez enunciada dicha ley, puede combinarla a su vez con otras fórmulas para sugerir nuevas posibilidades (Gombau C. y Martínez A. L., 2007)^[3].

Sin embargo, toda investigación requiere también cierto grado de creatividad. Los matemáticos describen como elegante a un determinado método de comprobación cuando:

- Utiliza una mínima cantidad de intuiciones adicionales o resultados previos.
- Una demostración que es inusualmente correcta.
- Una comprobación que deriva el resultado de forma sorprendente (de teoremas que aparentemente no están relacionados).
- Comprobación basada en originales y nuevos conceptos de entendimiento. (Creativa)
- Que pueda ser generalizado de manera sencilla para solucionar problemas similares. (Universal, ideal en el sentido de platón)

La matematización definitiva de la geometría llegaría durante la última década del siglo XVIII con el matemático Gaspard Mongue (1746-1818). Desde entonces, la geometría de la representación mediante la formulación matemática recibe el nombre de geometría descriptiva. Y se la considera que esta es la ciencia que reúne los fundamentos geométricos para la representación objetiva.

La geometría del diseño

Durante el renacimiento los artistas hicieron suyo el discurso teórico de la geometría, y con él el prestigio intelectual del que esta disfrutaba entre las artes liberales o intelectuales desde Grecia, por su capacidad de representar el orden sobre el caos, el triunfo del pensamiento abstracto sobre el de la experiencia inmediata. La teoría del arte encontró también en la geometría un modelo teórico de razonamiento, fundamento para sistemas de proporción y métodos representación geométrica y de investigación (Cabezas y Ortega, 1999).

West afirma “Uno de los puntos de coincidencia entre el diseño gráfico moderno y el estilo tradicional es que la comunicación depende del orden”. Y sigue diciendo: “Podemos decir sin miedo a equivocarnos que el hombre busca orden en el página impresa, cuyo sentido encontrará en los cambios de tamaño, espaciado, uso de las mayúsculas, etc..” (West S., 1991 p.)^[4] Tanto el diseño grá-

³ GOMBAU C. Y MARTÍNEZ A. L. (2007). El racionalismo del siglo SVXII. El Paraíso de las Matemáticas. Historia. http://www.matematicas.net/paraiso/historia.php?id=newton_raciona (visitado el 02/05/12)
⁴ WEST, SUZANNE. (1990). Working with style: Traditional and modern approaches to layout and typo-



fico tradicional como el moderno coinciden en la idea de que la comunicación depende del orden: El lector busca orden en la página impresa, cuyo sentido encontrará en los cambios de tamaño, espaciado, uso de las mayúsculas, etc. Como lectores o usuarios, hemos aprendido a buscar la estructura y anticiparnos a ella, a usar el orden para guiarse en el conjunto del libro o la aplicación multimedia. (West S., 1991) La coherencia y repetición determinan la estructura, aspecto muy importante del orden, especialmente en diseños secuenciales (no lineales) como libros y revista u aplicaciones multimedia.

La estructura de la página tradicional, es desde el punto de vista clásico, muy sencilla y se basa en los principios matemáticos y geométricos griegos redescubiertos durante el renacimiento. Consta normalmente de un eje central y márgenes. Rara vez se añade algo más. Los márgenes se construyen geoméricamente, evitando así la necesidad de uso de números y cálculo, para ello no se requiere saber matemáticas. (West S., 1991)

La teoría científica y cosmológica newtoniana i 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. La nueva metodología fundamentaba en la definición y el uso de la retícula: El modo construcción geométrico tradicional se abandonó a favor del uso de retículas trazadas numéricamente. En esta transición hacia una la geometría más aritmética, no sólo se perdieron las relaciones inherentes al proceso de construcción, también se modificaron las proporciones tradicionales para adaptarse a cualquier medida de escala. Los números llevan implícitas las posibles proporciones y relaciones entre longitudes y espacios. (West S., 1991)

Como explica West S. (1991), los principios visuales definidos por los psicólogos de la Gestalt, aportaron al diseño moderno, las bases de una teoría del diseño coherente y racional, basada en la lógica y en la ciencia y no en la costumbre, que hacia hincapié en un tratamiento objetivo y sistemático de la tipografía y el uso de retículas, que garantiza la coherencia de la página, del documento o una serie de documentos.

La moderna metodología se fundamentaba en la definición y el uso de la retícula que ha de permitir: La disposición objetiva de los argumentos con los medios de la comunicación visual. La disposición sistemática y lógica del material, del texto y las ilustraciones, de modo sólido, con su propio ritmo, de forma que sea fácilmente inteligible y estructurado. (Müller Brockmann J., 1982)^[5] En definitiva se defiende el uso de la retícula como herramienta que nos ayuda a tomar decisiones sobre el tamaño, la proporción, y la disposición de los elementos del diseño, articulando una geometría del proyecto.

La geometría se había usado desde siempre como herramienta para solucionar problemas prácticos que surgen en la proyectación y ejecución de los diseños. En este sentido es un elemento clave de la metodología proyectual. A lo largo de los siglos, los profesionales del arte y el diseño han valorado y adoptado la geometría por su capacidad de evocar lo que es esencial, inmutable, guiados por la necesidad de representar aquello universal del diseño. (Cabezas y Ortega,

graphy. (New York: Watson Guptill) Traducción al español de Catalina Martínez, Cuestión de estilo. Los enfoques tradicional y moderno en maquetación y tipografía. Madrid, Ack Publish.
5 MÜLLER-BROCKMANN J. (1982). Sistemas de retículas. Un manual para diseñadores gráficos. Ed GG/ México.



1999). Sin embargo, a pesar de existir un embrión, la tendencia a la máxima ordenación y a la economía en la aplicación de los medios, la idea de retícula como principio de organización tal como la entendemos hoy, es relativamente reciente. Su aparición y evolución parece ir ligada a la de otros conceptos inherentes como el concepto de espacio, y de elemento que integra el espacio en ámbitos como la filosofía, las matemáticas y la física. Su uso como sistema de ordenación de los elementos en la página no sería una realidad hasta la segunda década del siglo XX con la ya mencionada aritmetización del diseño por parte de los diseñadores de la Bauhaus.

Para el diseñador moderno, su uso es la expresión de cierta actitud mental con la que concibe su trabajo de forma constructiva. Como sistema de ordenación requiere una puesta en claro y un análisis de la tarea planteada. Fomenta el modo de pensar analítico, la fundamentación lógica y objetiva de la solución a los problemas. La organización objetiva de los medios para la configuración del texto y de las imágenes. (West S., 1991) De alguna manera, su uso significa someterse a leyes universalmente válidas (Müller Brockmann J., 1982) Los sistemas de retícula responden a una intencionalidad objetiva y ofrecen una base racional para tomar decisiones acerca del diseño:

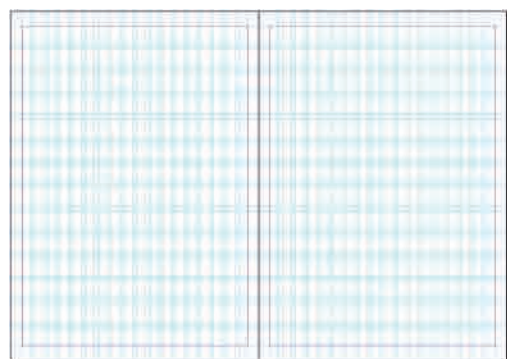
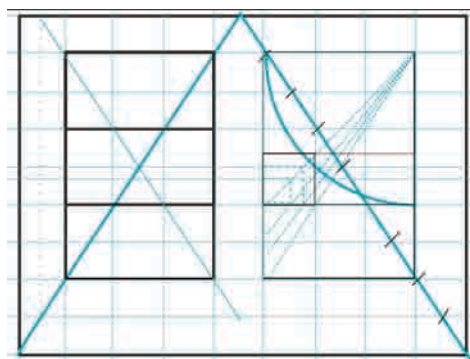
1- Garantiza la unidad global entre los elementos y el espacio de la página. El uso del sistema reticular provoca la impresión de coherencia global, de transparencia, claridad y orden. El orden en el diseño favorece la confianza y con ella la credibilidad de información que se pretende transmitir. (Müller Brockmann J., 1982)

2- Sirve de marco organizativo que determina las proporciones, el tamaño y la posición de los elementos del diseño. Dependiendo de la función y características de los elementos que ha de incluir el diseño, se subdivide el espacio definido por los márgenes en campos e intervalos y los elementos se escalan, ampliándolos o reduciéndolos, para que encajen en estos. (Müller Brockmann J., 1982)

3- Reduce la posibilidad de tomar decisiones arbitrarias durante el proceso de maquetación. Su uso como pauta de ordenación de los elementos del diseño proporciona una norma de crecimiento y organización a los montadores, una norma para solucionar problemas creativos. Una buena retícula debería ofrecer siempre una base sólida y coherente sobre la que construir y que sirva como referente para múltiples decisiones de diseño. Es el marco organizativo en el que se determinan, las proporciones, el tamaño y la posición de los elementos, con ella se reducen las decisiones arbitrarias. (Müller Brockmann J., 1982)

1♦4. Esquema de la división de un libro de acuerdo con la Regla de Oro y la Divina Proporción y retícula moderna

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.
Fuente: Ceylan Alp. <http://cyln3.files.wordpress.com/2010/04/grid-temiz1.jpg>
(visitado el 02/05/12)





La dinámica de los objetos

Como explica Elena Díez de la Cortina (2002)[1], hasta el siglo XVII la tendencia de un cuerpo a caer al suelo se consideraba una propiedad inherente y no requería otra explicación. En la cosmología Aristotélica todos los cuerpos de la región sublunar se componían de cuatro elementos. Cada uno de estos elementos poseía distintas propiedades y predisposición o tendencia para encontrar el reposo en un lugar propio, consustancial: La tierra que era el elemento más pesado, tendía a ocupar su lugar en el centro de la tierra; el agua, se situaba justo encima; le seguía después el aire, y por último el fuego, el elemento más ligero, con tendencia a dirigirse hacia la periferia del mundo. El movimiento de las cosas se debía a la predisposición de los elementos que las componían a ocupar su lugar inherente: Al tirar una piedra, esta caía buscando recuperar su lugar propio en el centro del mundo y restaurar el orden perdido. Los movimientos de los cuerpos terrestres eran por naturaleza rectilíneos: ascendentes en el caso del fuego y el aire; y descendentes en el caso de la tierra y el agua. Los movimientos no rectilíneos eran siempre violentos o forzados por algo exterior al cuerpo que en movimiento. Todos los movimientos tenían por fin mantener el orden del conjunto. Si se alteraba ese orden de la naturaleza, esta poseía de mecanismos para restablecer lo. Las propiedades o naturaleza de los cuerpos determinaban, su razón, comportamiento, desarrollo, en definitiva su destino.

En el mundo supralunar, que abarcaba la luna y todo lo que se hallaba más allá de ella (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, el sol y las estrellas), se caracterizaba por el orden, la armonía, la regularidad. Los cuerpos celestes no se componían de los cuatro elementos del mundo sublunar, sino de la quinta esencia, el éter («aether» cielo o firmamento en latín), un elemento sutil, óptimo, imponderable, transparente, incorruptible y eterno que confería una homogeneidad al cielo de la que no gozaba el mundo terrestre. Los cuerpos celestes no vagaban por el espacio vacío (que no existía). Los planetas y las estrellas estaban inmóviles, sujetos a esferas de éter que movidas por motores los desplazaban. Giraba la esfera y no el planeta en el vacío. El éter que forma el mundo supralunar posee un movimiento connatural, circular y uniforme. Lo etéreo no tiene nada que ver con el peso, ni la gravedad. Su lugar natural es la equidistancia al centro del mundo, que se logra con un movimiento circular uniforme, sin principio ni fin (eterno) en torno al centro que es la tierra. (Díez de la Cortina, 2002)

Sin embargo con el tiempo se empieza a plantear una nueva forma de entender el espacio, apoyada en la dinámica de los objetos, concretamente por la idea de que el movimiento no es inherente a los cuerpos, que conduce a la ruptura defi-

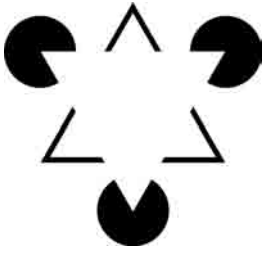
2♦1. Ilustración de la cosmología aristotélica.

Fuente: Les Echecs amoureux, pour Louise de Savoie
Manuscrit en Français du XVe siècle.
Fuente : Ciel&Terre. BNF. <http://expositions.bnf.fr/ciel/index2.htm> (visitado el 02/05/12)



1 DIEZ DE LA CORTINA E. (2002) Aristóteles teoría y praxis. Cosmogonía. Cibernous: mapa y territorio de la filosofía. <http://www.cibernous.com/index.html> (visitado el 02/05/12)

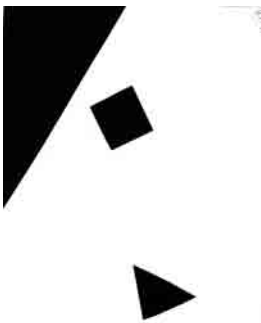




2♦2. Equilibrio. Entre dos centros de igual fuerza tiende a desarrollarse una fuerte conexión dinámica. Gracias a ello podemos ver una línea entre dos puntos y un triángulo entre tres.

El peso de cada elemento en la composición vendrá definido por sus atributos de: valor tamaño, forma perfil y textura y su situación respecto al resto de elementos.

Si no existe equilibrio, el enunciado del diseño deviene incomprensible. Ahora bien, un exceso de orden pueden resultar previsible y aburrido al espectador. Por ello y en determinadas ocasiones introducir cierto desorden en el diseño puede ayudar a centrar la atención en el punto deseado.



2♦3. Caleidoscopi (1965). El peso de cada elemento en la composición vendrá definido por sus atributos de: valor tamaño, forma perfil y textura y su situación respecto al resto de elementos.

Fuente: Ricard Giralt Miracle premio nacional de diseño. Ministerio de Industria y energía y la Fundación BCD (1990)



nitiva con la física peripatética. “Como habían señalado J. Filopón (490-566) y J. Buridano (1300-1358) en la teoría del impetu, el espacio debe ser físicamente para que el movimiento se verifique: ‘Es del todo ridículo pretender que el lugar, en tanto que lugar, posea una cierta potencia’; ningún cuerpo mueve a otro sino es a su vez movido; el imán actúa a distancia inmediatamente y no a través de un medio. (Duhem, *Le système du monde*, I, 333) Cualquier cosa que esté en reposo, añade T. Hobbes (1588-1679), lo estará siempre, a menos que otro cuerpo “intentando ocupar su puesto le ocasione por medio del movimiento no estar más en reposo”. De igual forma, si una cosa está en movimiento seguirá en ese estado a menos que otro cuerpo la detenga; ya que si no fuera por este otro cuerpo “no habría ninguna razón para que no permaneciera en movimiento como antes.” Las derivaciones lógicas de esta idea las expresó con claridad Galileo: “Si [en un espacio ilimitado] un cuerpo no sufre ninguna clase de interferencia, continúa moviéndose con velocidad uniforme rectilínea.” (Díez de la Cortina, 2002)

Estas ideas contradecían la idea de la existencia de un lugar propio para cada elemento, además de la circularidad del movimiento del universo, provocando que las especulaciones sobre el espacio se centraran en la crítica del espacio aristotélico.

Isaac Newton, tratando de responder a la pregunta de ¿por qué no cae la Luna si la misma fuerza de atracción que hace caer la manzana actúa sobre ella? formularía sus leyes del movimiento y la teoría de la gravitación universal, logrando sistematizar en una nueva cosmogonía el espacio Bruniano, el método de Descartes, y los conocimientos astronómicos y físicos estudiados desde Copérnico hasta entonces y que perduraría en el ámbito científico hasta el siglo XX y sigue enseñándose en las escuelas. El hombre había estado siempre en contacto con la fuerza de gravedad pero esta no había sido tratada científicamente hasta que Newton publicó la ley de gravitación universal en 1687. A partir de entonces no fue necesario diferenciar entre la fuerza que permitía la caída de los cuerpos en la superficie de la Tierra y la fuerza que movía las estrellas. (Luis Neira P., 1999)[2]

La obra de Newton sobre la gravitación se fundamenta en su comprensión del movimiento, que expresaría como un conjunto de leyes:

- Todo objeto del universo atrae a otro con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.
- Si no existen fuerzas externas que actúen sobre un cuerpo en reposo permanecerá en él, y en un cuerpo en movimiento continuará su movimiento a la misma velocidad y en la misma dirección.
- Si se aplica una fuerza a un cuerpo, éste se acelera en la misma dirección que la fuerza aplicada y su aceleración es inversamente proporcional a la masa del cuerpo que se mueve.
- La fuerza que impulsa un cuerpo genera una fuerza igual que va en sentido

2 NEIRA, L. P. (1999) Las partículas elementales ¿son supercuerdas? La búsqueda de una teoría unificada de las fuerzas fundamentales de la naturaleza (Parte I). IFIR. Instituto de física Rosario. Consejo nacional de investigaciones científicas y técnicas. Universidad de Rosario. <http://www.ifir.edu.ar/planetario/boletin66/particul.htm> (visitado el 02/05/12)



contrario. Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este segundo ejercerá sobre el primero una fuerza igual y de signo contrario.

Las atracciones entre planetas producen pequeñas variaciones en sus órbitas, que podían calcularse. Sin embargo los astrónomos percibieron que en ocasiones estos cálculos indicaban la existencia de alguna fuerza extra que actuaba sobre los planetas más alejados y que no se debía a ningún planeta conocido. Ello llevó a pensar que existían planetas que no podían apreciarse con los telescopios e inició la búsqueda de planetas desconocidos (Méndez R., 2005)[3].

“Para Newton, el universo era un espacio tri-dimensional de extensión ilimitada con las estrellas en reposo y en perfecto equilibrio por interacción gravitacional. El espacio apropiado era R^3 por que careciendo de frontera y siendo ilimitado entonces “el centro estaba en cualquier parte y desde todo punto se observa lo mismo en todas direcciones.”, afirma Bernui Leo (2001).

Newton sabía que adoptar un modelo de universo con un centro (de masa) tenía el serio problema de su estabilidad ya que por atracción gravitacional, antes o después, el sistema debía de colapsar al centro de masa. Por esto su modelo consistía de un sistema de cuerpos celestes homogéneamente distribuidos en una región finita del espacio más un número limitado de estrellas “convenientemente” distribuidas alrededor del primer sistema de modo que se equilibren las fuerzas gravitacionales entre ambos sistemas y se mantenga la situación de reposo observada en el cosmos desde tiempos inmemoriales. De esta manera él evitaba asumir una distribución uniforme de masas, es decir una distribución con densidad no-nula, pues en tal caso -dada la extensión ilimitada de R^3 - la cantidad de masa en el universo es infinita. El espacio y el tiempo eran entidades absolutas cuya existencia era independiente de los objetos materiales ubicados en él. Además de los cuerpos celestes visibles representados por las estrellas similares a nuestro Sol, él imaginaba que el universo estaba lleno de ‘aether’, una sustancia constituida de partículas extremadamente livianas y veloces, sistema que le servía como sistema de referencia absoluto (i.e. sistema de referencia inercial) (Bernui Leo A., 2001)[4]

Newton descubrió la ley de la inercia, la tendencia de todo objeto a moverse en línea recta a menos que alguna fuerza influencie su movimiento. La Luna, pensó Newton, se movería en línea recta a no ser que una fuerza la atraiga constantemente hacia la Tierra, Newton llamó a esta fuerza gravedad y creyó que debía actuar a distancia, sin la necesidad de una entidad física (como una cuerda) conectando a la Luna y a la Tierra.

A partir del trabajo de Kepler acerca del movimiento de los planetas alrededor del Sol, Newton dedujo la característica de esta fuerza y demostró que se trata de la misma que hace girar a la Luna alrededor de la Tierra, las lunas de Júpiter alrededor de este, y más aun, que es la responsable de la caída de los objetos en la Tierra. Por ello la denominó «universal», pues rige en todo el Universo. (Carrasco Licea & Carramiñana Alonso A.; 199) [5]

3 MENDEZ, R. y BARZANALLANA A.() Ejemplo de una teoría científica. Apuntes para la asignatura introducción a la informática. POF. Página personal. <http://arraquis.dif.um.es/~rafa/2intro.htm#BM6>

4 BERNUI LEO A. (2001) La forma del universo. Revista De La Facultad de Ciencias – UNI. Volumen 5 - Numero 1 - Julio 2001, Pags-15-26 <http://fc.uni.edu.pe/publicaciones/rev05/pdf/pags-15-26.pdf> (visitado el 02/05/12)

5 CARRASCO LICEA E. y CARRAMIÑANA ALONSO A.() Newton y la ley de la gravitación universal. Instituto nacional de Astrofísica, óptica y electrónica. México. <http://www.inaerop.mx/~rincon/newton.html> (visitado el 02/05/12)



2♦4. Cuadro perteneciente a la serie de Las constelaciones. Joan Miró (1940-1).

“La única manera de explicar un Universo estático pasaba por suponer que todas las estrellas se encontraban en equilibrio, es decir, que las fuerzas que las empujaban en una dirección se compensaban con otras que las arrastraban en la contraria. Con la fuerza de la gravedad como única responsable de sus movimientos, esto significaba que una estrella cualquiera debía sentirse atraída de igual manera por sus compañeras de “arriba” que por las de “abajo”, y así con cualquier dirección. Esto era posible sólo si existían infinitas estrellas llenando el Universo ya que, de otra manera, las estrellas de los bordes no se encontrarían en equilibrio y se precipitarían en una dirección, provocando un cataclismo cósmico”

Texto de: ROLDAN PIRACES J.A.
Curso de cosmología. <http://www.terra.es/ciencia/articulo/html/cie5408.htm>

-Fuente imagen: Pins d'or. <http://pinsdor.blogspot.com.es/2011/11/sobre-la-obra-de-joan-miro.html> (visitado el 02/05/12)





2♦5. En tipografía se corrigen las formas para compensar el peso visual
Fuente: Castaldo Suau, B.

Composición y gravitación

Para Newton, el universo era un espacio tridimensional de extensión infinita cuyas estrellas permanecían eternamente en reposo y equilibrio 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 un cuadro o una fotografía se presupone que el mundo continúa más allá de esos límites de papel, la pantalla o el lienzo. El cuadro, la fotografía, el video, representan un fragmento del espacio en que vivimos, la modelización de este, su representación simbólica. Renè Magritte, representó explícitamente esta idea en algunos de sus cuadros, como el de *“La condición humana”* (Ginebra, 1936) en el que se confunde el paisaje con lienzo y viceversa. El universo particular de Joan Miró, con los personajes, colores y demás elementos que lo caracterizan, aparece como una trama que cubre de forma uniforme toda la superficie de cada una de sus *Constelaciones* (1940-1) convertidas así, en un espacio que parece prolongarse más allá del papel. 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. Por ello, al analizar un diseño, hay que explorar los diversos niveles estructurales, partiendo del esquema global más amplio. La configuración del nivel superior influye en lo que sucede 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,

2♦6. Retrato de paloma Picasso. La mirada de Paloma Picasso crea dirección. Fotografía de: HELMUT NEWTON.
Fuente: Técnicas de los grandes fotógrafos. Hermann Blume, Madrid. 1982



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 incomprendible.

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; el color, los colores claros son más pesados que los oscuros; la forma, las figuras geométricas pesan más que las formas no regulares; y por último, el aislamiento también confiere peso, los elementos que aparecen solos en un fondo 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 el diseño o 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.

Existen infinitas maneras de obtener el equilibrio visual. Así, en tipografía se corrigen las formas de las letras para compensar su peso visual (Figura 2•5). 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.

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 los planos fotográficos y cinematográficos el centro visual se sitúa algo por encima del centro geométrico.

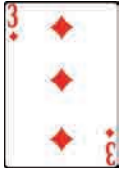
La retícula ayuda a tomar decisiones sobre el tamaño, la proporción, y la disposición de los elementos del diseño, articulando una geometría del proyecto en una red de campos e intervalos que configuran el espacio compositivo. La segmentación es la subdivisión de la página en áreas más pequeñas, cada una de las cuales equivale a su vez a una minúscula composición.

2•7. Niveles estructurales y segmentación. Al mirar un diseño hay que explorar a menudo varios niveles estructurales, partiendo del esquema global más amplio. La configuración del nivel superior influye en lo que sucede en los niveles subordinados. La exploración se detiene cerca del nivel en que la estructura se descompone en meras partículas.

Al mirar un diseño hay que explorar a menudo varios niveles estructurales, partiendo del esquema global más amplio. La configuración del nivel superior influye en lo que sucede en los niveles subordinados. La exploración se detiene cerca del nivel en que la estructura se descompone en meras partículas.

La segmentación es la subdivisión del diseño en áreas más pequeñas, cada una de las cuales equivale a una página minúscula. Fuente: TVC. <http://www.tvc.es> (visitado el 05/03/2003)





Orden y caos en diseño

Cosmos y caos

“Según la mitología griega, el universo se engendró de un infinito abismo, falto de forma o contenido, una zona de confusión continua y oscuridad incesante. Esto era Caos, el progenitor de todas las cosas. De él surgieron todos los aspectos del universo clásico: los dioses, los monstruos, la tierra y el hombre. Caos dio origen a tres seres sobre los que reinó más tarde: Erebo, la oscuridad primitiva; Nix, la noche más profunda y Eros, el instinto reproductor desenfrenado. Junto a Caos, ellos fueron los únicos habitantes del Universo durante un periodo de tiempo incalculable.

El siguiente ser que nació fue Amor, hijo de Erebo y Nix. No hay duda de que Eros tuvo que ver con la creación de Amor, puesto que sin Eros el instinto reproductor nunca hubiera alcanzado a Erebo y Nix. Una vez creado Amor, no hubo forma de que Caos pudiera continuar reinando por más tiempo; el Amor comenzó a ordenar y armonizar la naturaleza casual del Universo.

Más tarde del Amor surgieron las fuerzas primarios de la Luz y el Día, dos hermanos que fueron capaces de dominar el desorden y proporcionar el ambiente adecuado para la creación espontánea de Gea (la tierra) y Urano (el cielo).”[1](Morgan J. R., 1995)

La poética interpretación mitológica que hacen los griegos de la creación del mundo y el orden del Universo, así como la posterior interpretación cristiana han condicionado para siempre la visión científica de la creación y el orden del universo.

El término Caos procede del griego antiguo *Χάος*, «espacio que se abre», o «hendidura». En algunos relatos de la cosmología griega, la palabra Caos aparece para designar el estado primigenio, aquello existente con anterioridad al resto de los dioses y fuerzas elementales, la masa en estado amorfo e indefinido, sobre la que se introdujo orden y armonía generando el Cosmos. Con el tiempo y debido a variaciones lingüísticas, tanto en inglés como en castellano la palabra ha derivando hacia su significado actual: desorden y confusión y a aparece frecuentemente ligada a fenómenos o situaciones «incontrolables», como por ejemplo el tráfico de una gran ciudad. La asociación del caos con aleatoriedad, se debe a dificultad de controlar ciertos sistemas. Habitualmente denominamos caos a todo aquello que somos incapaces de sistematizar. (Balibrea Gallego J., 1999)[2]

1 MORGAN J. R. (1995). Dioses clásicos de la mitología. Ed. Libsa. Madrid.

2 BALIBREA GALLEGO, F. (1999) La noción de caos en matemáticas. Un problema no lineal. Francisco.



Tradicionalmente, se entiende que la ciencia tiene como objetivo descifrar el orden, no siempre evidente, de la naturaleza. La física clásica, acorde con la tradición platónica, contraponen «ser» y «devenir», «verdad» e «ilusión», universal y particular. Su objetivo no es otro que comprender aquello que es inmutable, «verdadero», con un comportamiento constante y ordenado. Para ello se sirve de un método: La metodología científica se fundamenta en la hipótesis de que, para comprender el mundo, hay que aislar sus partes hasta llegar a sus unidades básicas y que este modo de ver analítico proporciona una visión de la realidad en su estado puro. El supuesto metodológico fundamental la ciencia clásica consiste en que, para comprender el mundo, debemos aislar sus partes o componentes hasta llegar a sus unidades elementales (sean quarks, cromosomas o puntos). Se descompone el objeto de estudio y examinan sus componentes uno tras otro, pensando que este procedimiento analítico conduce a la visión de la realidad pura (Calero Morcuende L., 1999)[3].

Durante siglos, los profesionales del arte y el diseño han adoptado el método analítico de la ciencia clásica con el objetivo de alcanzar la objetividad y minimizar el margen de error en los resultados finales. Se subdivide el problema planteado por el cliente en problemas más pequeños y específicos. Después tras el análisis de todos los datos, el diseñador intenta dar con soluciones a cada uno, y al conjunto: comienza a definir esbozos, a construir el diseño de acuerdo con las necesidades materiales, económicas, económicas, psicológicas, formales, etc. De este modo y como reza el proverbio japonés, lo bello será consecuencia de lo correcto. (Munari B., 1983)[4]

Para el diseño moderno, y en especial el diseño suizo, explica Suzane West (1991)[5]: Las personas tenemos la tendencia innata de buscar el orden en el mundo que nos rodea. Nuestra percepción de este orden, se basa esencialmente en la repetición coherente de elementos. Para ello se debe establecer una pauta, con un mínimo de tres elementos. Una vez creada, si se desea conseguir orden, cualquier cambio que se realice en esta, debe hacerse siguiendo una norma, de lo contrario, si se realizan de manera arbitraria o aleatoria, el observador puede percibirlo como carentes de sentido. El diseño racional se caracteriza por el orden, mientras que el caos responde a lo irracional y lo frívolo. Eso es, el proceso de la comunicación visual que se basa en el orden, depende fundamentalmente de que el observador perciba un modelo dotado de significado. El caos, por contra, interfiere notablemente en dicho proceso. Dentro de un sistema ordenado puede darse la variedad, sin embargo si la relación entre unidad y variedad se inclina decididamente por la última se percibe como desorden. No obstante, incluso en aquello que en un primer momento se percibe como caótico o desordenado, podemos encontrar cierto orden.

El diseño moderno, por su parte entiende el proyecto de una revista, periódico o similar como un sistema determinista, con un comportamiento contante y ordenado, como el del reloj del universo newtoniano. Con la retícula intenta

IIIª Semana de Filosofía de la región de Murcia. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia4.htm>

3 CALERO MORCUENDE L. (1999). Descripción de la materia y caos. Orden y caos. Las ciencias de la complejidad. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Organización: Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia. Coordinación: Antonio Campillo. Impreso en Uqbar. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia2.htm> Consultado el 11/ 09/ 2011

4 BRUNO MUNARI. ¿Como nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. Barcelona, ED GG, 1983.

5 WEST, SUZANNE. (1990). Working with style: Traditional and modern approaches to layout and typography. (New York: Watson Guptill) Traducción al español de Catalina Martínez, Cuestión de estilo. Los enfoques tradicional y moderno en maquetación y tipografía. Madrid, Ack Publish.



establecer una ley universal a la que se adapten todos los elementos. La retícula será tanto más perfecta cuanto menos cosas deje al azar. Para entendernos, podríamos decir que la retícula es como un cajón donde a cada elemento le corresponde un sitio. Los elementos se amplían o reducen para que encajen en ella, y su tamaño no debe ser nunca superior al establecido para cumplir correctamente su función.

En la actualidad, por contra, los científicos se han interesado por el «desorden» bajo todas sus formas, emergiendo la necesidad de elaborar una «ciencia del desorden» (Mandressi R., 1999)[6]. La estabilidad y la simplicidad han dejado de ser la regla para convertirse en la excepción. Desde el reconocimiento de la complejidad, la nueva ciencia reclama el estatuto de realidad para aquello cambiante, así como su derecho a adquirir carta de naturaleza científica. (Calero Morcuende L., 1999)

De la teoría del caos al diseño.

La búsqueda de una explicación a los fenómenos naturales que observamos, complejos e irresolubles mediante fórmulas, ha dado lugar a la Teoría General de Sistemas el Caos y los Fractales, que sin negar el mérito de la ciencia clásica, plantea una forma nueva de estudiar la realidad. La teoría General de sistemas, el caos y los fractales trata de establecer una teoría unificada de los sistemas no lineales basada en técnicas matemáticas como las involucradas en los algoritmos genéticos y digitales. Según esta, el gran error histórico de la ciencia consiste en estudiar la naturaleza de modo fragmentado y explicarlo todo mediante la suma de partes, al mismo tiempo que pretende predecir de forma certera y precisa la evolución de un objeto dado, cuando la realidad parece indicar que el mundo es fundamentalmente «desordenado», libre.

Contrariamente a lo que se ha creído desde Newton hasta hoy, en la naturaleza predomina el caos y no la predictibilidad. Los sistemas lineales, causales y predecibles, son la excepción en el universo. Sin embargo para los teóricos del Caos, la palabra Caos *“no significa desorden absoluto, sino un comportamiento regido por factores determinísticos, pero con un nivel significativo de incertidumbre en la evolución de su comportamiento.”* (Farbiaz F. J. y Álvarez D. L., 1999)[7]

Curiosamente, un hecho interesante es que existe una aparente universalidad en la descripción de fenómenos complejos de distinta naturaleza. No obstante, aunque en el desorden aparente siempre podamos hallar cierto orden, ello no conduce tampoco a la predicibilidad. Un cambio mínimo en el estado inicial puede dar lugar a un final insospechado. Cada cambio, por pequeño que sea, puede variar la estructura total, de modo que, sistemas simples pueden evolucionar de forma compleja e imprevisible. Las condiciones iniciales no disponen de un espectro continuo sino de un espectro estructurado fractalmente. (Farbiaz F.J. & Álvarez D.L., 1999)

6 MANDRESSI, R. () Orden, desorden, caos: ¿un nuevo paradigma?
<http://henciclopedia.org.uy/autores/Mandressi/Caosorden.htm>

7 FARBIARZ F.J., ALVAREZ, D.L.(1999) Caos y fractales en la medicina. Conferencias “Inteligencia artificial aplicada a la medicina. <http://www.encolombia.com/medicina/academecina/m-02JFarbiazr.htm>. Visitado el 10/047012)



En la novela Parque Jurásico, de Michael Crichton, aparece el personaje de Ian Malcolm, que presenta la teoría del caos de este modo: *“La física tuvo un gran éxito en la descripción de ciertas clases de comportamiento: planetas en órbita, espacionaves yendo a la Luna, péndulos, resortes y bolas que ruedan, esa clase de cosas. El movimiento regular de los objetos. Estos movimientos se describen mediante lo que se denomina ecuaciones lineales, y los matemáticos pueden resolver esas ecuaciones fácilmente... Pero existe otra clase de comportamiento, que la física maneja mal. Por ejemplo, todo lo que tenga que ver con la turbulencia: el agua que sale de un surtidor; el aire que se desplaza sobre el ala de un avión; el clima; la sangre que fluye a través del corazón. Los sucesos turbulentos se describen mediante ecuaciones no lineales. Son difíciles de resolver. De hecho, habitualmente es imposible resolverlos. Así que la física nunca entendió toda esta clase de sucesos. Hasta hace unos diez años. La teoría que los describe se denomina teoría caos. En su origen, la teoría caos surgió de los intentos por hacer modelos meteorológicos computadorizados, en la década de 1980... Dentro de la compleja variedad de un sistema, realmente encontramos regularidades ocultas. Ese es el motivo de que, ahora, la del caos se haya convertido en una teoría muy amplia que se usa para estudiarlo todo, desde la bolsa hasta multitudes que producen tumultos, pasando por las ondas cerebrales durante la epilepsia. Cualquier sistema complejo en el que haya confusión y que sea imposible de predecir, podemos hallar un orden subyacente... La teoría del caos dice dos cosas: primero, que los sistemas complejos, como el clima, tienen un orden subyacente. Segundo, la inversa de eso, que sistemas simples pueden producir un comportamiento complejo.”* (Crichton M., 1990)[8]

Este nuevo paradigma científico lógicamente ha provocado un cambio en la perspectiva fundamental en todos los ámbitos de investigación. Sin embargo, no parece que la coincidencia entre el diseño y las nuevas teorías del caos y la teoría general de sistemas se haya tratado de forma suficientemente profunda en el ámbito del arte y el diseño. En lo teórico, el diseñador sigue entendiendo su proyecto como un sistema determinista, con un comportamiento como el del reloj del universo newtoniano. Se analiza los diseños u obras de arte en términos de sus partes constitutivas, como hacía la ciencia clásica, y a partir de ellas entender o establecer su pauta generativa. La retícula representa gráficamente la ley universal a la que han de adaptarse todos los elementos. Esta será tanto más perfecta cuanto menos cosas deje al azar.

Este nuevo paradigma científico lógicamente ha provocado un cambio en la perspectiva fundamental en todos los ámbitos de investigación. Sin embargo, no parece que la coincidencia entre el diseño y las nuevas teorías del caos y la teoría general de sistemas se haya tratado de forma suficientemente profunda en el ámbito del arte y el diseño. En lo teórico, el diseñador sigue entendiendo su proyecto como un sistema determinista, con un comportamiento contante y ordenado, como el del reloj del universo newtoniano. Se analiza los diseños u obras de arte en términos de sus partes constitutivas, como hacía la ciencia clásica, y a partir de ellas entender o establecer su pauta generativa. La retícula representa gráficamente la ley universal a la que han de adaptarse todos los elementos. Esta será tanto más perfecta cuanto menos cosas deje al azar. Para entendernos, podríamos decir que es como un cajón donde a cada elemento le corresponde un sitio. Los elementos se amplían o reducen para que encajen en ella. Eso es, su tamaño no debe ser nunca superior al establecido para cumplir

8 CRICHTON M.,(1990). Parque Jurásico. Traducción por DP Yagolkowski de Jurassic Park, 1990. Emecé Editores y Editorial Printer Latinoamericana Ltda. Santafé de Bogotá, 1993 (Páginas 96-100 y 370).



correctamente su función, de lo contrario se considerará excepcional o incluso erróneo.

Sin embargo, la perspectiva sistémica, propone que en lugar de analizar las cosas en términos de sus partes constitutivas, como hacía la ciencia clásica; la consideración de niveles más complejos de organización, especialmente de sistemas dinámicos que se caracterizan por un comportamiento irregular, variable y discontinuo. (Calero Morcuende L., 1999) [9]

Frente a esta visión newtoniana del diseño donde para la resolución del proyecto los objetos se ordenan según un plan, o pautas inmutables que le confiere un orden global, los nuevos diseñadores sistémicos[10]* reivindicamos la inclusión o aceptación del caos en el diseño. Ahora bien, como ocurre en física, caos, no significa desorden absoluto, sino un comportamiento regido por factores determinísticos, aunque con un nivel significativo de incertidumbre en la evolución de su comportamiento.

En esta línea, el diseñador sistémico, sin negar el mérito del diseño moderno y la necesidad del uso de la retícula como pauta de ordenación, debe asumir el nuevo modelo teórico de la ciencia, que permite dar una explicación a todo aquello que en determinados momentos era difícil de explicar desde la perspectiva teórica del diseño moderno. Me refiero a todo aquello cambiante, que en determinados momentos, obligaban a los diseñadores a mantener que: Las normas son para saltárselas.

Por ejemplo, el éxito inicial del programa Macromedia Flash para la creación de webs respecto al html, fue que permitía a los diseñadores construir la página Web con más control y estabilidad en la disposición de elementos, siguiendo la idea del diseño newtoniano. No obstante, hoy se aprecia cada día más la adaptabilidad a diferentes (caóticas) circunstancias, como la adaptación al formato de pantalla, la resolución, la adaptación del tamaño del texto a las necesidades del lector, etc.

Desde el punto de vista gráfico ocurre algo similar con ciertos formatos de libro digital, en los que el texto puede adaptarse al tamaño de lectura que desee el lector.

9 CALERO MORCUENDE L. (1999). Descripción de la materia y caos. Orden y caos. Las ciencias de la complejidad. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Organización: Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia. Coordinación: Antonio Campillo. Impreso en Uqbar. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia2.htm> Consultado el 11/09/2011

10* Con este título nombro al diseñador que entiende el diseño como un sistema caótico y no estático como lo hace el diseñador moderno. La elección viene determinada por la que han hecho los científicos que abrazan la misma visión respecto al universo y a la ciencia. Reusé el término diseño Postmoderno por las connotaciones que la palabra postmoderno ya tiene sin vínculo alguno con las teorías científicas del Caos.



El fin de las certidumbres

Indeterminación e Indescriptibilidad

El nuevo enfoque científico rompe con la tendencia de la ciencia y el diseño de analizar la materia en términos de sus elementos constitutivos y en su lugar sugiere que debemos contemplar niveles más complejos de organización, especialmente en diseños dinámicos no lineales que se caracterizan por un comportamiento irregular, variable y discontinuo. Los componentes no son una mera acumulación, sino más bien la integración resultante en nuevo conjunto. Cada imagen, sonido, texto, animación y adquiere un significado diferente del que tendría por su cuenta. Las relaciones establecidas entre elementos demuestran que los lenguajes que participan en el diseño gráfico y multimedia no pueden considerarse de forma aislada.

Todo sistema viable, y por tanto todo diseño, es por naturaleza, indescriptible en su totalidad. Esto se deduce del hecho de que nunca podemos conocerlo en su totalidad. Si bien podemos identificar sus partes o subsistemas, jamás podremos observar el conjunto total de relaciones entre partes constitutivas. Si analizamos el diseño de una web, por ejemplo, podemos estudiar los diferentes subsistemas que lo integran por separado (la hoja de estilos tipográfica, el comportamiento de las imágenes, animaciones, videos, sonidos, marketing, operaciones, clientes, accionistas, etc.) pero jamás alcanzaremos a tener un cuadro completo de la organización, puesto que no podemos considerar las múltiples interacciones entre sus diferentes subsistemas o elementos que lo integran. (Prigogine I, 1996)[11]

Otra de las características de los sistemas viables descubierta por Prigogine es la «irreversibilidad». Los diseños desde su nacimiento y hasta su muerte no dejan en ningún momento de evolucionar, pasando por diferentes etapas de desarrollo en cada una de las cuales presenta características únicas imposibles de volver a reeditar en el tiempo. Todo diseño como sistema que es, no deja de evolucionar desde que nace, sea para bien o para mal, para el éxito o para el fracaso. Aun que puede presentar etapas similares, jamás las condiciones en el tiempo serán las mismas (Prigogine I, 1996). El diseño de un personaje como Mickey Mouse se dio en un momento concreto en el que convergieron circunstancias humanas o personales de Walt Disney, económicas, tecnológicas, sociales, etc. Con el tiempo el diseño ha ido cambiando y adaptándose a las circunstancias de cada momento, pasado por diversas etapas claramente vivibles gráficamente. El diseño original de periódicos como *El País* o *La Vanguardia* o la web de la *Escuela Superior de Diseño de la Islas Baleares* han tenido que adaptarse a las innovaciones tecnológicas y nuevas necesidades comunicativas para sobrevivir. En cada una de sus etapas pasadas presentan características únicas e irrepetibles. Aunque fueron en mayor o menor grado exitosas, ese éxito sería difícilmente reeditable en la actualidad si mantuviéramos los diseños de antaño. Eso es, ni los diseños originales ni sus múltiples rediseños anteriores funcionarían como lo hacen los diseños actuales, puesto que el ambiente ya no es el mismo.

Los diseños son irreversibles/ inreeditables, no sólo porque son resultado de circunstancias únicas, lo son porque nunca podremos describirlo en su totalidad. Podremos identificar sus partes o elementos, pero no observar la totalidad de interacciones entre ellas. Nunca lograremos a realizar una descripción completa

11 PRIGOGINE I., (1996) El fin de las certidumbres. Taurus Pensamiento.



de su organización, puesto que es imposible considerar la multiplicidad de interacciones existentes. Es fundamental que la indescriptibilidad sea asumida para análisis, creación y la crítica de diseños.

En esta optimización resulta fundamental el estudio o análisis previo, pues conociendo bien el funcionamiento de estos subdiseños/etapas, sus límites, su dinámica y estructura, y aun reconociendo que todo diseño es por su naturaleza indescriptible totalmente, es posible plantear de forma no infalible, pero si razonable su posible evolución. Tratar de controlar los efectos de retroalimentación en diseños sucesivos. Aunque nunca tendremos la certeza de su éxito, pues la realidad es compleja y una circunstancia inesperada puede provocar su fracaso, o quizá también un éxito mayor de lo previsto. Calcar, repetir, imitar una edición anterior, u otro diseño exitoso sin ese análisis riguroso previo, es desde el punto de vista sistémico aumenta la posibilidad de equivocarse, de errar en el interno. Conviene saber en la mayor medida posible cuales fueron las condiciones iniciales o condiciones de límites, la pauta de ordenación en cada una de las etapas, así como describir cuales son sus límites ahora, para plantear como y en que medida realizar cambios con razonables posibilidad de éxito, que en ningún caso está garantizado.

Desde la perspectiva de la teoría del caos, las soluciones óptimas o universales en el sentido platónico, a un problema no existen: partiendo de condiciones iniciales similares se puede llegar a diversos diseños con razonables posibilidades de éxito. Y paradójicamente a partir de distintas condiciones iniciales y por distintos caminos se puede alcanzar un resultado similar.

Esta optimización periódica para que un diseño siga alcanzando sus objetivos, es, a menudo, realizada por un diseñador o un equipo diferente al inicial. El diseño del Mikey Mouse que hoy conocen los niños, no es sólo de Walt Disney, en sus sucesivas adaptaciones a la nueva realidad, han participado varios diseñadores. Los múltiples diseñadores que intervienen en un la vida de un diseño, forman parte de sus límites, en la medida que lo determinan.

Por otra parte podemos observar también la veracidad del principio de indeterminación, si lo aplicamos a la organización de una publicación editorial, como por ejemplo la edición nº13.031 del periódico *El País*, nos encontraremos con circunstancias propias, particulares y singulares (caóticas), que no se daban en ediciones anteriores ni se repetirán en ninguna de las ediciones futuras: cada edición, se ocupa de temas diferentes, nuevos textos, otras imágenes, etc. Reeditar las características gráficas y formales de un diseño anterior, no es que sea un error, es imposible desde el punto de vista sistémico.

Por otra parte y aunque no existen soluciones óptimas, universales...en el sentido platónico a partir de distintas condiciones iniciales y por distintos caminos se puede alcanzar un mismo fin (equifinalidad). Así mismo se puede alcanzar el mismo resultado, partiendo de diferentes condiciones iniciales y siguiendo distintos itinerarios en el proceso de creación del diseño. (multifinalidad)



3+1. Web *El País*.

En cada edición de la web o el periódico en papel de *El País*, nos encontraremos con circunstancias propias, particulares y singulares (caóticas)
Fuente: <http://www.elpais.es>
(visitado el 06/03/2003 y el 23/04/2003)





Metodología

Análisis de sistemas

El valor transdisciplinario de la TGS, reside en la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes, aunque referidas a sistemas diferentes. Con el análisis de diseños, se persigue la comprensión del funcionamiento de un sistema y la evaluación de su capacidad de alcanzar los objetivos para los que fue creado: Se trata de estudiar sus propiedades: las relaciones internas y/o externas simultáneas y/o secuenciales, entre sus elementos y/o grupos de elementos, que no pueden ser desconectados sin destruir la esencia del sistema; es decir, su unidad e identidad.

En el ámbito de la ingeniería, el diseño industrial, y la arquitectura... es habitual el estudio de las propiedades de sistemas biológicos para el diseño de determinados productos.

Por otra parte, los sistemas evolucionan: Si cambia el ambiente y el diseño permanece estable, es posible que pierda eficiencia, es decir no alcance la totalidad de objetivos para lo que fue creado. Cuando esto ocurre las empresas deben buscar las causas por las que ha dejado de “funcionar” y optimizar el diseño para volver a alcanzar los objetivos o seguirá dejando de cumplir su función poco a poco.

Hay quienes pueden pensar que, ante problemas similares, estudiando otros sistemas/diseños con un funcionamiento óptimo, pueden usar soluciones parecidas, cambiando pequeños detalles adaptando el diseño a las nuevas necesidades (modelos particulares se extrapolan a otro modelo particular). Sin embargo, esta perspectiva es desde el punto de vista de la TGS y del Caos errónea, pues con un pequeño cambio en las circunstancias, elementos, o sus relaciones puede llevar al fracaso del diseño.

Lo que se pretende es, a partir del reconocimiento de modelos generales, crear completar y/o corregir modelos particulares usando siempre una metodología de acción global: que respete las interconexiones entre las partes, a diferencia de otras metodologías que no propician el enfoque macroscópico, ni ofrecen herramientas para el manejo de la complejidad. Desde la perspectiva sistémica, el valor del análisis radica en la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes, aunque referidas a sistemas diferentes. De nociones abstractas, extraer modelos de sistemas reales.



La ingeniería de sistemas

Si la ciencia de los sistemas investiga leyes físicas, interrelaciones, de los sistemas naturales, la ingeniería de sistemas trata sobre la aplicación de principios científicos a lo largo del proceso de diseño y desarrollo del sistema, sea del tipo que sea. Sus métodos, pueden ser aplicados eficazmente en cualquier tipo de sistema, y como no, también a la creación de un diseño gráfico o multimedia si lo entendemos como tal.

En términos de la Teoría General de Sistemas el diseñador tendría por misión definir las características de un producto partiendo de unos objetivos previos y unas entradas. Ello se puede lograr en las siguientes etapas

1- El análisis de la situación y definición de objetivos

En esta etapa el diseñador toma conocimiento del sistema, se ubica en cuanto al origen, los objetivos que se pretenden alcanzar con el diseño, trayectoria previa en caso de haberla. (Blanchard B.S., 1995)[1]

A) Definición de los objetivos

En primer lugar, el diseñador debe determinar para que ha sido requerido. Los objetivos del diseño son las metas que se desea alcanzar. Todo proyecto de diseño responde a uno o varios propósitos. El cliente acude al diseñador con la pretensión de: publicitar su empresa, publicar unos textos, comercializar determinados productos...

A menudo el cliente plantea al diseñador los efectos que desea conseguir i no tanto las causas, y el diseñador deberá tratar de concretarlas. Por ello, será de gran ayuda entender y anotar minuciosamente todas las inquietudes y demandas del cliente al recoger su petición, pues en ellas encontrará los primeros condicionantes que comienzan a definir los límites del proyecto. Cada una de ellas responde a un objetivo. Normalmente detectaremos objetivos más específicos dentro de los objetivos generales, estableciendo una jerarquía que deberemos plasmar posteriormente en las relaciones entre elementos del diseño. Realizar una lista de objetivos y tratar de determinar condicionantes de estos objetivos resulta de gran utilidad.

Esta definición de objetivos debe expresarse en términos cualitativos, cuantitativos, y con el suficiente detalle, para poder pasar después a la siguiente fase: La descripción completa de las carencias y necesidades. (Blanchard B.S., 1995)

B) Búsqueda de información

El analista diseñador debe recopilar toda la información referente al proyecto, así como la información referente al límite de interés.

1 BLANCHARD, B. S (1995). Ingeniería de Sistemas. ISDEFE Ingeniería de sistemas. Primera edición, Traductores:Rafael Ugarte Azuela, Alberto Sols Rodríguez - Candela.Madrid.
<http://www.isdefe.es/webisdefe.nsf/0/E8702666AF02439DC1256C300026AFD4?OpenDocument> (visitado el 02/05/12)



Con el término ambiente nos referimos al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento del diseño. (Marcelo Arnold, Ph.D. y Francisco Osorio, M.A., 1998)[2]

Los diseños son sistemas abiertos, establecen intercambios permanentes con su ambiente. Reciben continuamente de él y descargan en él. Este intercambio determina su equilibrio, capacidad reproductiva o de continuidad, es decir, su viabilidad (entropía negativa, teleología, morfogénesis, equifinalidad). (Marcelo Arnold, y Francisco Osorio, 1998) Pues bien, en esta primera fase del proyecto, el sistema básicamente importa información del ambiente para procesarla después.

Si el intercambio con el ambiente cesa, el diseño, pierde sus fuentes de energía y deja de cumplir su función. Entonces se extingue como diseño, o en algunos casos afortunados, si alguien es capaz de asignarle otra función, puede perdurar en otra existencia por ejemplo por su interés, documental, decorativo, etc.

Por ello, y para poder seguir cumpliendo con su función, los diseños, requieren una continua adaptación a su ambiente, que es cambiante. Únicamente podemos considerar un diseño como cerrado si lo visualizamos en un periodo corto de tiempo, en el que no requiera adaptación.

- Definición del foco de atención: El foco de atención, incluye aquello que se aísla para estudiar y excluye el resto. En términos de sistemas, se llama límite de interés. Para determinar este límite se considerarían dos etapas por separado:

-La determinación del contexto de interés.

-La determinación del alcance del límite de interés entre el contexto y el sistema.

Determinar el límite de interés es fundamental para definir el foco de análisis, puesto que sólo será considerado lo que quede dentro de ese límite. Entre el diseño y el contexto, determinado con un límite de interés, existen infinitas relaciones. Generalmente no se toman todas, sino únicamente aquellas que interesan al análisis, o que probabilísticamente presentan las mejores características. (Simbron N., 1999)[3] Ese límite de interés se suele representar como un círculo que encierra al sistema, y que deja fuera aquello del contexto que no interesa al analista.

Los conceptos de input y output permiten acercarnos instrumentalmente al problema de los límites del diseño. Con el término entradas o inputs nos referimos a la importación de los recursos necesarios para crear y posteriormente mantener el diseño. En ingeniería de sistemas los recursos del sistema son todos los medios o recursos (humanos, materiales, tecnológicos, logísticos, financieros, etc.) de que dispone el sistema para ejecutar las actividades necesarias para alcanzar o seguir alcanzando los objetivos, y por tanto el diseño. Entre ellos se encuentran los elementos que el sistema puede o no tomar para beneficio propio. En un diseño cerrado todos los recursos se encuentran presentes al mismo tiempo.

2 MARCELO ARNOLD, PH.D. Y FRANCISCO OSORIO, M.A. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. (Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales. Electronic Journal of Social Sciences Epistemology. Cinta de Moebio No.3. Abril de 1998. Facultad de Ciencias Sociales. Departamento de Antropología. Universidad de Chile.

<http://www.moebio.uchile.cl/03/frprinci.htm>. (visitado el 02/05/12)

3 SIMBRON NESTOR (1999) Teoría general de los sistemas. <http://www.monografias.com/trabajos5/teorsist/teorsist.shtml>. (visitado el 02/05/12)



En un diseño abierto, por el contrario pueden entrar provisiones o recursos a medida que lo requiera el diseño. (Marcelo Arnold, y Francisco Osorio, 1998)

1-Recursos Humanos: Los proyectos de diseño multimedia, suelen ser el resultado de un equipo interdisciplinar. La falta de, pongamos por caso, un programador especializado, determinará sin lugar a dudas las propuestas y afectará a los resultados finales. La elección de una determinada persona u otra como diseñador puede resultar de capital importancia para la configuración del diseño y la obtención de los objetivos marcados.

2- Recursos físicos o materiales: Pueden ser máquinas, equipos, materia prima, energía, tecnología, etc. Disponer o no de determinado material puede limitar al diseñador en su trabajo, que sea como fuere deberá adaptarse a las limitaciones físicas o tecnológicas de los equipos y maquinas que use.

3- Recursos económicos: El capital disponible por el cliente para lograr sus objetivos puede ser determinante. A modo de ejemplo, los carteles de la mayoría de grupos musicales jóvenes están impresos a una o máximo dos tintas. Ello es debido no tanto a una elección estética como a una falta de presupuesto.

4- Recursos mercadológicos: Mercado de clientes, usuarios o consumidores, a los que va destinado el diseño.

5- Recursos administrativos: De planificación, control, dirección, organización, etc. En aquellos diseños que por su naturaleza requieren de un mantenimiento, como revistas, páginas web, etc. es especialmente importante tener en cuenta estos aspectos. A modo de ejemplo: Al diseñarse una web para una inmobiliaria que pretende anunciar y alquilar casas, es importante planificarla para que el propietario pueda añadir las casas nuevas que tenga para alquilar y eliminar del servidor las que estén alquiladas, aunque no tenga conocimiento alguno de diseño.

6- Recursos constructivos: Elementos, material disponible para el desarrollo el diseño. Este material puede ser aportado por el cliente, encargado a profesionales específicos, o elaborado por el propio diseñador.

7- Recursos documentales: Antes de pensar en cualquier posible solución puede ser de gran ayuda observar el comportamiento de otros diseños con objetivos similares. Del análisis de dicha documentación el diseñador puede extraer conclusiones sobre que tipo de relaciones investigar, que línea de trabajo seguir o por el contrario si es mejor desmarcarse de la línea seguida por otros diseñadores. (ver análisis de sistemas)

8- Recursos temporales: Incluyen por una parte el tiempo disponible para la realización y mantenimiento del diseño, y por otra parte, la previsión de cual será vida del diseño que se esté realizando.

Desde la óptica de la Ingeniería de Sistemas, *“un sistema es una combinación de medios (recursos humanos, materiales, equipos, software, instalaciones, datos, etc.), integrados de manera que permitan desarrollar una determinada función, en respuesta a una necesidad concreta.”*(Blanchard B.S.,1995). Todos ellos forman parte del sistema puesto que determinan las relaciones de sus elementos.



A su vez los diseños, como proyecto, se desarrollan dentro de otros sistemas: *“Cada sistema está formado por componentes, y éstos a su vez pueden descomponerse en otros más pequeños. Si en un sistema determinado se establecen dos niveles jerárquicos, al inferior se le suele denominar «subsistema».”*[4] *“Por ello los métodos para designar sistemas, subsistemas y componentes son relativos, ya que un sistema situado en un nivel jerárquico puede ser el componente de otro de nivel superior. Así, para una situación determinada, es esencial definir el sistema considerado especificando claramente sus límites y fronteras.”*(Blanchard B.S.,1995)

Con los tipos se escriben palabras, párrafos i textos que junto a las imágenes, animaciones y videos forman una aplicación multimedia. Por tanto los diseños que se desarrollan dentro de un ambiente pueden formar a su vez parte de otros diseños. *“Cada diseño forma una totalidad, y, por lo tanto, es indivisible como sistema (sinergia). Posee partes y componentes, pero estos son otras totalidades.”* (Rincón, 1998)[5]

En el diseño gráfico y multimedia la demarcación de los límites queda en manos del equipo diseñador. Cada sistema tiene algo interior y algo exterior, así mismo lo que es externo al diseño, forma parte del ambiente y no al propio diseño.

El ambiente del diseño es todo lo externo a este. Incluye todo lo que esta fuera del control del diseñador. Con el diseño lo que se pretende es ejercer algún tipo de influencia en el ambiente. El ambiente actúa sobre el diseño cuando nos provee insumos (ingresos) y productos (egresos).

C) Análisis de la Información

Inherente al proceso de proyectación o ingeniería de sistemas va la realización permanente de un esfuerzo analítico de los detalles funcionales y los requisitos del diseño, con el fin de obtener el equilibrio adecuado entre factores operativos (prestaciones), económicos y logísticos. El mejor modo de lograr este equilibrio es con un esfuerzo multidisciplinar que además de prestar atención a las cuestiones tradicionales del diseño de composición, color, etc., preste atención a factores como la fiabilidad, mantenibilidad, factores humanos, capacidad de supervivencia, apoyo logístico, manufacturabilidad, calidad, desechabilidad, coste de su ciclo de vida, etc. (Blanchard B.S., 1995)

“Los trabajos de análisis de requisitos, análisis funcional y asignación de requisitos, etc., son iterativos por naturaleza, yendo de la identificación de una necesidad hasta la definición del sistema en términos funcionales. Dentro de cada uno de los bloques mostrados, existe un determinado grado de realimentación.” (Blanchard B.S., 1995)

En la esta etapa inicial, de diseño conceptual en la que se adoptan decisiones que conducen a un enfoque determinado del diseño, es importante tener en cuenta el ciclo de vida del diseño, pues las decisiones tomadas durante esta etapa tienen un gran impacto sobre la durabilidad de este.

4 BENJAMIN S. BLANCHARD. (1995) Ingeniería de Sistemas. ISDEFE Ingeniería de sistemas. Primera edición. Madrid. Traductores: Rafael Ugarte Azuela, Alberto Sols Rodríguez - Candela. <http://www.isdefe.es/webisdefe.nsf/0/E8702666AF02439DC1256C300026AFD4?OpenDocument> (visitado el 05/03/12)

5 RINCÓN J. (1998) Concepto de Sistema y Teoría General de Sistemas.Cooperación del Personal Académico: Mecanismo para la Integración del Sistema Universitario Nacional. Universidad Simón Rodríguez. San Fernando de Apure. Venezuela. net <http://members.tripod.com/~gepsea/sistema.htm> (visitado el 05/03/12)



Los resultados del análisis de viabilidad repercutirán no sólo en las características del diseño, también en sus requisitos operativos, y de mantenimiento: cuestiones como la manufacturabilidad, soportabilidad, desechabilidad etc. La selección de una tecnología afecta a la mantenibilidad, a los requisitos de fabricación, y como no, al coste del ciclo de vida del diseño. Lo mismo ocurre con la selección de determinados procesos. (Blanchard B.S., 1995)

Antes de proseguir, es necesario dar respuesta a una serie de preguntas, con las que establecemos unos supuestos iniciales, una la línea de referencia, aunque las condiciones puedan cambiar. (Blanchard B.S., 1995)

-¿Qué función o funciones desarrollará el diseño?

-¿Cuándo iniciará su labor y por cuanto tiempo?

-¿Dónde se usará?

-¿Cómo cumplirá su objetivo?

La labor de análisis de requisitos, análisis funcional y asignación de requisitos, etc., es de naturaleza iterativa, en cada etapa existe cierto grado de reatrolimentación.

2. Formulación de un plan de trabajo

Tras el análisis de la información disponible, el analista fija los límites de interés del estudio a realizar, la metodología a seguir, los recursos materiales y humanos que va a necesitar, el tiempo que se dedica al trabajo y el costo del mismo. Esta etapa se conoce como propuesta de servicio. (Blanchard B.S., 1995)

El diseñador y/o su equipo deberán enumerar y analizar las características y atributos de los recursos disponibles y contrastarlos con los objetivos a conseguir. De este análisis se podrá determinar el foco de interés dentro del cual empezar a establecer relaciones entre los elementos disponibles y organizarlos en un pre-modelo. Entre el diseño y el contexto, determinado con un límite de interés, existen infinitas relaciones. Entre las que se eligen aquellas que interesan al análisis, o aquellas que presentan las mejores características. En este sentido, los límites del diseño están vinculados a las variables o elementos que integra: los atributos asignados al diseño determinan los elementos seleccionados para construirlo y sus relaciones, eso es, definen el diseño tal como lo conocemos u observamos.

3- Diseño/proyectación

En este punto el analista pasa a proyectar un nuevo sistema. Este proceso consiste en la transformación de unas entradas en salida. (Simbron N., 1999)

Centrados en un área de atención, determinada por los objetivos del diseño y los recursos disponibles, el diseñador comienza a establecer relaciones entre los distintos elementos, a vincular entre sí los elementos o sub-elementos generando la estructura definidora del diseño. (Simbron N., 1999). La organización de los elementos del diseño debe concebirse como una interdependencia de las distintas partes. Una interdependencia que tiene grados, pues ciertas relaciones son más importantes que otras. El rango asignado a cada elemento dentro del conjunto dependerá del foco de atención previamente establecido.



Al establecer la organización de los elementos de un diseño, definimos el patrón de relaciones que definen sus estados posibles (variabilidad). (Marcelo Arnold, y Francisco Osorio, 1998). Metodológicamente, la retícula responde a la representación gráfica de dicho patrón. Una pauta que posteriormente ha de permitir al maquetador establecer las medidas, posición y rango de cada elemento en el conjunto del diseño.

Partiendo de un mismo foco de atención, el diseñador puede realizar múltiples propuestas, aunque desarrollará únicamente aquellas que presentan probabilidades de alcanzar los objetivos, el éxito.

En muchos diseños, los costes del diseño y desarrollo se conocen relativamente bien; sin embargo, no sucede lo mismo con los costes relativos a su funcionamiento y apoyo. Buena parte del coste del ciclo de vida de un determinado diseño es consecuencia de las decisiones tomadas durante las fases de planificación y diseño conceptual de este. Las decisiones correspondientes a los requisitos operativos (por ejemplo, el número y localización de los emplazamientos previstos), las políticas de mantenimiento y apoyo, asignación de actividades manuales y/o automatizadas, técnicas de diagnóstico, conceptos sobre el nivel de reparación, etc., tienen un gran impacto sobre el coste total del ciclo de vida. Desgraciadamente, a menudo se hace un especial hincapié en intentar reducir los costes iniciales de un proyecto, si embargo son muchas de las decisiones relativas a su funcionamiento y mantenimiento las que tienen efectos nefastos a largo plazo. Como afirman Marcelo Arnold y Francisco Osorio (1998): *“Existe una tendencia generalizada a diseñar ahora y arreglar después.”*

La ingeniería de sistemas hace especial hincapié en el diseño o proyectación atendiendo al ciclo de vida. Por otra parte, la Ingeniería de Sistemas ha abandonado la idea de la existencia de una solución óptima o verdadera a cada problema, considerando que es posible realizar diseños similares, partiendo de condiciones iniciales diferentes y siguiendo distintos caminos en el proceso de organización. La historia del arte y del diseño están llenas de muestras de equifinalidad, gente que llega a soluciones similares desde puntos de partida distintos. Así mismo, condiciones iniciales similares pueden llevar a resultados diferentes (multifinalidad) (Marcelo Arnold, y Francisco Osorio, 1998)

4- Implementación

“La implementación del sistema diseñado significa llevar a la práctica al mismo, esta puesta en marcha puede hacerse de tres formas: a) Global. b) En fases. c) En paralelo.”

El diseño es el resultado obtenido de procesar las entradas. En algunos casos, los diseños como salidas, se convierten en entrada de otro, que la procesará para convertirla en otra salida, repitiéndose este ciclo indefinidamente. Ej. En la mayoría de casos, al tomar una fotografía el fotógrafo raramente tiene en cuenta el diseño de la publicación donde se exhibirá. Tampoco los tipógrafos

Con frecuencia, en el ámbito del diseño gráfico y multimedia, quien determina la pauta de diseño también lo ejecuta: La tarea de diseñar (establecer la estructura del producto) y la de maquetar (ordenación de los elementos) la realiza la misma persona. No obstante en otras ocasiones, especialmente en diseños de



cierta complejidad, son diferentes personas quienes diseñan y maquetan. En tal caso el diseñador debe especificar claramente al maquetador cual debe ser el proceso a seguir y prever el máximo de situaciones posibles en el diseño (manual de usos). A modo de ejemplo, un manual de uso de identidad corporativa debe expresar todo aquello que se conoce del proceso para los usuarios sepan procesar con sus instrucciones en cualquier documento de la empresa.

Con todo, y debido a la complejidad del proyecto, el maquetador puede encontrar situaciones en las que no estén definidos los detalles mediante los que las entradas se transforman en salidas. Diferentes combinaciones de entradas o su combinación en diferentes órdenes de secuencia pueden originar diferentes situaciones de salida. En tal caso la función de proceso se denomina una “*caja negra*”. (Simbron N., 1999)

5- Diagnóstico

Una vez diseñado e implementado, se debe medir la eficacia y la eficiencia del diseño realizado. Un diseño es eficaz si alcanza los objetivos, y es eficiente, si logra los objetivos con una relación costo beneficio positiva. Si un diseño es eficaz pero no eficiente, el analista deberá cambiarlo y si un diseño es eficiente el analista sólo lo podrá optimizar. (Blanchard B.S., 1995)

El éxito de un diseño es la medida en que este alcanza sus objetivos. Normalmente los diseños se mantienen mientras se pueda costear su funcionamiento y sigan alcanzando sus objetivos de forma efectiva. (Simbron N., 1999) La falta de éxito, exige su revisión y modificación para poder alcanzar los. No realizar las transformaciones necesarias, lleva inevitablemente a la extinción del diseño como tal. En algunas afortunadas ocasiones podrá perdurar en el tiempo asumiendo otras funciones: documental, decorativa, etc., en cuyo caso ya no será el diseño que conocimos, sino que se habrá transformado en un nuevo elemento decorativo, histórico...

La armonía de un diseño no responde a las relaciones entre sus elementos, si no al nivel de compatibilidad de este con su ambiente, y ello influye en sus relaciones internas. Para que un diseño sea armónico debe sufrir modificaciones en su estructura, proceso o características en la medida que el medio se lo exige y ser estático cuando el medio también lo es.

6- Seguimiento y control

Los diseños cerrados y poco permeables padecen una mayor entropía o desgaste con el tiempo, y por tanto, duran menos. Sin embargo en los diseños abiertos, que mantienen una continua interacción con el medio (son permeables), la entropía puede ser reducida o aun mejor, transformarse en entropía negativa, es decir, un proceso de organización más completo y de capacidad para transformar los recursos.

Ello es posible porque en los diseños abiertos, como los sistemas vivos, pueden tomar recursos del ambiente para mantenerse estables reduciendo el proceso de entropía y desarrollarse hacia estados de orden u organización creciente. (Simbron N., 1999)



Sin embargo, para que un diseño abierto perdure y podamos evitar su desaparición debemos establecer rigurosos sistemas de control, mecanismos de revisión, reelaboración y cambio permanente. Resulta necesario mantener un intercambio fluido con el ambiente en el que se desarrolla, verificar continuamente los resultados del diseño implementado, y si lo requiere establecer mecanismos de adaptación que permita responder a los cambios internos y externos. Aplicar las correcciones necesarias para ajustarse a los nuevos problemas surgidos (adaptabilidad); sufrir transformaciones en la medida que se transforma el contexto (homeostasis). (Simbron N., 1999)

El procedimiento por el cual se modifica un diseño para que alcance los objetivos se conoce como proceso de optimización. La Suboptimización, en cambio, es el proceso inverso, consistente en restringir el alcance de los objetivos o eliminar los de menor importancia si estos son excluyentes con otros más importantes. (Simbron N., 1999)

El diseñador, por tanto tendrá además de la función de planificación y delimitación de los objetivos, del foco de interés, de la utilización de recursos, elección de componentes y relaciones; la función de control. Esto es, determinar y planificar los cambios en los diseños que deban perdurar en el tiempo, para garantizar su éxito.

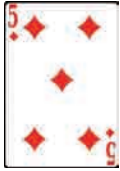
7- Muerte del diseño

En la actualidad, y debido a la ingente cantidad de residuos que genera nuestra sociedad, se está comenzando a valorar la posibilidad de incluir en el proceso de diseño el control de la muerte de este como tal. Se trata de pensar en la posibilidad de reciclarlo, convertirlo en otro: Bien sea dotándolo de una nueva funcionalidad, o descomponiéndolo para formar con otros elementos un nuevo producto.

En conclusión, puede parecer que la metodología proyectual del Diseño Moderno no es sustancialmente diferente a la de la ingeniería de sistemas. Sin embargo y respecto a esta, la ingeniería de sistemas plantea la necesidad de poner el énfasis sobre:

- La mejora de nuestros métodos para definir los requisitos y las prestaciones, eficacia y todas las características esenciales del diseño al principio de la fase del diseño conceptual.
- La consideración del diseño, como totalidad y bajo una perspectiva de ciclo de vida.
- La organización e integración de equipos interdisciplinarios en el esfuerzo de diseño global.
- La constante revisión, evaluación y realimentación del diseño con el fin de asegurar una progresión ordenada.





Aportes semánticos de la Teoría General de Sistemas

La investigación y especialización científica da lugar a la creación de nuevas palabras que se acumulan llegando a formar un lenguaje propio, manejado únicamente por sus especialistas. De esta forma, al trabajar estos en proyectos interdisciplinarios surgen problemas de comunicación pues cada uno maneja un lenguaje diferente. La Teoría de los Sistemas, pretende la introducción de una semántica científica de utilización universal que permita solucionar este problema (Simbron, 2004)^[1]. Esta podría ser usada también en diseño, si previamente somos capaces de aceptar la premisa que el diseño es un sistema.

El valor transdisciplinario de la Teoría General de Sistemas, reside en la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes, aunque referidas a sistemas diferentes, objeto de estudio de en ámbitos dispares del saber (física, matemáticas, historia, economía, medicina...). Aparece así un nuevo lenguaje conceptual, puente entre numerosas disciplinas. La Teoría General de Sistemas, pretende introducir una semántica científica de utilización universal, como no, también utilizable en ámbito de estudio y creación del arte y el diseño.

Sistema y diseños

Sistema: «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 » (Mandressi, R. 2011, ¶ 1)^[2] ». Los diseños son sistemas.

Diseños cerrados: Un diseño es cerrado cuando no mantiene ningún intercambio con el ambiente: ningún elemento de afuera entra y ninguno sale fuera del sistema.

Diseños abiertos: Se caracterizan por un proceso de intercambio infinito con su ambiente.

Diseños estáticos: son aquellos diseños que no cambian con el tiempo.

Diseños dinámicos: Son diseños en los que, determinados parámetros evolucionan con el transcurso del tiempo (Mandressi, 2005). La mayoría de diseños son dinámicos, recibe (imágenes, textos, información, etc.) de su ambiente y descarga algo en su ambiente (u otros diseños), no olvidemos que su propósito

5♦1. Diseño cerrado

Felicitación de navidad del pintor JOAN SOLER (2004). Este diseño se acaba en sí mismo, no tiene continuidad en otros diseños.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.



1 SIMBRON, N. (Sin fecha). Teoría general de los sistemas. Monografias.com <http://www.monografias.com/trabajos5/teorsist/teorsist.shtml#apo>. Consultado el 3 de septiembre de 2004, Teosist.doc

2 MANDRESSI, R. (Sin fecha) Glosario Caótico. Henciclopedia. <http://www.henciclopedia.org.uy/autores/Mandressi/Atractor.htm>. (visitado el 15/10/11)



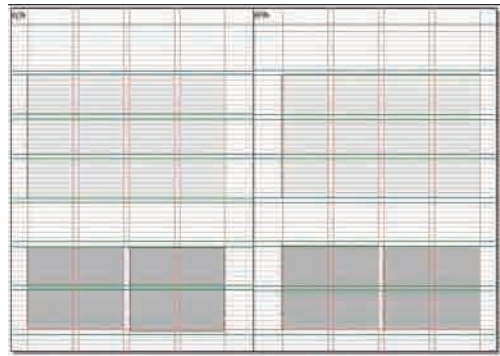
5♦2. Diseño dinámico lineal

Podemos imaginar como serán todos los peldaños de esta escalera.
Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.



5♦3. Pauta de comportamiento de un diseño dinámico no lineal.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.



es influir en él. Si el intercambio con el ambiente cesa, y el diseño permanece estable mientras el ambiente cambia, acaba por dejar de cumplir su función. Entonces, se extingue como diseño, o en algunos casos afortunados, si alguien es capaz de asignarle otra función, puede perdurar en otra existencia por ejemplo por su interés, documental, decorativo, etc. El diseño de un periódico, por ejemplo, mantiene un intercambio permanente con su ambiente, que determinan su continuidad, es decir, su viabilidad.

Un **diseño dinámico es lineal** si su dinámica o pauta de ordenación es constante. Este tipo de diseño, puede crearse, por ejemplo, mediante una transformación geométrica afín o la combinación de diferentes transformaciones pero siempre lineales. El conocimiento de su estado actual hace que se pueda conocer su estado en cualquier otro instante futuro o pasado.

Los diseño dinámico no lineal. Poseen elementos con un comportamiento más o menos caótico. Por ello no es posible conocer con exactitud como serán en el futuro, puesto que varían periódicamente, pero si se conoce el estado actual del diseño y la norma que los genera, se podrá conocer razonablemente el estado que el diseño puede alcanzar.

Sistemas o diseños triviales: Se trata de aquellos diseños o elementos de diseños con comportamientos altamente predecibles, con estructuras muy simples. Responden con un mismo output cuando reciben el input correspondiente, es decir, no cambian su comportamiento.

5♦4. Diseño trivial

Los diseños de modulos de fondos de pantalla como este, azulejos, etc. tienen normalmente comportamientos absolutamente predecible. Responden con un mismo output cuando reciben el input o módulo diferente, eso es, no modifican su comportamiento.



Subsistema o subdiseño: Los sistemas están a su vez dentro de sistemas. Los diseños, se desarrollan dentro de un ambiente y/o dentro de otros diseños. Un subsistema es un conjunto de elementos y sus relaciones que responden a estructuras y funciones especializadas dentro de un sistema mayor – en el caso que nos ocupa, un diseño-. En términos generales, los subsistemas -o elementos del diseño- tienen las mismas propiedades que los sistemas (el diseño). Su definición como tal es relativa a la posición del observador. Desde esta perspectiva podemos hablar de subsistemas (por ejemplo una tipografía), sistemas o diseños (por ejemplo un libro) o supersistemas (una colección), en tanto éstos posean las características sistémicas.

Emergencia: La descomposición de un diseño en unidades menores puede acometerse hasta el límite en el que aparece un nuevo nivel de emergencia, que coincide con otro sistema cualitativamente diferente. La emergencia de un sistema supone la posesión de cualidades y atributos que no se dan en las partes aisladas y, por otro lado, que sus partes o los elementos mantienen propiedades y cualidades únicamente en el contexto dado. Ello significa que las propiedades propias de los elementos del diseño no pueden explicar su emergencia.



El diseño y su ambiente o contexto

Ambiente/contexto: “*Se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema*” (Marcelo & Osorio, 1998, p.4 ¶4) ^[3]

Un diseño siempre estará relacionado con el contexto que lo rodea, o sea, el conjunto de objetos exteriores a este, pero que influyen decididamente en él. A su vez el diseño influye, sobre el contexto; se trata de una relación mutua de contexto-diseño.

Tanto en la Teoría de los Sistemas como en el método científico, existe un concepto común: el foco de atención, aquello que se aísla para estudiar. Al foco de atención, en términos de sistemas, se le llama **límite de interés**. Observando la revista National Geographic: Un biólogo fijará su interés preferentemente en el reportaje sobre los animales, un fotógrafo en cómo han sido tomadas las magníficas fotografías, y un diseñador gráfico en las fotografías y la manera de disponerlas junto al texto para exponer mejor un determinado trabajo científico.

Para determinar el límite se considerarían dos etapas por separado:

1. La determinación del contexto de interés -Ejemplo diseñaré una felicitación de navidad, no de cumpleaños.
2. La determinación del alcance del límite de interés entre el contexto y el diseño: Se suele representar como un círculo que encierra al diseño, y que deja afuera del límite de interés aquello que no interesa al diseñador. De todas las opciones que maneja el diseñador para resolver un problema, elige unas y abandona otras. Las elegidas determinan las relaciones entre el contexto y el diseño y viceversa.

Determinar el límite de interés es fundamental para marcar el **foco de interés** o análisis, puesto que sólo será considerado lo que quede dentro de este. Entre el diseño y el contexto, enmarcado por el límite de interés, existen infinitas relaciones.

Frontera/ límite: El límite de un diseño es la línea que separa al diseño de su ambiente, que define lo que le pertenece y lo que queda fuera de él. La línea trazada en torno a las variables seleccionadas del ambiente para formar parte del diseño y que excluye las variables no seleccionadas.

La permeabilidad de un diseño mide la interacción de este con del medio. Cuanto mayor o menor sea la permeabilidad del diseño, este será más o menos abierto. Los diseños abiertos, mantienen mucha relación con su ambiente y son diseños muy permeables. Por el contrario los diseños cerrados se caracterizan por una permeabilidad casi nula.

Adaptabilidad: Es la propiedad de un diseño de aprender y modificar un proceso, un estado o una característica de acuerdo a los cambios que sufre su contexto. Para que un diseño sea adaptable debe mantener un intercambio fluido con

3 MARCELO ARNOLD, PH.D. Y FRANCISCO OSORIO, M. A. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. (Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales. Electronic Journal of Social Sciences Epistemology. Cinta de Moebius No.3. Abril de 1998. Facultad de Ciencias Sociales. Departamento de Antropología. Universidad de Chile. <http://www.moebius.uchile.cl/03/ftprinci.htm>; <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/101/10100306.pdf>. (visitado el 15/10/11)



5♦5. Adaptabilidad.

Una de las causas del éxito de la Mascota Olímpica diseñada por Javier Mariscal fue sin duda su versatilidad, su capacidad de adaptación a infinitas circunstancias.

Fuente: Composición realizada a partir de imágenes de la web Eduardo Chang. <http://eduardochang.tumblr.com/post/54216280/cobi-mis-personajes-favoritos>



su ambiente. Por ejemplo, una de las causas del éxito de la Mascota Olímpica Cobi, diseñada por Javier Mariscal fue sin duda su versatilidad, su capacidad de adaptación a la infinidad de circunstancias para las que fue requerida.

Armonía: Es la propiedad que mide el nivel de afinidad de los diseños con su ambiente. Un diseño armónico sufre modificaciones en su estructura, proceso o características en la medida que el ambiente se lo exige y es estático si su ambiente también lo es. Los diseños de periódicos como *El País*, *La Vanguardia*, han sufrido modificaciones en su estructura, proceso o características estructurales a medida que, cambiaba su medio, por ejemplo a medida que iban surgiendo nuevas tecnologías para el tratamiento, reproducción e impresión.

4. Complejidad del diseño

Elemento: Los elementos de un diseño son las partes o componentes que lo forman. Estos pueden ser “objetos” (imágenes, textos, sonido en el caso de aplicaciones multimedia) o procesos.

Entidad: “*Es lo que constituye la esencia de algo y por lo tanto es un concepto básico. Las entidades pueden tener una existencia concreta, si sus atributos pueden percibirse por los sentidos y por lo tanto son medibles y una existencia abstracta si sus atributos están relacionados con cualidades inherentes o propiedades de un concepto*” (Rincón, 1998, ¶ 3)^[4].

Variables: Todo diseño implica un proceso de desarrollo basado en la acción, interacción y reacción entre distintos elementos. Dado que dicho proceso es dinámico, se denomina variable, a cada elemento que lo compone. No todas las variables de un diseño tienen el mismo comportamiento sino que, estas, asumen comportamientos diferentes según el momento y las circunstancias que las rodean.

- **Parámetro:** “*Uno de los comportamientos que puede tener una variable es el de parámetro. Cuando una variable no tiene cambios ante alguna circunstancia específica, no significa que la variable sea estática ni mucho menos, sino que sólo permanece inactiva o estática frente a una situación determinada*” (Simbron, 2004; 15. Parámetro, ¶ 1). Por ejemplo, en los videojuegos y aventuras gráficas encontramos elementos que no padecen cambios ante determinadas circunstancias, y sí ante otras diferentes.

4 RINCÓN, J. (1998). Concepto de Sistema y Teoría General de Sistemas. Cooperación del Personal Académico: Mecanismo para la Integración del Sistema Universitario Nacional. Universidad Simón Rodríguez. San Fernando de Apure. Venezuela. <http://members.tripod.com/~gepsea/sistema.htm> (visitado el 05/03/12)





5♦6. Operadores

Fuente: Composición realizada por Castaldo suau B. a partir de la web Wikipedia, Dalí.
Fuente: <http://www.wikipedia.org> (visitado el 03/06/2010)

• **Operadores:** Son las variables que activan a las demás y logran influir decisivamente en el proceso para que este se ponga en marcha. Estas variables actúan como líderes del resto y por consiguiente son “privilegiadas” respecto al resto. En la imagen superior, la variable de tamaño de texto, funciona como operador de la página Web, pues un cambio en este provoca que otras variables como las cajas que lo enmarcan y la imagen, cambien de posición. Por su parte la variable imagen no solamente es influida por este operador, sino que lo es también por ejemplo por otra variable como la resolución de pantalla.

Variedad: Es la cantidad de elementos de un sistema.

Atributo: Los atributos son las características y propiedades estructurales o funcionales de los elementos de un diseño. Ellos son los que definen al diseño tal como lo conocemos u observamos. Los atributos pueden ser:

- **Atributos definidores:** “*Aquellos sin los cuales una entidad no sería designada o definida tal como se lo hace*” (Simbron, 2000; 10.Atributos, ¶ 1).
- **Atributos concomitantes:** “*Aquellos que cuya presencia o ausencia no establece ninguna diferencia con respecto al uso del término que describe la unidad*” (Simbron, 2004; 10.Atributos, ¶ 1.)



5♦7. Atributos definidores

Los elementos marcados en rojo son definidores de las letras B, M, Q en este diseño tipográfico.

Fuente: Ilustración Castaldo Suau B.

Relación: Los elementos no relacionados e independientes no pueden constituir nunca un sistema, ni tampoco un diseño. Las relaciones son los enlaces que vinculan entre sí a los elementos o subsistemas que componen un diseño.

Las **relaciones internas** (entre sus elementos) y **externas** (con el ambiente) de los diseños, pueden denominarse de diversas maneras: efectos recíprocos, interrelaciones, organización, comunicaciones, flujos, vínculos, asociaciones, intercambios, interdependencias, coherencias, etcétera. Estas son de vital importancia para el desarrollo o la comprensión, en caso de análisis, del comportamiento de los diseños dinámicos. Podemos clasificarlas en:

- **Simbiótica:** Es aquella en que los elementos vinculados no pueden funcionar solos. A su vez puede subdividirse en unipolar o parasitaria, cuando un elemento (parásito) no puede funcionar sin el otro elemento; y bipolar o mutual, cuando ambos elementos dependen uno del otro.
- **Sinérgica:** Sinergia significa acción conjunta, sin embargo, para la Teoría General de Sistemas el término significa más que afán cooperativo: En las relaciones sinérgicas la acción cooperativa de las partes, da lugar a un producto mayor que la suma de sus elementos tomados de forma inde-

5♦8. Atributos concomitantes

Ambos diseños tipográficos representan una X, contengan o no serifs, use o no diferentes grosores de línea.

Fuente: Ilustración Castaldo Suau B.



5♦9. Relaciones simbióticas y sinérgicas. Entre el tapón y la botella de limpia-cristales existe una relación simbiótica. Entre la botella y la etiqueta existe una relación sinérgica, que no es necesaria para el funcionamiento pero que resulta útil: Informa debidamente del contenido de la botella, su forma se adapta a la de la botella y resulta más difícil de despegar, que sea transparente permite ver cuanto contenido queda en la botella.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.



5♦10. Anuncio de Champú anticaspa.

MAGAZINE DIARIO DE MALLORCA 18/07/04. El lenguaje publicitario utiliza a menudo la redundancia para que a ningún espectador se le escape el mensaje: "El champú te dará sensación de frescor."

Este mensaje se repite una y otra vez: en la botella helada, los cubitos de hielo que salen de la cabeza del joven al agitar el pelo, en la tipografía y el tono azulado del anuncio. Los elementos redundantes mantienen una relación superflua.

Fuente: Anuncio H&S. Magazine Diario de Mallorca 18/07/04.



pendiente. El todo es más que la suma de sus partes. El diseño se obtiene de la acción recíproca de sus elementos (teleología). La sinergia es una propiedad común a todos los sistemas.

• **Superflua:** Son las que repiten otras relaciones. La razón de ser de las relaciones superfluas en un diseño es la confiabilidad. Las relaciones superfluas aumentan la probabilidad de que un diseño funcione todo el tiempo y no una parte del mismo. El lenguaje publicitario, por ejemplo, utiliza a menudo la redundancia para que a ningún espectador se le escape el mensaje que se repite una y otra vez de diferentes modos: El champú te dará sensación de frescor- afirma el texto del slogan. La metáfora del frescor que proporciona el champú se remarca en la botella helada, los cubitos de hielo que salen de la cabeza del joven al agitar el pelo, en la tipografía de hielo y el tono azulado de todo el anuncio.

Conglomerado: Cuando el conjunto, resulta de la suma de las partes, componentes y atributos, carentes de sinergia. Los diseño no puede ser conglomerados pues su propiedad fundamental es la acción recíproca entre las partes componentes (teleología).

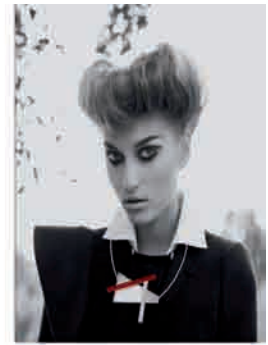
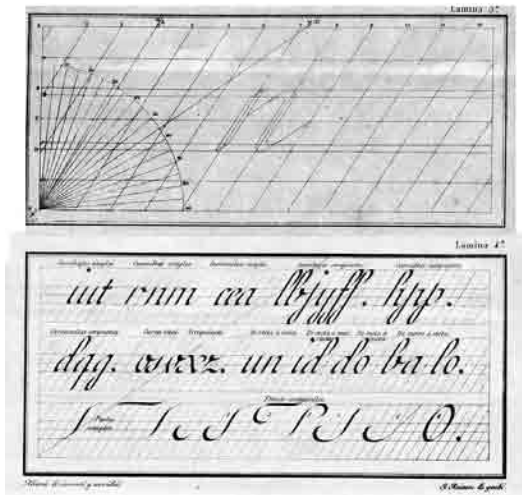
Integración e independencia: Un diseño integrado es aquel cuyo nivel de coherencia interna hace que un cambio producido en cualquiera de sus elementos produzca cambios en los demás y hasta en el propio diseño. Diremos que un elemento del diseño es independiente cuando un cambio en él, no afecta a los demás elementos ni al diseño.

Organización: La organización de un diseño debe concebirse como la regulación de los vínculos entre elementos. La interdependencia tiene grados: Ciertas relaciones son más importantes que otras. La organización de un diseño es el patrón de relaciones que definen los estados posibles de este (variabilidad). En la figura 7, podemos observar como un antiguo manual de caligrafía explicaba la interdependencia entre las formas de las letras, su patrón de construcción.

Estructura: Las interrelaciones entre las partes o elementos de un diseño, constituyen la estructura de diseño.

El espacio de fase es una representación del comportamiento de un diseño o de uno de sus elementos (layout). Una de las técnicas para elaborarlos consiste





en dibujar las principales variables de este, unas contra otras, dando como resultado la estructura propia de ese elemento. De este modo podemos tratar de determinar, el área espacial que puede ocupar un determinado tipo de elementos (imágenes, títulos, texto, etc.) en un diseño. Cuantas más estructuras, podamos definir con todos o parte de los elementos de un diseño, más información podremos obtener de él.

La Dimensión de Correlación, o retícula trata de establecer la correlación existente entre un punto del atractor o estructura de un elemento con la de otros elementos, los puntos coincidentes entre diferentes estructuras (títulos, texto, imágenes, sonido, vídeo, etc.).

Jerarquía o Rango: En los diseños existen distintas estructuras entre las que el diseñador establece un rango relativo según sus características y complejidad. El concepto de rango indica la jerarquía entre los diferentes elementos y su nivel de relación con el sistema mayor o diseño. Un elemento o subsistema de un nivel, es diferente al de otro de nivel, y en consecuencia, para su análisis o trabajo no pueden aplicarse los mismos modelos, ni métodos a riesgo de cometer errores metodológicos evidentes.

La tipografía sigue siendo el elemento dominante de la página impresa. Aunque la división en campos e intervalos de la retícula habitualmente se hace en función de los elementos del diseño que debe incorporar. En la mayoría de casos, cuando una maqueta debe incluir otros elementos además de texto, los campos adicionales se crean dentro de la estructura de texto mínima previamente establecida.

Complejidad: Indica por un lado la cantidad de elementos de un diseño (complejidad cuantitativa), por el otro, sus potenciales interacciones (conectividad) así como el número de estados posibles que se producen a través de éstos (variedad, variabilidad). La complejidad de un diseño es proporcional con su variedad y variabilidad, por tanto, es siempre una medida comparativa.

Modelo: son prototipos de los diseños realizados con el fin identificar y mensurar determinadas relaciones sistémicas; no todas, pues la esencia de la modelística es la simplificación. Cada diseño puede ser representado en más de un modelo o maqueta.

5♦11. Organización

Pauta caligráfica

Fuente: AVERÁ DELGRÁS A. (1884) Nuevo arte de enseñar y escribir la letra española para todas las escuelas del reino.

5♦12. Modelo o maqueta

Modelos para el diseño de una joya realizado por Susana Piñar, estudiante de Diseño de producto en la Escuela Superior de Diseño de las Islas Baleares, 2009. Fuente: Imágenes cedidas por Susana Piñar.





Entrada-proceso y salida

Proceso: es lo que transforma una entrada en salida. El diseñador decide o regula como se van a efectuar la transformación de entradas en salidas. Los diseños en los que el diseñador controla absolutamente todo el proceso se denomina Caja Blanca.

La Caja Negra: Se usa para representar el proceso cuando se desconoce exactamente que elementos lo componen, pero se sabe que a determinadas entradas corresponden determinadas salidas y con ello se puede presumir que las variables funcionarían de cierto modo. Por ejemplo, la retícula de imágenes de una publicación, funcionaría como caja negra, puesto que a priori no sabemos que imágenes llevará la publicación, pero sí que se ordenarán en los campos destinados a imágenes siguiendo una pauta de procesamiento.

Centralización y descentralización: “Un sistema se dice centralizado cuando tiene un núcleo que comanda a todos los demás, y estos dependen para su activación del primero, ya que por sí solos no son capaces de generar ningún proceso. Por el contrario los sistemas descentralizados son aquellos donde el núcleo de comando y decisión está formado por varios subsistemas. En dicho caso el sistema no es tan dependiente, sino que puede llegar a contar con subsistemas que actúan de reserva y que sólo se ponen en funcionamiento cuando falla el sistema que debería actuar en dicho caso.” (Simbron, 2004 p.7).

5♦13. Caja negra

Presumiendo y acotando el funcionamiento de ciertas variables, podemos inducir que a determinadas entradas en un diseño corresponden determinadas salidas. La retícula se utiliza para representar el funcionamiento de cada elemento aun cuando desconocemos exactamente que elementos va a integrar el diseño, por ejemplo que imágenes.

La Cibernética: estudia los flujos de información en torno a un sistema, y la manera en que esta información es usada por el sistema como un valor que le permite controlarse a sí mismo.

Los Diseños “cibernéticos”: Son aquellos que disponen de dispositivos internos de autorregulación, que reaccionan ante los cambios en el ambiente, elaborando respuestas variables que ayudan a alcanzar los fines del diseño.

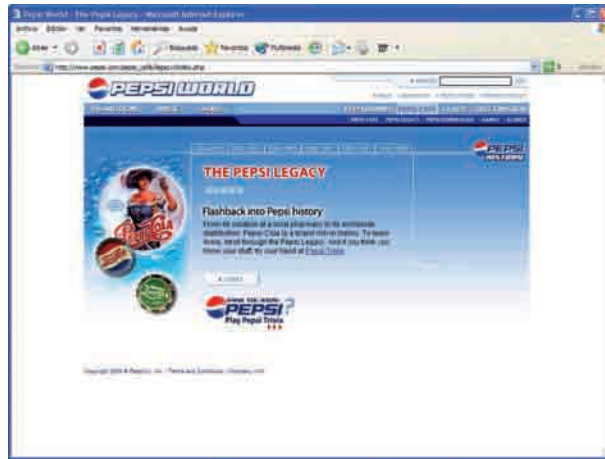
Circularidad: “Concepto cibernético que nos refiere a los procesos de autocausación. Cuando A causa B y B causa C, pero C causa A, luego A en lo esencial es autocausado” (Marcelo & Osorio, 1998, p.5 ¶2).

Información: conjunto organizado de datos procesados que constituyen un mensaje, que cambia el estado de conocimiento del sistema (el diseño o el ambiente) o del sujeto que recibe dicho mensaje. La información es a su vez la corriente negentrópica más importante de que disponen los diseños complejos.

Input / Output: Los diseños son procesadores de entradas y elaboradores de salidas. **Input o Entradas.** Todo diseño abierto requiere de recursos de su ambiente. Se denomina input a la importación de recursos materiales (como imágenes, textos, etc.), recursos humanos, información, etc. requeridos para iniciar la actividad del diseño. Las entradas pueden ser:

- **En serie:** Es el resultado o la salida de un diseño anterior con el cual el diseño en estudio/realización está relacionado de forma directa. Por ejemplo, la tipografía elegida para un diseño es a su vez un diseño que condiciona el proyecto.
- **Aleatoria:** Es decir, al azar. Las entradas aleatorias representan entra-





5♦14. Retroinput. La web actual de Pepsi incluye la evolución del diseño de su marca

Optimización.

Las marcas de cola como Pepsi y CocaCola, se han ido transformando a lo largo de los años para adaptarse a las nuevas necesidades de la empresa: La exportación de ambos productos a países con alfabetos diferentes levó a la necesidad de remarcar la “marca” frente al “logo”, sin alejarse demasiado de su imagen tradicional.

Fuente: [http://www. Pesi.com](http://www.Pesi.com) (visitado el 15/10/2008)

das potenciales en un proyecto o diseño. Las fotografías, los anuncios, los textos de un periódico son entradas aleatorias, cambian a diario.

- **Retroinput o Retroacción:** Es la reintroducción de una parte de las salidas del diseño en sí mismo Por ejemplo, el “book” de un diseñador incluye diseños anteriores a este en el propio diseño.

Output o Salidas: Las salidas de los diseños son los resultados que se obtienen al procesar las entradas.

Resultan del funcionamiento del diseño y, del propósito para el cual se crea. En ocasiones pueden convertirse a su vez en entrada de otro diseño, que la procesará para convertirla en otra salida. Según su destino los outputs pueden clasificarse en servicios, funciones y retroinputs.

Servicio: Son las salidas de un diseño que van a servir de inputs de otros diseños o sistemas

Función: Actividad o al conjunto de actividades, que desempeña uno o varios elementos, de forma complementaria para conseguir un objetivo concreto y definido.

Recursividad: Proceso que hace referencia a la introducción de los resultados de un diseño en él mismo. Las salidas del diseño van dirigidas al mismo diseño.

La retroalimentación se produce cuando las salidas del diseño o la influencia de estas en el contexto, vuelven a ingresar en el propio diseño como recursos o información. La retroalimentación permite el control de un diseño y que el diseñador tome medidas de corrección en base a la información retroalimentada. Es un proceso mediante el que el “diseñador” recoge información sobre los efectos de sus decisiones en el medio, información que influirá sobre las sucesivas decisiones en el proyecto (acciones). Mediante los mecanismos de retroalimentación, los diseños pueden regular sus pautas de acuerdo a sus efectos reales y no a intuiciones.

Retroalimentación negativa: Concepto relacionado con los procesos de autorregulación u homeostáticos. Los diseños con retroalimentación negativa son aquellos que mantienen sus objetivos aunque ello implique realizar cambios en si mismos para seguir funcionando.



Retroalimentación positiva: Indica una cadena cerrada de relaciones causales en las que el cambio en uno de sus elementos afecta a otros elementos del diseño, aumentando la variación inicial y propiciando un comportamiento sistémico caracterizado por un autorreforzamiento de los cambios. Determinados videojuegos usan la retroalimentación positiva como parte del juego.

Cuando se mantiene un diseño y se modifican sus metas/fines nos encontramos también ante un caso de retroalimentación positiva.

La Función y el tiempo

Exito: El éxito de los diseños, es la medida en que estos alcanzan sus objetivos. No alcanzar las metas previstas exige la revisión y modificación del diseño, de manera que pueda alcanzar los objetivos deseados.

Teleología: atribución o estudio de los fines o propósitos de un diseño. Refiere también, a un modo de explicación basado en causas finales, en oposición a los causalistas o mecanicistas.

Mantenibilidad: Es la propiedad que tiene un diseño de seguir cumpliendo su función. Para asegurar que el diseño se mantiene en equilibrio con su ambiente se requieren estrategias. La simplicidad de la marca *Nivea*, por ejemplo, ha permitido que se aplicara de forma igualmente eficaz en nuevos productos de la casa y sus diversos formatos de envase manteniendo su vigencia desde 1959, como estrategia de universalidad y mantenibilidad.

Optimización: Modificar el diseño para lograr alcanzar los objetivos deseados.

5♦15. La entropía,
es el desgaste que el diseño presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. Si desean perdurar los diseños requieren rigurosos sistemas de control, revisión y optimización.
Fuentes:
-<http://www.taringa.net/posts/anima-ciones/7253909/Evolucion-de-Mickey-Mouse.html> (visitado el 05/09/12)
-<http://laescaleradeiakob.blogspot.com.es/2011/12/la-neotenia-y-mickey-mouse.html> (visitado el 05/09/12)
-<http://raquelgodoypulido.blogspot.com.es/2010/04/mickey-mouse.html> (visitado el 05/09/12)
-<http://www.diariodemallorca.es> (20/07/04) (visitado el 20/07/2004)



Suboptimización: Se presenta cuando un diseño no logra sus objetivos sea por las limitaciones del medio o porque tiene varios objetivos que son excluyentes. En este caso, se han de reducir sus objetivos o eliminar aquellos de menor importancia y que son excluyentes con otros más importantes.

Viabilidad: Indica la capacidad de supervivencia y adaptación de un diseño a un medio cambiante.

Homeostasis: La homeostasis es la propiedad de un diseño que define su nivel de respuesta y de adaptación al contexto, su tendencia a la supervivencia dinámica. Los diseños muy homeostáticos padecen transformaciones estructurales en la misma medida que las sufre el contexto. Personajes clásicos de cómic y la animación como Mikey Mouse o la mascota de los neumáticos Michelin, Bibendum, han sufrido transformaciones adaptándose a los gustos y técnicas de expresión gráficas de cada momento manteniendo su vigencia, este último, desde 1889 hasta hoy, son altamente homeostáticos. Lo mismo ha ocurrido con marcas como CocaCola o Pepsi.

La entropía de un diseño es el desgaste que este presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. En un diseño cerrado la entropía siempre es positiva. El diseño está irremediamente condenado a la muerte a causa de su incapacidad para seguir cumpliendo su función, al permanecer estable en un medio cambiante. La felicitación de navidad del artista Joan Soler antes mencionada, dejó de cumplir su función tras las navidades de 2004, en que se dio la noticia de la primera clonación de un mamífero. Hoy, pasada la novedad de la noticia nadie capta ya el sarcasmo o la reflexión sobre la clonación que el artista planteó en su momento.

En los diseños abiertos se puede reducir la entropía, o mejor aun, transformarla en entropía negativa o negentropía. Ello es posible en la medida que tienen sistemas de control y mecanismos de revisión, reelaboración y cambio permanente. Si toman información o recursos del ambiente, se puede evitar su muerte.

La negentropía, se refiere la información que el diseño importa del ambiente para mantener su organización y sobrevivir. Desde su aparición, marcas como CocaCola o Pepsi se han adaptado progresivamente a los gustos y necesidades de cada momento. Para ello los respectivos departamentos de márketing han adoptado sistemas de control y análisis a partir de cuyas conclusiones los departamentos de diseño han ido modificando las marcas.

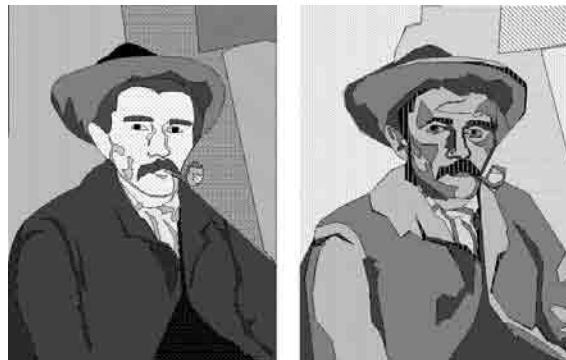
Equilibrio: En los diseños abiertos, los estados de equilibrio sistémico pueden alcanzarse por diversos caminos, esto se denomina equifinalidad y multifinalidad. La conservación del equilibrio en diseños abiertos implica necesariamente la importación de información o recursos de su ambiente.

Equifinidad: Se refiere al hecho que a partir de distintas condiciones iniciales y por distintos caminos se alcanza un mismo fin. Se puede alcanzar el mismo resultado, partiendo de diferentes condiciones iniciales y siguiendo distintos itinerarios en el proceso de creación del diseño. El proceso inverso se denomina multifinalidad, es decir, condiciones iniciales similares pueden llevar a diseños diferentes. En las escuelas de diseño ello es especialmente visible: Ante un mismo problema a resolver, los alumnos presentan propuestas dispares que sin embargo pueden llevar al éxito.



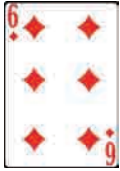
Morfogénesis o Morfofostasis: Son los procesos de intercambio con el ambiente dirigidos al desarrollo, crecimiento o cambio de la forma, estructura y estado del diseño. Los diseños complejos se caracterizan por su capacidad para elaborar o modificar su forma para conservarse viables. Las empresas de márketing suelen prestar especial atención a como mantener el equilibrio de los diseños. Las grandes marcas de productos suelen realizar constantes estudios de mercado sobre las preferencias y gustos del consumidor. Ello les permite adaptar los diseños progresivamente, casi sin que el usuario lo perciba. Las marcas de cola como Pepsi y CocaCola, han ido cambiando de forma progresiva con la finalidad de mantenerse viable en ambientes en cambio. Por ejemplo, la necesidad de exportación de ambos productos a países con alfabetos diferentes llevó a la necesidad de remarcar la «marca» frente al «logo», sin alejarse demasiado de su imagen tradicional.

Muerte: Un diseño muere cuando deja de cumplir la función o funciones para las que fue creado.



5♦16. Negentropía
Se puede alcanzar diferentes resultados válidos, siguiendo distintos itinerarios en el proceso de creación del diseño.





La didáctica del diseño bajo la perspectiva de la TGS

Llegados a este punto, parece clara la necesidad de una revisión didáctica general desde las nuevas perspectivas científicas de la TGS, que analice los estudios de diseño: los fines, la organización didáctica de sus contenidos, y las formas en que se dan tales contenidos.

Los estudios de diseño en España: de donde venimos y a donde vamos

“Se puede afirmar que una actividad está reconocida como profesión desde el momento que se confiere un orden didáctico institucionalizado. Por lo que respecta a la formación del diseñador, todavía no se puede hablar de institucionalidad, y mucho menos de claridad en el contenido, en el método ni en la orientación didáctica de esta disciplina. Son aun muy diversos los ambientes institucionales que preparan para ser diseñador.” (Bonsiepe G., 1978)[1]

La enseñanza del diseño en España tiene una larga historia aún que marcada por el desinterés político y la escasa valoración social a pesar de su importante repercusión económica. Desde los tiempos de Carlos III cuando, inspiradas en las ideas de la Ilustración se instauraron las Escuelas Gratuitas de Diseño fundadas por la Sociedad de Amigos del País, reina por lo general, el desinterés absoluto de las instituciones respecto al diseño. Ello explica el caos existente respecto a la enseñanza del diseño, incluso en nuestros días, pues, como afirma Scialabba, no es posible educar, sin una filosofía de la educación, educar sin una teoría capaz de definir unos objetivos, intencionalizar, la actividad del educador. (Scialabba A., 2004) [2]

Sobre el 1904, influenciadas por el movimiento Arts& Crafts, las Escuelas gratuitas de Diseño, pasaron a denominarse Escuela de Artes e Industrias y poco después sobre 1910 se convirtieron en Escuelas de Artes i Oficios. Supuestamente, su finalidad era impartir los conocimientos científicos y artísticos que constituyan los cimientos de la industria y las artes decorativas de entonces. Sin embargo, el escaso interés político por la industria y aún menor compromiso hacia el diseño ha provocado que estas escuelas vengán padeciendo modificaciones periódicas en sus especialidades y planes de estudio sin que a día de hoy, se haya dado con el espacio, ni el reconocimiento adecuado en el marco de la educación Española. Ello se evidencia por ejemplo, en los cambios constantes de nombre y la escasa correspondencia con su propósito fundacional y lo que

1 BONSIPE G. (1978). Teoría y práctica del diseño industrial. Capítulo: Aspectos pedagógicos del diseño industrial. ED GG. Barcelona.

2 SCIALABBA, ALEJANDRA. (2004) ¿Se está muriendo la escuela? La responsabilidad de la aparición de las nuevas tecnologías en la redefinición de la escuela. Programa “Sujetos y Políticas en Educación”, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. La Revista Iberoamericana de Educación. OEI. Número 33/2 (visitado el 10/06/2004)



en ellas se imparte. En cualquier caso, hasta hace poco, se han mantenido más cercanas a las artes aplicadas y al arte que propiamente a la industria.

Hasta 1988 no se comenzó a instaurar la reforma educativa que regula las enseñanzas de diseño y arte en España, comenzando en las enseñanzas medias con:

- El Bachillerato de Artes: Que supuestamente debía ser la puerta para los estudios de Bellas Artes, Arquitectura y ciertas ingenierías en las que fuera necesario una formación en técnicas de representación y metodología de la proyección. Con este, se permite también el acceso directo a los ciclos formativos de grado superior y los estudios superiores de diseño. Sin embargo, y exceptuando Bellas Artes, son pocas las carreras que acogen con agrado estudiantes de esta modalidad de bachiller.

-Los Ciclos formativos de grado medio (curso de un año y prácticas de empresa), con especialidades o bien artísticas o bien de diseño: Estos ciclos tuvieron muy buena acogida especialmente entre las pequeñas y medianas empresas de los diferentes sectores de la industria, pues permitió la actualización de algunos de sus empleados en ciertos aspectos teóricos, metodológicos y especialmente en nuevas tecnologías. Para acceder a ellos no se requiere el bachiller.

-Los Ciclos formativos de grado superior (dos años y prácticas en empresa); con especialidades o bien artísticas o bien de diseño.

- Finalmente los Estudios Superiores de Diseño: (gráfico, moda, interiores, producto, cerámica, vidrio) se implantaron en 1999[3]. Tenían una duración de tres años académicos dedicados a la enseñanza exclusiva de la respectiva especialidad de diseño, más uno de proyecto de fin de carrera. Actualmente la CEA (Confederación de Escuelas de Artes Plásticas y Diseño) trabajan a contra reloj en la adaptación de los diversos estudios superiores de diseño al marco europeo de enseñanza superior. Huérfanos una vez más, del reconocimiento y apoyo de las instituciones, que inexplicablemente olvidaron que los estudios impartidos en las escuelas superiores de enseñanzas artísticas españolas (música, danza, artes escénicas y diseño), debían converger a partir del 2010 con los estudios equivalentes en la Unión Europea. Los nuevos los estudios, equivalentes a grado, cuentan tienen una duración de 4 cursos, con sus asignaturas semestrales y créditos ECTS, la realización de un proyecto final y prácticas en empresas.

Paralelamente, han existido otras líneas de formación para el diseñador, la mayoría de ellas, por lo general, también con una visión más próxima al arte, que a las ingenierías y especialidades técnicas:

En la década de los 60, especialmente en Cataluña, las necesidades de la industria y el interés por el diseño provocó la creación de escuelas de ámbito privado al amparo del ADI FAD (Agrupación de Diseño Industrial y Fomento de las Artes Decorativas), como la Escuela Elisava o poco después la Eina cuyos referentes fundacionales y pedagógicos hay que buscar en la Bauhaus y la HfG de Ulm.

Por otra parte, a la espera de una regulación de ámbito nacional, algunas facultades de bellas artes, arquitectura e ingeniería, comenzaron a impartir asignatu-

3 Real decreto 1496/1999, 24 de setiembre. Por el que se establecen los Estudios Superiores de Diseño, las pruebas de acceso y los aspectos básicos del curriculum de dichos estudios.



ras o itinerarios de diseño de las diferentes especialidades (gráfico, interiores, producto); o de todas a la vez, al entender el oficio de diseñador como el de un proyectista «total».

En los últimos años, asistimos también a la creación de estudios propios de las diferentes especialidades de diseño dentro de algunas universidades, que al margen de la calidad educativa que en ellas se pueda obtener, que no voy a discutir, han padecido un reconocimiento desigual en el marco de la enseñanza de las diferentes comunidades autónomas. Por otra parte, ciertas universidades, valorando la trayectoria de algunas escuelas como Eina o Elisava, han establecido convenios de adscripción, certificando sus estudios, en lugar de crear estudios propios.

Ni el arte, ni ciencia ni tecnología, aunque relacionada con todas ellas. La enseñanza del diseño que no se adaptaba a las tradicionales parcelaciones de la enseñanza superior. Sin embargo, podría encontrar por fin su espacio, en el marco europeo de educación, que aporta un margen de libertad importante en la creación del curriculum de cada uno de los títulos de grado. Para ello sin embargo, se requiere una vez más el compromiso de las políticas de innovación y educación con el diseño. El 2010 era la fecha marcada por la Unión Europea para la convergencia educativa superior, y las autoridades educativas se olvidaron una vez más de las enseñanzas superiores de diseño, que junto a los conservatorios y escuelas de teatro y danza, que en España estaban mayoritariamente fuera del marco universitario. Ante tal descuido, la CEA (Confederación de Escuelas de Artes Plásticas y Diseño) demandó la equiparación de sus estudios superiores, al título de Grado europeo, iniciándose una batalla de poderes entre dichas escuelas y las universidades que no hace, a mi modo de ver, sino perjudicar, más aun el mundo del diseño y la innovación en nuestro país.

Este divagar de los estudios de diseño entre contextos e instituciones pone en evidencia, una vez más, la falta de consideración social y por ende de nuestros gobernantes, respecto al diseño. El éxito de nuestros productos que sitúan el diseño gráfico, industrial, de moda de nuestro país como un magnífico exportador de creatividad en el extranjero, se percibe aquí como éxitos individuales, en ningún caso como fruto de una enseñanza planificada y metódica.

Así, las cosas, la formación del diseñador sigue más que nunca expuesta a las variables de cada situación local y quien sabe hasta cuando seguirá así.

La TGS y los estudios de diseño españoles.

Tradicionalmente, en los diversos centros españoles dedicados a las enseñanzas superiores de diseño, existen asignaturas como: Física, Química y Matemáticas aplicadas al diseño, Naturaleza y forma, Metodología proyectual, Geometría, Teoría del diseño...,etc. Todas ellas tienen entre sus objetivos formar al alumno en el análisis y metodología para la organización interna de los diseños, las interrelaciones entre sus elementos, y reglas de organización, niveles jerárquicos, la capacidad de variación, adaptación y crecimiento de los diseños; desarrollar un conjunto de leyes aplicables a estos comportamientos, así como impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos del diseño. Estos mismos objetivos son los que persigue la TGS desde una perspectiva más amplia o general, es decir, aplicable



a todas las ciencias. El modelo transdisciplinario de la TGS reside en la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes aunque referidas a sistemas diferentes y objeto de estudio de ámbitos dispares del saber (física, matemáticas, historia, medicina, economía...). El concepto de sistema ha pasado a dominar todas las ciencias: si se habla de astronomía se piensa en el sistema solar; si el tema es la fisiología, se piensa en el sistema nervioso, en el circulatorio, digestivo... La sociología habla del sistema social, la economía de sistemas monetario, la física de sistemas atómicos y así sucesivamente. De este modo aparece un nuevo lenguaje conceptual, compartido por numerosas disciplinas. La TGS pretende introducir una semántica científica de utilización universal.

El conocimiento de las Teorías General de Sistemas, del Caos y de los Fractales, así como el uso de su lenguaje interdisciplinar resultan de vital interés para su aplicación en la creación y el análisis de la organización interna de los diseños, tratados en las diferentes asignaturas de los estudios de diseño.

Por otra parte la TGS ha dado lugar a la Ingeniería de Sistemas, que trata del proceso ordenado para hacer realidad un sistema: La aplicación de principios científicos a lo largo del proceso de proyectación y desarrollo de un sistema. Desde este punto de vista, sus métodos pueden ser aplicados de forma eficaz a cualquier tipo de sistema, también al diseño gráfico multimedia, de moda, etc. si somos capaces de entender el proyecto, el diseño en cuestión como tal: un conjunto de elementos relacionados entre si de manera que si una es modificada el resto también lo son.

La TGS y el mundo del diseño, parecen pues compartir objetivos comunes y una misma visión integradora las diversas ciencias. Sin embargo, y a pesar de ello, no parece que a día de hoy se hayan dado suficientes pasos para promover un acercamiento entre ambas disciplinas. En los diversos planes de estudio, que siguen los centros españoles dedicados a estas enseñanzas, existen asignaturas que tratan cuestiones del interés de las Teorías General de Sistemas, la del Caos y la de los fractales, sin embargo en muy pocos de ellos, se mencionan estas teorías de manera explícita.[4]

Arquitectura, ingeniería, arte, diseño... comparten la historia, la teoría, los métodos... Uno debe preguntarse ¿Porqué la TGS ha tenido tanta repercusión en la ingenierías y todavía tan poca en arte y diseño? Uno puede pensar que una de las causas se debe a la marginalidad del mundo del diseño del ámbito de la investigación, que en España se da hoy por hoy casi exclusivamente en las universidades. Algo que finalmente, parece que va a resolverse, con los nuevos estudios master y doctorado de diseño, fruto de la convergencia de los estudios europeos. Pero, ¿que ocurre con las asignaturas de diseño dentro de los estudios universitarios de Bellas Artes? En España, contrariamente a lo que ocurre en otros países, los estudios de arte y diseño han sido enmarcados casi exclusivamente en el ámbito de las humanidades, alejándose de estudios más técnicos, que sin embargo parecen mantener una relación más directa con las innovaciones científicas. Habrá entonces que reivindicar para los nuevos estudios de diseño, y como bien argumenta Gui Bonsiepe, este espacio entre el arte, la ciencia y tecnología.

Sea como fuere y al margen de quien imparta las enseñanzas de diseño, parece clara la necesidad de una revisión didáctica general desde las nuevas perspec-

4 Únicamente el Graduado Multimedia a Distancia de la UOC aparece de forma explícita el tema de los fractales.



tivas científicas de la TGS, que analice los estudios: los fines, en que momento deberían introducirse los conceptos de la TGS entre los contenidos, y sobre todo las formas en que se explican algunos de los contenidos:

Los fines

“La ideología justifica las acciones de los grupos o clases sociales a cuyos intereses creados sirve, e interpreta la realidad de forma que la justificación resulte plausible.” (Wikipedia, 2008) [5] La diferencia de visiones entre una u otra ideología es evidente en cuestiones como la filosofía, la política y la religión o la ética, más aun, según la sociología del conocimiento, pero también pueden encontrarse diferencias fundamentales ante conceptos aparentemente tan objetivos como el tiempo, el espacio y el número.

Podemos definir la utopía moderna no sólo como aquello que se desea alcanzar, sino también, como aquello que es necesario alcanzar y que dirige y supedita todas las prácticas posteriores a su enunciación. *“En la Didáctica Magna de Comenius (Amos Comenius J., 1630), la utopía aparece como fundante de la pedagogía moderna. Esta utopía presenta dos dimensiones: una socio-política, que piensa en una sociedad ideal, en un punto de llegada; y otra dimensión didáctica o metodológica, que se encuentra vinculada al proceso.”* (Scialabba A. 2004)

Durante los siglos XIX y XX, el mundo del diseño se ha visto imbuido en diferentes ideologías y utopías en su dimensión socio-política y su correspondiente dimensión didáctica y metodológica. Aquí se plantea la cuestión, difícil y controvertida de la relación entre didáctica y política y, en fin, de la relevancia social de proyectar, pues parece que como afirma Scialabba (2004): No puede haber educación sin una filosofía que la sustente, es decir sin una teoría que aporte una finalidad, y por tanto una intención a la actividad del educador.

Al mismo tiempo, a cada avance tecnológico le sigue un movimiento paralelo de carácter reaccionario reivindicando el resurgir de tecnologías anteriores. Nos embelesan las promesas de lo nuevo, mientras lamentamos la pérdida de lo antiguo. Los siglos XX y de momento el XXI, se han caracterizado por la continua aparición de cambios tecnológicos situándonos en un continuo tira y afloja entre lo antiguo y lo moderno (West S., 1991). [6] Esta situación no ha hecho más que acentuarse con la llegada de las nuevas tecnologías de la información y comunicación:

-“El movimiento Artes i Oficios tuvo su origen en Inglaterra, a finales de 1800 y fue liderado por William Morris. Se trataba de una reacción contra la industrialización y un intento de integrar el arte y la artesanía según la tradición de los gremios góticos. Alemania acogió con entusiasmo este nuevo movimiento, apareciendo en todo el país escuelas que enseñaban tanto arte como artesanía. Una de las más famosas de estas escuelas fue la Bauhaus que abrió sus puertas en 1919” (West, 1991).” *“El primer programa exigía el retorno a la artesanía, un nuevo gremio de artesanos y el trabajo en el espíritu del taller. Exigía la*

5 Utopía Wikipedia (2008). <http://utopia-pedaogia/Ideologia - Wikipedia en español.htm> Visitado en febrero de 2008

6 WEST, S. (1990). Working with style: Traditional and modern approaches to layout and typography. (New York: Watson Guptill) Traducción al español de Catalina Martínez, Cuestión de estilo. Los enfoques tradicional y moderno en maquetación y tipografía. Madrid, Ack Publish.



unidad de las artes en la construcción y concebía el arte como una elevación de la artesanía.” (Selle G., 1975, p).[7]

- “A principio del siglo XX Europa continuaba bajo el impacto de la reciente revolución industrial. El modo tradicional de abordar las cosas se reveló inadecuado para hacer frente a los problemas modernos: el mundo moderno requería soluciones modernas. Esta actitud tuvo como manifestación una violenta experimentación en todas las artes que generó nuevas escuelas de pensamiento. Los nuevos movimientos que abarcaban desde el Dadaísmo suizo al Stijl holandés o el Constructivismo ruso. Algunos de estos movimientos se cimentaban sobre una sólida base filosófica, mientras que otros eran reacciones radicales al viejo orden de cosas. A pesar de sus notables diferencias filosóficas y estilísticas estos movimientos tenían en común el deseo de reflejar tiempos modernos y el rechazo a lo tradicional por lo tradicional, idéntico rechazo que las generaciones posteriores manifestarán hacia el arte por el arte.”(West, 1991).

La Bauhaus contó con profesores afines a diferentes movimientos artísticos modernos, que incorporaron distintas enseñanzas, filosofías e ideologías. Combinaban las recientes teorías de los psicólogos de la Gestalt con teorías artísticas sobre la forma, color y abstracción. *“Se pretendió crear una realidad pura, reduciendo las formas naturales a los elementos constantes de esta (líneas, planos, puntos etc.) y de color basándose no ya en el concepto de inspiración, si no en la pretensión de encontrar las profundidades de la realidad mediante leyes mecánicas combinatorias. (...)Se conjugaba a la vez la utopía social y la utopía estética, la proyección del diseño de las formas ambientales y las formas de existencia.” (Selle, 1975).*

Sin embargo, *“sólo en una fecha relativamente tardía se llega a reconocer las necesidades y realidades sociales y a proyectar unívocamente la idea de la Bauhaus al terreno de la praxis industrial del diseño y de la producción (...) Uno de los obstáculos que frenaron este proceso parece ser la estructura docente, fundada en el principio de maestro-oficial/aprendiz, bajo el predominio, en arte del maestro que a su vez era un famoso artista, lo que conducía, al menos parcialmente a una acentuación del principio artístico” (Selle, 1975),* por encima del funcional. La escuela fue clausurada por el Nacional Socialismo y sus profesores y alumnos en su diáspora fundaron o se incorporaron a otras escuelas, donde tras la Guerra, se volvería una vez más a plantear la difícil y controvertida cuestión de la relación entre proyecto y política y, en fin, de la relevancia social de proyectar.

La utopía se caracteriza por ser totalizadora, universalista, por tener una visión liberadora única que la lleva a luchar contra las visiones diferentes que puedan surgir. (Scialabba, 2004). Tras cada una de las ideologías que fundamentaban los idearios artísticos del movimiento Artes i Oficios, y los de la Bauhaus, había una utopía que se enfrentaba a las demás. En el caso de la famosa escuela, ello habría de provocar importantes tensiones y desacuerdos sobre el fin del diseño y la pedagogía para formar al diseñador. El enfrentamiento ideológico, junto a otros factores externos habría de contribuir, a mi modo de ver, a la evolución y el cierre de la escuela.

La postmodernidad, sin embargo parece marcada por la falta de idealismos y

7 SELLE, G. (1975) Ideología y utopía del diseño Industrial. Barcelona. GG Colección Comunicación Visual.



utopías, o si acaso, vender mucho y ganar más. En el pasado queda la utopía de una sociedad nueva, con una nueva convivencia, una nueva relación entre hombre y mujer, una alimentación ecológica, una naturaleza sin artificio. Llenamos de plástico nuestros mares. Vestimos lo que queda mono, y lo decorativo está entre las cosas más valoradas por nuestra sociedad, el Styling. Vivimos en una sociedad que confunde el diseño con el adorno. (Aicher O, 1994)[8]

El diseño, como afirmaba el profesor de la HfG de Ulm Otl Aicher ya en 1994, ha caído en una profunda crisis al hacerse cómplices de las modas. Ya no se crea a partir de la argumentación y el razonamiento fundado, como la ciencia y la técnica, sino del capricho y el azar estético de cada momento, que se permite jalearse un arte y criticar a otro. Ello, como bien apuntaba, probablemente se debe a que no existe una profesión que se ocupe de la teoría y la historia del diseño, el especialista de la historia y la teoría de la técnica, aun no han encontrado un hueco en nuestros estudios. Por ello el diseño se aferra la técnica, sin debate intelectual ni exposición analítica.

Sin embargo al diseño hay que fundamentarlo. Aquí se plantea la cuestión, difícil y controvertida no tanto de la relación entre proyecto y política sino de la relevancia social de proyectar: En términos de la TGS el diseñador tendría por misión definir las características de un producto partiendo de unos objetivos previos y unas entradas. Los diseños, sean de tipo que sean, tienen por finalidad 'genérica' modificar un ambiente, incidir en él de una u otra manera. De este modo, el diseñador participa de modo inmediato en el proceso de transformación social. Diseñar es comprometerse es intervenir con un objetivo en una u otra dirección. Desde esta perspectiva, no parece descabellado introducir la reflexión ética entre los contenidos de la especialidad, bien como asignatura propia, como han hecho en la escuela Elisava[9], o dentro de asignaturas como proyectos, teoría del diseño, etc.

La organización didáctica

Entre las reivindicaciones de las escuelas inglesas de Arts& Crafts y las aportaciones teóricas de la Bauhaus se ha formado una idea bastante compartida respecto a como debe ser la didáctica del diseño.[10] Desde entonces, lógicamente, se han realizado también seminarios internacionales con el objetivo de proporcionar una orientación y un método para todos los centros que se dediquen a tal enseñanza del diseño, lográndose así, cierta unificación en los programas de buena parte de las escuelas de diseño del mundo.

En líneas generales se ha concluido que la enseñanza del diseño debe comprender tres áreas:

1. *Información: Donde se incluirá el estudio de las ciencias sociales, físicas y naturales, así como de las humanidades.*
2. *Formación: Referida al proceso creativo, que incluirá ejercicios abstractos y aplicados directamente a la resolución de determinados problemas industriales*, así como ejercicios concernientes al diseño de producción y otros a la resolución de sistemas.*
3. *Comunicación Referida a la transmisión de las decisiones tomadas en el*

8 AICHER, O. (1994). El mundo como proyecto. GG Diseño. Barcelona.

9 Plan de estudios.(2004) Escola Elisava. Barcelona. http://www.elisava.es/elisava/fla_cat/pdf/pdfCAT/gsd_cat.pdf (visitado el 02/02/2005)

10 ICSID (2005). International Council of Societies of Industrial Design. [http:// www.icsid.org](http://www.icsid.org). (visitado el 02/02/2005)



proceso de diseño a quienes tienen que manufacturar el producto o iniciar el sistema .” (Salvat, 1973)[11]

El curso fundamental

Una de las novedades de la Bauhaus, que se mantiene en los nuevos estudios de Grado en Diseño, fue la creación de un curso fundamental, de un año de duración, con el fin de proporcionar al estudiante una base sobre la que poder construir en los cursos siguientes. Con él, se pretende nivelar las diferencias de formación de los estudiantes procedentes de diferentes estudios secundarios y superar el analfabetismo visual que caracteriza los caracteriza.

Como explica Bonsiepe (1978) *“El curso fundamental por lo general parte de la hipótesis de que las primeras aproximaciones a los estudios de proyección tienen que limitarse a los problemas en que no se compaginan las variables uso, producción, costos, características de los materiales. De esta manera se quiere tener en cuenta el hecho de que los estudiantes del primer año no disponen de nociones técnicas suficientes para aproximarse a los problemas que presentan numerosas variables proyectuales. En cambio, limitando el número de variables y reduciéndolas a una sola categoría, el proceso proyectual se hace mucho más diáfano y fácil de controlar.”*

A mi modo de ver, es en este curso fundamental, donde se debería introducir los conceptos básicos de la TGS la teoría del Caos y los Fractales, pues constituyen los cimientos teórico-científicos sobre los que debiera construirse toda la actividad proyectual. Asignaturas como física y matemáticas aplicadas al diseño, o Diseño básico deberían introducir a los alumnos en sus conceptos fundamentales y en la metodología de la ingeniería de sistemas, e ir desarrollándolos a lo largo de los estudios, en la totalidad de las asignaturas.

Interdisciplinariedad

En este sentido parece fundamental involucrar al máximo todas las interdependencias entre asignaturas, pues los conocimientos acerca del diseño no pueden ser descritos significativamente como conceptos separados. La comprensión de qué es el diseño, solamente se presenta cuando se estudia globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus disciplinas. Por otra parte, se debe dar ejemplo de trabajo en grupo más aún cuando esperamos que nuestros alumnos sean capaces de hacerlo.

Pero la interdisciplinariedad no debería acabarse ahí. El diseñador forma parte de un equipo humano que lleva adelante un proyecto. En la medida que sea posible el estudiante debería poder experimentar esta realidad. Ello resultará más fácil en los estudios master y doctorado de los respectivos diseños, en los que se puede programar algún tipo de ejercicio con estudiantes de otros estudios (márketing, programación, etc). Ello puede resultar posible con el nuevo sistema educativo europeo por créditos, pues algunas asignaturas serán compartidas por diferentes estudios y permitirá la creación de proyectos interdisciplinarios[12],

11 El diseño industrial. (1973). Salvat. G.T., Biblioteca Salvat de Grandes Temas. Salvat Editores.

12 La escuela Eina contaba ya con asignaturas de este tipo entre sus estudios llamada: Proyectos interdisci-



en los que cada estudiante aporte los conocimientos de su especialidad a un proyecto concreto.

Las formas

Las Ciencias en la enseñanza del diseño

Como se ha visto anteriormente la teoría la TGS y de los Fractales, se origina en diversas áreas del conocimiento científico: como las matemáticas y la física, convirtiéndose en una herramienta de análisis y metodológica para la creación de nuevos sistemas/diseños. Sin embargo, ni dicha teoría ni las nuevas teorías sobre la metodología científica aparecen por lo general[13] entre los contenidos que se explican en asignaturas como física, matemáticas, geometría, naturaleza y forma, etc...

Tradicionalmente *“La epistemología positivista de la ciencia considera el conocimiento científico neutro, libre de valores, ni bueno ni malo y, por supuesto, no influido por ideologías, intereses o razones coyunturales de las personas de ciencia. (...)En parte como consecuencia de esta filosofía, las disciplinas científicas se ofrecen a los estudiantes en facultades, institutos y escuelas de una manera parcial, excesivamente centradas en los contenidos y conceptos de cada disciplina (leyes, teorías, ecuaciones y formalismos), los cuales llenan los libros de texto y los manuales científicos y la mayor parte del tiempo empleado en las clases, como coartada de la objetividad y la neutralidad que el positivismo lógico predica del conocimiento científico y olvidando los factores contextuales de cualquier actividad humana.*

Este enfoque de la ciencia de los libros de texto y las clases, centrado en los contenidos como conocimientos elaborados, borra el proceso histórico a través del cual han sido construidos esos conceptos, produce una imagen de la ciencia en la que se omiten los problemas (a veces, sociales) que originaron el conocimiento, la evolución y las controversias, las limitaciones o las perspectivas abiertas, y por ello, deforman el papel del científico como protagonista y responsable principal de la ciencia.”(Manasero M. y Vázquez A., 2001) [14]

La imagen ahistórica de la ciencia reduce la influencia de la sociedad sobre la ciencia, y de la ciencia sobre la sociedad, así como las relaciones con la tecnología. Si queremos que la enseñanza de las ciencias sea más completa y cercana al alumno, es necesario que las situaciones planteadas en clase y el modo de abordar los temas, se presenten en su contexto histórico y desde el punto de vista metodológico y socio-ambiental: (Manassero & Vázquez, 2001):

1. *“Contextualización histórica, como forma de mostrar cómo y por qué surgen las ideas y teorías científicas, frente a la visión aproblemática que suele presidir la enseñanza de las ciencias la mayoría de veces” (Manassero & Vázquez, 2001).*
2. *“Contextualización metodológica, como forma de incidir no sólo en los contenidos como objetos terminales, sino también en las formas bajo las que*

plenarios I, II. Aunque deduzco la interdisciplinariedad la buscan entre las diferentes especialidades de diseño que en ella se imparten. <http://www.eina.edu/> (visitado el 02/02/2005)

13 En el Graduado Multimedia , en la asignatura de matemáticas existen contenidos sobre fractales.

14 MANASSERO M., y VÁZQUEZ A., (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas. <http://www.oei.es/salactsi/acevedo11.htm> (visitado el 26/03/2011)



éste puede generarse, en oposición a la visión dogmática y de sentido común que suele ofrecerse a través de una ciencia acabada y prefabricada de la que el alumno es un mero receptor y consumidor “(Manassero & Vázquez, 2001).

Entre los contenidos de asignaturas “científicas” como física y matemáticas, naturaleza y forma, ergonomía o geometría de los Estudios Superiores de Diseño, por citar un caso, no aparece por lo general, mención alguna a como la metodología científica ha influenciado a la sociedad y como es lógico, la teoría del diseño del momento. En este sentido, parece lógico como mínimo mencionar lo que supuso para el arte y posteriormente el diseño, el paradigma científico Newtoniano y lo que está suponiendo hoy, la TGS.

“Contextualización socio-ambiental, como forma de ver la utilidad de la ciencia en nuestro entorno y en nuestro modo de ver el mundo y de interaccionar con él, frente a la visión teoricista y descontextualizada que concibe la ciencia como algo puramente abstracto y sin relación con la realidad circundante” (Manassero & Vázquez, 2001).

Ciertamente, esta influencia nos parece obvia (en las comunicaciones, la salud pública, la energía, los alimentos, los transportes, etc.) y resulta muy presente en la vida diaria de las personas. Por otro lado, está la visión negativa del progreso científico, por su capacidad de autodestrucción, deterioro del medio ambiente, el fraude, etc.

La organización social y económica ha ido cambiando con las innovaciones científicas y técnicas aparecidas en cada momento, mientras, y las corrientes estéticas, han construido la expresión plástica de tales transformaciones. El ejercicio del diseño, y sus doctrinas pedagógicas mantuvieron un duro enfrentamiento dialéctico entre racionalismo y expresionismo. La interpretación de las teorías científicas por el diseño y sus pedagogos fue evolucionando con el tiempo desde una tendencia plástico formalista propia de los estilistas o simples creadores de formas, hacia una formación lingüísticoformativa, derivada de aquel curso preparatorio de la Bauhaus.” Después de la guerra, y en oposición a las teorías del Visual design de la Bauhaus; que ofrecen una participación al subconsciente en el proceso creador, recuperando la antigua idea de inspiración y las metodologías propias de la caja negra racionalizadas a través del psicoanálisis, hayamos el rigor racionalista del Basic design, que defiende una formación más tecnológica y científica, alejada del arte por el arte, de la HfG de Ulm. (Salvat, 1973)

En ese sentido, en el ámbito del diseño durante la primera parte del siglo XX, se realizó una importante labor incluyendo asignaturas como física y matemáticas donde se explicaban las bases científicas que fundamentan la ciencia que y permiten la tecnología y el progreso del diseño. Sin embargo, en los últimos 30 años se ha avanzado mucho en lo que a técnica se refiere, pero ha habido un estancamiento en la aprensión de los nuevos conocimientos científicos.

El enfoque sistémico del diseño puede servir como base para lograr una conciliación entre los enfoques racionalista y expresionista y tratar de evitar la superficialidad científica que se ha instalado en el diseño actual. Para ello, emplea como instrumento, modelos utilizables y transferibles entre varios continentes científicos, toda vez que dicha extrapolación sea posible e integrable a las respectivas disciplinas.



Geometría

Aun reconociendo la dificultad gráfica de desarrollar sistemas de representación desde el punto de vista de la geometría fractal, es como mínimo necesario explicar la geometría desde su perspectiva y descartar los prejuicios de la geometría clásica hacia las formas irregulares. Ello podría provocar además de un cambio en el aspecto formal de los diseños, sin prejuicios hacia formas más orgánicas, un acercamiento hacia una asignatura del tipo de Naturaleza y Forma, Estructuras, y por supuesto Metodología Proyectual.

La geometría fractal ya es, sin duda, una de las líneas de investigación en pintura, música, como lo demuestran las múltiples exposiciones organizadas a lo largo de nuestro país sobre arte y fractales.

Teoría del diseño

Tal como se ha explicado hasta ahora, parece clara la relación teórica con asignaturas como: la física, matemáticas, geometría o sistemas de representación, naturaleza y forma, teoría del diseño, metodología proyectual, historia del diseño, análisis del diseño. Asignaturas todas ellas que han de ayudar al estudiante a comprender las leyes de organización interna de los diseños, la interrelación de sus elementos, sus niveles jerárquicos, su capacidad de variación y adaptación, la conservación de su identidad, su autonomía, las relaciones con su ambiente, las reglas de su organización y crecimiento, las condiciones de su conservación, de sus posibles o probables estados futuros, de su desorganización y destrucción, etc. En realidad en ellas más que solucionar problemas o intentar soluciones prácticas, se aportan al estudiante, datos, teorías y formulaciones conceptuales que puedan crear condiciones de aplicación en la realidad empírica.

Como dice su nombre, se trata de teoría: “La TGS no busca solucionar problemas o intentar soluciones prácticas, pero sí producir teorías y formulaciones conceptuales que puedan crear condiciones de aplicación en la realidad empírica (GESI, 1999).” Para nosotros, dentro del ámbito del diseño, estas nociones abstractas pueden aplicarse a la creación de diseños reales.

A diferencia de otros estudios superiores, en los estudios de diseño predomina un método de enseñanza y aprendizaje a base de realización de ejercicios tras breves lecciones introductorias. Parece importante que, en las diferentes asignaturas, en estas breves lecciones se recuerde las bases de la TGS y en que medida afectan al ejercicio en cuestión.

El análisis de diseños.

En algunos centros de enseñanza existe una asignatura de análisis de diseños. En ella se analizan sus cualidades formales y estructurales, los elementos que lo forman y las relaciones existentes entre ellos, su jerarquía, etc.; con la finalidad de entender las claves de su éxito y poderlas reproducir después. Ello puede llevar a pensar a algunos alumnos, que ante problemas similares puede usar soluciones parecidas, cambiando pequeños detalles adaptando el diseño a las nuevas necesidades (modelos particulares se extrapolan a otro modelo particular). Sin embargo esta perspectiva puede ser desde el punto de vista de la TGS y del Caos errónea, pues un pequeño cambio en las circunstancias, elementos, o sus relaciones puede llevar al fracaso del diseño.

Desde la perspectiva sistémica el valor de la asignatura radica en ver como de modelos particulares se pueden extrapolar pautas universales. Se trata de una



asignatura integradora, afianzadora de conceptos, pues obliga al alumno a revisar como ciertos diseñadores han aplicado los conceptos que se le explican en otras asignaturas como: teoría del diseño, psicología, semiótica, retórica, estructuras, materiales, color...

Por otra parte, habitualmente no existe una intención de continuidad para con el diseño analizado. En realidad, en la mayoría de casos, se eligen diseños que no requieren ser optimizados como paradigmas de la universalidad del buen diseño, por su supuesto carácter 'eterno'. Se trata una vez más de la visión Newtoniana del diseño. Sin embargo, desde la perspectiva de la TGS, sabemos que aunque ciertos diseños consiguen mantenerse vigentes durante mucho tiempo la mayoría de ellos requiere ser revisado para seguir consiguiendo sus objetivos. En ocasiones, al cambiar el ambiente, hay que replantear incluso algunos objetivos para que el diseño siga funcionando.

Resulta muy común que esta optimización la realice un diseñador o un equipo de diseñadores diferente al creador inicial... Tanto si es así como si la realiza el mismo diseñador original, parece necesario un análisis previo del diseño para definir que y como debe modificarse para mantenerse estable, y con qué fin. Es necesario tratar el de análisis de diseños desde otra perspectiva más dinámica: como punto de partida para poder plantear estrategias que permitan superar el desgaste que habitualmente todo diseño sufre con el tiempo.

Ello nos lleva a su vez a la necesidad de replantear la figura del diseñador. Bajo la perspectiva de la TGS el diseñador forma parte del diseño, en la medida que éste puede cambiar si participa uno u otro en su proceso de creación. Desde esta perspectiva la firma de un diseño resulta doblemente absurda: Por su carácter industrial/seriado opuesto al carácter único de la obra de arte y por la posibilidad de ser desarrollado /modificado por varios creativos a lo largo de su existencia. La firma de un diseño únicamente tendrá lógica si añade 'valor' al objeto al margen de sus cualidades propias.

La metodología proyectual.

Debemos revisar la metodología local o fragmentadora utilizada hasta ahora, por una de acción más global, que mantenga las interconexiones entre las partes de la realidad, que el método tradicional tenía por costumbre desmembrar. Que propicie el enfoque macroscópico y ofrezca herramientas para el manejo de la complejidad.

Aunque a primera vista puede parecer que la metodología proyectual del Diseño Moderno no es sustancialmente diferente a la de la ingeniería de sistemas, respecto a esta, la ingeniería de sistemas plantea la necesidad de poner el énfasis sobre:

- 1.La mejora de nuestros métodos para definir los requisitos y las prestaciones, eficacia y todas las características esenciales del diseño al principio de la fase del diseño conceptual.
- 2.La consideración del diseño como totalidad y bajo una perspectiva de ciclo de vida.
- 3.La organización e integración de equipos interdisciplinarios en el esfuerzo de diseño global.



4.La constante revisión, evaluación y realimentación del diseño con el fin de asegurar una progresión ordenada.

El lenguaje

Este es un tema preocupante, muy a tener en cuenta como educadores. Pues si se descuida y nos despreocupamos de nuestro vocabulario, improvisando la terminología y sus definiciones, provocamos confusión en lugar de precisión en los estudiantes.

El uso de la terminología de la TGS, además de acabar con el subjetivismo del que ha adolecido el lenguaje gráfico-plástico hasta hoy, ayudaría a un mejor entendimiento con otras disciplinas humanísticas y científicas a través de una semántica, universal, común a disciplinas tan dispares como la historia, la física, las matemáticas, la teoría del diseño, el márketing...etc. y en fin, todas las asignaturas de programa pedagógico.

Utilizar el vocabulario adecuado ayuda a entender mejor y a aprender más rápidamente. Si el lenguaje de la TGS se usara en la medida de lo posible desde el primer curso en todas las asignaturas, reforzaríamos los conceptos fundamentales del diseño y la metodología proyectual.

Demasiado a menudo los estudiantes tienden a ver las asignaturas o módulos como contenidos extremadamente distantes. Usando un lenguaje común en la medida de lo posible, reforzaríamos también la idea de interdisciplinariedad de las asignaturas, al margen de la realización o no de ejercicios transdisciplinares, como sería deseable. Por otra parte, el uso de la terminología sistémica ha de ayudar al futuro diseñador a entenderse mejor con las personas de otros ámbitos que también participan en la toma de decisiones y creación del diseño.

El profesorado

Sin embargo, antes de hablar de que y cómo se explican los conceptos, habrá que valorar si los profesores son conocedores de la TGS y los fractales. De lo contrario, habrá que pensar en como hacer llegar estos conceptos a profesores y diseñadores.

Como hemos comentado anteriormente, el diseñador ha permanecido excesivamente al margen de la Universidad y del mundo de la investigación, quizá es por ello que ha tardado tanto, respecto a otras disciplinas, en asimilar los conceptos de la TGS. Desde mi experiencia particular, parece que los profesores de diseño y diseñadores buscan la actualización de conocimientos y conceptos, por lo general, más que en las revistas científicas que habitualmente maneja el resto de personal investigador; en libros, conferencias, y documentales de divulgación científica o Internet. Ello puede comenzar a cambiar, si finalmente, las enseñanzas de diseño entran de una vez por todas en el ámbito universitario como apunta la nueva convergencia educativa con Europa.

A pesar de que a raíz de este trabajo, se planteó la realización de un cuestionario para valorar de forma científica el grado de conocimientos acerca de la TGS de los profesores y alumnos de las escuelas superiores de diseño españolas, los resultados obtenidos no nos permiten valorar de forma científica que estos contenidos se estén dando entre los estudios.



Aun así, la realidad es que son más que pocas, anecdóticas, las menciones encontradas sobre este tema entre la documentación sobre diseño; sea en revistas científicas, revistas de diseño, libros, conferencias, Internet... y de ello cabe deducir que su conocimiento será igualmente anecdótico.

Por otra parte, el diseñador y pedagogo Gui Bonsiepe (1978), profesor de la HfG de Ulm, menciona la Teoría de Sistemas como uno de los contenidos que debería aprender el diseñador, pero no se han encontrado mención alguna a la TGS entre los contenidos de los programas de las asignaturas de las escuelas de diseño españolas consultadas[15]. Y únicamente en el Graduado Multimedia de la UPC aparecen los fractales entre los contenidos de la asignatura de Matemáticas. [16]

Tendrá que hacerse un gran esfuerzo, por tanto, en primer lugar dar a conocer ampliamente la TGS a los profesores de diseño y diseñadores, y en segundo lugar para introducirla en los planes de estudio de las escuelas españolas.

La actitud de los profesores puede ser fundamental a la hora de afrontar la innovación que supone la educación en los nuevos conceptos de la TGS, el caos y los fractales. Aun que existen estudios sobre las actitudes del profesorado de formación inicial y secundaria a incorporar nuevos conceptos de ciencia tecnología y sociedad, más bien desalentadores (Manassero & Vázquez, 2001), no existen estudios respecto a los profesores de las escuelas de diseño. Personalmente, tengo la absoluta confianza en la capacidad de la comunidad de profesores de diseño en este sentido, pues si algo nos caracteriza es la adaptabilidad y capacidad de asimilar nuevos conceptos. En realidad los ejercicios que se realizan en la mayoría de asignaturas seguirían siendo absolutamente válidos, la aportación del la TGS es fundamentalmente teórica, de comprensión de la realidad que nos rodea, aunque lógicamente ello redunde en la práctica del diseño, especialmente en cuestiones metodológicas.

Resumiendo

Existe en el mundo una nueva forma de ver interpretar y estudiar la realidad compartida por la mayoría de ámbitos de estudio, una nueva cosmovisión a cuya realidad, las enseñanzas del diseño no pueden seguir al margen.

Hay que dar los pasos necesarios para lograr de nuevo, el acercamiento entre el mundo científico y del diseño a través de la TGS, como han hecho ya otras disciplinas de estudio catalogadas tradicionalmente como humanísticas, como la lingüística, la historia y otras. Con ello lograremos:

-Un mejor entendimiento con otras disciplinas humanísticas y científicas a través del uso de la terminología común, además de reducir el subjetivismo del que adolece el lenguaje del diseño hasta hoy.

-Un nuevo marco teórico con el que acercarnos a cuestiones como la complejidad, el espacio de diseño, la dimensión el comportamiento caótico de ciertos elementos dentro del diseño.

-Permitir el desarrollo de nuevas estrategias y pautas metodológicas para el análisis y creación los diseños.

15 Contenidos de los Estudios Superiores de Diseño del Ministerio de Educación. Escola Superior de Disseny de les Illes Balears, Eina, Elisava, Escola Massana.

16 Plan de estudios. Graduado Multimedia. UPC. Barcelona.(2005) <http://www.upc.es>. Curso 2004-2005



Conclusión

“El filósofo científico Thomas Kuhn (1970) dio a paradigma su significado contemporáneo cuando lo adoptó para referirse al conjunto de prácticas que definen una disciplina científica durante un período específico de tiempo. (..) En su libro «La Estructura de las Revoluciones Científicas»^[1] define a un paradigma de la siguiente manera:

- Lo que se debe observar y escrutar
- El tipo de interrogantes que se supone hay que formular para hallar respuestas en relación al objetivo
- Cómo tales interrogantes deben estructurarse
- Cómo deben interpretarse los resultados de la investigación científica.

Alternativamente, el Diccionario Oxford define a paradigma como “Un patrón o modelo, un ejemplo”. Así, un componente adicional de la definición de Kuhn es: cómo debe conducirse un experimento, y que equipamiento está disponible para realizarlo. En definitiva el método a usar.

De esta forma, dentro de la ciencia normal, un paradigma es el conjunto de experimentos modélicos capaces de ser copiados o emulados. El paradigma prevalente representa a menudo una forma más específica de ver la realidad, o las limitaciones de propuestas para la investigación futura, más que un método científico mucho más genérico.

Probablemente el uso más común de paradigma, implique el concepto de «cosmovisión». Por ejemplo, en ciencias sociales, el término se usa para describir el conjunto de experiencias, creencias y valores que afectan la forma en que un individuo percibe la realidad y la forma en que responde a esa percepción.

Los investigadores sociales han adoptado la frase de Kuhn «cambio de paradigma» para remarcar un cambio en la forma en que una determinada sociedad organiza e interpreta la realidad. Un «paradigma dominante» se refiere a los valores o sistemas de pensamiento en una sociedad estable, en un momento determinado. Los paradigmas dominantes son compartidos por el trasfondo cultural de la comunidad y por el contexto histórico del momento.”^[2]

Hemos visto como la cosmovisión de la Grecia Clásica y posteriormente la mediaval, aparece representada en el arte de la época. Posteriormente, Newton traza los pilares de una nueva cosmogonía o paradigma que se instalará en la ciencia, el arte y el diseño moderno hasta nuestros días. Ello es especialmente visible en aquellos aspectos comunes al ámbito científico y artístico como son

¹ KUHN, THOMAS S. The Structure of Scientific Revolutions, 2nd Ed., Univ. of Chicago Press, Chicago & Londres, 1970.

² WIKIPEDIA (2007). Paradigma- <http://es.wikipedia.org/wiki/Paradigma>. Visitado en enero 2007

los conceptos de: orden, espacio, elemento y dimensión. También lo es, en los aspectos metodológicos del diseño, que han de permitir resolver de forma más eficiente el problema planteado. Se hace especial hincapié en el uso del método científico para el análisis del problema y el uso de la geometría para la ordenación de los elementos en el espacio compositivo.

La aparición de La teoría general de sistemas ha significado un cambio de paradigma asumido ya en campos del saber dispares como la biología, la sociología y la economía, etc., y cuya asunción por parte de la teoría del arte y el diseño permitiría profundizar en el estudio y comprensión del complejo mecanismo de creación del diseño.

Establecer una correspondencia entre los conceptos de sistema en física, espacio matemático y de diseño, como hemos hecho, nos permite afirmar que es posible establecer una analogía entre las nuevas teorías matemáticas y físicas con el diseño; más aún, nos permite establecer ese nuevo marco a partir del cual observar, analizar y crear diseños.

Hasta hace relativamente poco la ciencia ha sido percibida como una actividad cuyo cometido es descubrir el orden, a menudo oculto, de la naturaleza. Su aspiración consistía en comprender lo inmutable más allá de las simples y cambiantes apariencias fenoménicas. El símbolo de la inteligibilidad científica se cifraba en el comportamiento estable y ordenado.

Por su parte, el diseño moderno ha valorado de forma especial la labor del diseñador por su capacidad de ordenar los elementos en el espacio de diseño; y la del diseño por su capacidad de permanecer inmutable más allá de las simples y cambiantes apariencias.

Frente a la visión newtoniana del mundo donde las cosas se ordenan según un plan, leyes inmutables externas que les confieren un orden total, las nuevas teorías científicas afirman que, los sistemas estáticos son una excepción y que todo sistema, por propia naturaleza, es indescriptible en su totalidad:

De la característica de los sistemas descubierta por Primogine de la irreversibilidad se deduce el hecho de que nunca podemos conocerlo en su totalidad, puesto que, si bien podemos identificar sus partes o subsistemas, jamás podemos observar el conjunto total de interacciones entre subsistemas o partes componentes.

Por otra parte, las nuevas teorías científicas afirman que los sistemas, y por tanto los diseños, desde su nacimiento hasta su muerte no dejan en ningún momento de evolucionar, pasando por diferentes etapas de desarrollo en cada una de las cuales presentan características únicas imposibles de volver a reeditar en el tiempo. El diseño moderno ha valorado de forma especial la capacidad de los diseños de permanecer inmutables más allá de las simples y cambiantes apariencias. Sin embargo, desde estas teorías se afirma que aunque existen diseños que perduran más que otros en el tiempo, todos los diseños requieren constantes revisiones para adaptarse a los cambios de su entorno y poder así seguir cumpliendo su función.

Los diseños, como sistemas que son, podrán ser estáticos o dinámicos. Los diseños dinámicos podrán, a su vez, ser lineales o no lineales; es decir, con un comportamiento no estable o caótico.

Las nueva perspectiva de la TGS y del caos rompe también con la tendencia de la ciencia y el diseño a analizar la materia en términos de sus partes constitutivas y, en su lugar, propone la consideración de niveles más complejos de organización, especialmente de sistemas dinámicos que se caracterizan por un comportamiento irregular, variable y discontinuo. Sin embargo, la palabra Caos no significa para estas, desorden absoluto, sino un comportamiento regido por factores determinísticos, pero con un nivel significativo de incertidumbre en la evolución de su comportamiento. Asumir esta premisa nos permite aplicar los nuevos descubrimientos científicos sobre las estructuras caóticas al diseño, y con ello dar una explicación teórica a la existencia de comportamientos caóticos, difícilmente previsible, entre los elementos de este.

La consideración del espacio desde las matemáticas, nos permite a su vez romper con el tradicional espacio bi y tridimensional de la geometría clásica y acercarnos a la geometría fractal: Desde su perspectiva, un espacio, o diseño es un conjunto de elementos que mantienen una relación (pauta). Los elementos de éste tienen también una cualidad: pueden tener diferentes dimensiones, más de las tres o las cuatro habituales, incluso dimensiones fractales. Cualquier objeto puede formar parte de un espacio aunque sea dimensionalmente diferente. Algo obvio en diseño multimedia, donde se combinan elementos dimensionalmente dispares sin embargo difícilmente explicable desde la geometría clásica. Esta correspondencia entre elementos de dimensiones distintas, siempre habrá de ser discontinua, es decir se dará puntualmente. Una correspondencia es discontinua si tiene saltos o agujeros; como ocurre en la sincronización de diferentes elementos multimedia como audio y animación.... El espacio de fase (retícula, plano) es la representación de la correspondencia entre las estructuras de los diferentes elementos.

Todo componente de un fractal se rige por la misma norma que su compañero. Cualquier localidad fractal se relaciona con el total mediante el mismo algoritmo. Algunos diseños tienen una estructura fractal.

Por otra parte *“el Diccionario Oxford define a paradigma como “Un patrón o modelo, un ejemplo”. Así, un componente adicional de la definición de Kuhn es: cómo debe conducirse un experimento, y que equipamiento está disponible para realizarlo.”*^[3]

Desde la TGS, la Ingeniería de Sistemas trata el proceso ordenado para hacer realidad un sistema, es decir la aplicación de principios científicos a lo largo del proceso de diseño y desarrollo del sistema. Desde este punto de vista, entiendo que sus métodos pueden ser aplicados de forma eficaz a cualquier tipo de sistema, también, a la creación de un diseño gráfico o multimedia si lo entendemos como tal.

La TGS tiene también un valor transdisciplinario, sustentado en el supuesto o creencia de la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes, aunque referidas a sistemas diferentes y objeto de estudio de en ámbitos dispares del saber (física, matemáticas, historia, economía, medicina...). Aparece así un nuevo lenguaje conceptual, puente entre numerosas disciplinas, una semántica científica de utilización universal, como no, también utilizable en ámbito de estudio y creación del arte y el diseño. El uso de un lenguaje común con otros ámbitos del saber, ha de permitirnos aliviar la subjetividad y falta de

³ <http://es.wikipedia.org/wiki/Paradigma>. (visitado el 27/01/2007)

rigor de que a menudo adolece el vocabulario artístico y el mundo del diseño. Se trata de un lenguaje fundamental para el análisis del diseño, una herramienta necesaria para el trabajo en equipos interdisciplinarios.

El enfoque de este trabajo ha tenido que ser necesariamente teórico, pues este es el terreno donde ha de moverse en los primeros estadios de su desarrollo: la comprensión científica del diseño. Sin embargo, la teoría del diseño aquí esbozada, no ha de contemplarse únicamente como un modelo de comprensión abstracto, sino también como una herramienta para ayudar a los profesionales del diseño en sus complejas de decisiones. Especialmente en aquellas, para las que la teoría del diseño Moderno, anclada en el paradigma newtoniano, no atinaba a dar explicación y si podemos hacerlo desde la perspectiva sistémica

Tarde o temprano el mundo del diseño ha de verse imbuido en el nuevo paradigma, como ha ocurrido con otras disciplinas como la economía, la medicina, la sociología, etc. El porqué de esta tardanza podría tener una explicación, como hemos visto, en el alejamiento del mundo del diseño del ámbito de la “investigación científica”, que hoy en España se da casi exclusivamente en las universidades. Algo que esperemos que se resuelva finalmente, con los estudios de master y doctorado de diseño, fruto de la convergencia de los estudios europeos.

¿Porqué un juego de cartas?

No hay juego sin reglas

No hay juego sin azar

Algunas de las instrucciones sobre juegos «solitarios» mencionan una de las obras de Ramón Llull con el título de «Ars Combinatoria» y la máquina que denominó «Ars Magna». La obra y el pensamiento luliano fueron duramente criticadas en su momento por anteponer la lógica a la fe y paradójicamente posteriormente por que el fin último de su «Ars Magna» era el conocimiento de Dios. Algunos de los más célebres seguidores de Llull como Giordano Bruno, Leibniz, fueron perseguidos como herejes al fundamentar sus máquinas lógicas, «Ars Combinatoria», en el estudio de doctrinas esotéricas como la Cabala y la numerología. Y no era para menos, pues el pensamiento luliano, supuso el inicio del camino hacia la substitución de la cosmovisión Ptolomeica por la Newtoniana.

“La cabala trata de un saber amplio y profundo sobre los orígenes cósmicos, la estructura del universo, la naturaleza y destino del hombre. Según Paracelso, se trata es un sistema de relaciones ínter simbólicas místicas que, para el hombre, tienen la función de abrir el acceso a las capacidades escondidas de la psique. Como «sistema», cumple todas las propiedades de la Teoría General de Sistemas” (Bertalanffy L. (Tellearini J., 2005)

“Se trata de un libro iniciático, un instrumento creado especialmente para pensar, muy parecido por lo menos en lo que a intencionalidad y estructura simbólica se refiere a la famosa «máquina para filosofar» aventurada por el filósofo medieval Ramon Llull. De hecho tanto la máquina como el Tarot trabajan sobre el mismo principio, la asociación de palabras e ideas universales. (...) El Tarot y la cartomancia, reconocen en las imágenes ordenadas una cosmogonía que se revela en la organización de la imaginación, mediante un rito preciso.” (Tuan L. 2001)

“Lo interesante es la polivalencia de significados típica de los juegos de cartas donde: cada carta asume un sentido en base a su posición. Los arcanos mayores se corresponden con las letras del alfabeto hebreo y explican el rito iniciático del joven, representado en el Mago, n° 1; mientras el arcano que cierra la serie, el mundo, n°22 y último arcano mayor representa la verdad de los opuestos, la armonía, la creación del orden desde el caos que es el 0, el loco.”(Pavan L., 2000)

Uno de los aspectos fundamentales, no estrictamente esencial de las matemáticas es la manipulación de símbolos abstractos, según las reglas bien establecidas y, además, se da el caso de que existen programas de computadoras que realizan estas operaciones. Claro que, al igual que las letras en la arcaica rueda

de Llull, los símbolos de las matemáticas modernas pierden todo sentido si no tienen un referente concreto.

La idea de Llull era analizar conceptos básicos asociándolos unos con otros y viendo que sucedía. Quizás lo más novedoso de la visión de Llull era la idea del tener un sistema de reglas finito, como un sistema finito de conceptos básicos, verdades, axiomas o lo que queramos llamarle, de modo que se puedan generar de él infinitas verdades derivadas. Simplemente, Llull acababa dar la idea de un sistema generativo. Un sistema dinámico complejo. Un sistema como el que se genera con la plantilla y manual de uso de un diseño de revista, o de periódico... Con un número finito de reglas, y un número finito de elementos, se obtienen infinitas posibilidades de ordenación de cada edición. Se trata de un sistema dinámico complejo.

Curiosamente, uno de los argumentos de Llull en defensa de su máquina, considerada como la primera máquina computacional u ordenador, consiste en defender que las leyes del entendimiento son las mismas que las de la naturaleza, y que conocidas las primeras serán conocidas las segundas. Como explica Ton Sales en «*Llull as Computer Scientist or why Llull Was One of Us*» (1990). Con sus «*Ars Magna*» Llull pone los cimientos del razonamiento lógico, al entender que los conceptos pueden ser formalizados y validados por medios controlables. Esta idea tardó en ser aceptada, explicada claramente en escritos de estudiosos de la lógica hasta los años 20 y en ser mecanizada hasta en los años 60.

La lectura de este trabajo, aunque puede serlo, no tiene porque ser lineal. En él, se revisan una y otra vez la evolución de una serie de conceptos comunes al arte/diseño (espacio, elemento, límites, estructura, metodología, orden) desde la óptica de las matemáticas, la física, la geometría, la historia... Su lectura puede hacerse desde la historia, siguiendo cada uno de los conceptos en las diferentes disciplinas o siguiendo la evolución de las disciplinas.

El escritor Italo Calvino usó un juego de naipes en su libro «*El castillo de los destinos cruzados*» para narrar diferentes historias que convergen en ciertos puntos de forma parecida. La máquina lógica de Llull o un juego de cartas con las reglas adecuadas nos permite una a lectura o relectura no lineal. Por otra parte con el juego, introducimos el azar en la lectura, un azar que sin embargo al regirse por factores determinísticos (reglas del juego), permiten una lectura coherente y que en ningún caso será la misma.

El valor pedagógico de los juegos, reside precisamente en la capacidad de permitir establecer múltiples relaciones a partir de unas normas básicas. Sin embargo no hay juego sin azar... Los juegos que llevan siempre al mismo resultado dejan de tener interés. Pautas y caos son la base de los juegos. Su complejidad debe adecuarse a las capacidades de los jugadores.

El juego propuesto al inicio de este documento, viene a reforzar los argumentos defendidos en esta tesis a la vez que rinde un pequeño homenaje o reconocimiento al pensamiento luliano, pues ahora sabemos no sólo supuso el inicio del cambio del paradigma griego por el Newtoniano, de alguna forma, contenía ya las bases del paradigma sistémico.

Listado de imágenes

1♥1. Papiro de Ahmes. Se cree que la geometría tiene su origen en la necesidad de medir las tierras tras cada crecida del Nilo, la necesidad medir áreas y volúmenes de figuras simples para la construcción de canales, edificios, figuras decorativas, o medir el movimiento de los astros.

Fuente : El Papiro de Ahmes. <http://elpapirodeahmes.wordpress.com/2011/08/24/hola-mundo/20>

1♥2. Los elementos. Euclides. En la antigua Grecia los objetos de estudio de la geometría euclídea (rectas, planos, círculos, triángulos...), se estudiaban como objetos individuales, sin hacer referencia a su contenedor.

Fuente: Euclidif megarensisphilos. Liber Primus. P.9 (1509). <http://www.books.google.com>.

1♥3. Enbaldosado geométrico: Traslación, rotación y refleje un módulo triangular. Fuente: Imagen de Castaldo Suau, B.

1♥4. Fragmento de la secuencia de Locomoción animal. Muybridge fue una de las primeras personas del siglo XIX en hacer un análisis fotográfico satisfactorio del movimiento y el primero en dar un procedimiento para proyectar sus resultados con una cámara.

Fuente: Imagen de Anticuarian Booksellers's Association. <http://www.aba.org.uk/featured-books/401-muybridges-animal-locomotion-> (visitado el 20/09/12)

1♥5. Cuadro de Emilio Sempere. El arte cinético y el Pop art, en su estudio del movimiento, hace suya toda la ambición del constructivismo de la Bauhaus en su pretensión de ser arte y ciencia.

1♥6. Algunos programas de ilustración vectorial permiten calcular el cambio entre una figura y otra en las etapas que el ilustrador desee.

Fuente Fotografía Castaldo Suau, B.

1♥2. Ilustraciones del Universo de Ptolomeo, Atlas catalán. CRESQUES J.(1375) Unos ángeles dan cuerda a la maquina del universo. Fuente: exposición Ciel&Terre. BNF. <http://expositions.bnf.fr/ciel/index2.htm>

2♥2. Ilustraciones del Universo de Ptolomeo, Fuente: exposición Ciel&Terre. BNF. <http://expositions.bnf.fr/ciel/index2.htm> (visitado el 20/09/12)

2♥3. El pantócrator se sitúa en la zona más elevada, del cielo y la perfección, junto a el siguiendo una jerarquía los ángeles, la virgen, los evangelistas, mientras el coro de los santos se sitúa en la zona más próxima a lo terrenal.

Fuente: ARTE CRISTIANO Y BELLEZA, La belleza salvará al mundo. <http://artecristianoybelleza.blogspot.com.es/2012/02/el-entierro-del-conde-de-orgaz-del.html> (visitado el 20/09/12)

2♥4. El Entierro del Conde de Orgaz, del Greco, (1586–1588) expresa también esta idea.

Fuente: ARTE CRISTIANO Y BELLEZA, La belleza salvará al mundo. <http://artecristianoybelleza.blogspot.com.es/2012/02/el-entierro-del-conde-de-orgaz-del.html> (visitado el 20/09/12)

Fuente <http://professeurra-lavilledesartistes.blogspot.com.es/2011/01/geofroy-tory.html> (visitado el 20/09/12)

2♥6. Estructura geométrica de letra romana. Durero, A. Unterweisung der Messung, Nurenberg, p.130.

Fuente: <http://books.google.com>

Fuente Fotografía Castaldo Suau, B.

2♥8. Ilustraciones de dodecaedro regular de Leonardo da Vinci, para el libro La divina proporción de Luca Pacioli. El uso de figuras y formas geométricas en arquitectura, diseño y arte se ha relacionado con el uso de la razón frente a la irracionalidad de las formas no geométricas.

Fuente: Biblioteca gráfica digital. <http://www.elefantesdepapel.com/de-divina-proporcione> (visitado el 02/05/12).

2♥9. Lámpara tienda de Cerámica Castaldo.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

2♥10. Juego de construcción con figuras geométricas, diseño de Alma Siedhoff-Buscher (1924).

Fuente: COONOX, Living Design Shop. <http://www.connox.com/categories/children/toys/naef-bauhaus-bauspiel.html> (visitado el 20/09/12)

2♥11. Cartel para la fuente tipográfica Bauhaus, diseñada por Herbert Bayer.

Fuente: María Pardos, diseño y preimpresión. <http://mapra2preimpresion.wordpress.com/page/2/> (visitado el 20/09/12)

2♥12. Mujer con un gato (1927). En sus obras Leger interpreta de modo personal la fórmula de Cezanne, reivindicada al mismo tiempo por los cubistas, de tratar la naturaleza a través del cilindro, la esfera y el cono; proponiendo una especie de robotización

Fuente: Solitary Dog Sculptor I. <http://byricardomarcenari.blogspot.com.es/2012/06/painter-fermand-leger-part-6-links.html> (visitado el 20/09/12)

2♥13. Diseño de El Lissitzky.

Fuente: hkijker, KUNST en THEATER KIJKEN. http://fhkijker.blogspot.com.es/2010_01_01_archive.html (visitado el 20/09/12)

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

2♥14. Estructura tradicional del libro.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

2♥15. Pauta para la maquetación de un libro “moderno”. La mayoría del software de maquetación o authoring nos obliga a definir las relaciones que ligan los objetos del diseño y ello es equivalente a identificar las distintas estructuras que estos objetos pueden formar. Cada

Fuente: Castaldo Suau, B.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

Fuente: Historia del arte.(1984) Editorial Vicens Vives. p. 410.

Fuente: KLEE, P.(1980). Escritos sur l'art. Textos recogidos por JÜRIG SPILLER. E.D Dessain et toira.

Fuente: Rangon, M. (1992) Diario del arte abstracto. Ediciones Destino, p. 10.

2♥16. Rueda de asignación de color y sonido.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

2♥17. Partitura

Fuente: Historia del arte.(1984) Editorial Vicens Vives. p. 410.

2♥18. Klee.

Fuente: KLEE, P.(1980). Escritos sur l'art. Textos recogidos por JÜRIG SPILLER. E.D Dessain et toira.

2♥19. Primera acuarela abstracta, Kandinsky (1910.)

Fuente: Rangon, M. (1992) Diario del arte abstracto. Ediciones Destino, p. 10.

2♥20. Series sobre fachadas de iglesias, Mondrian, P. (1914) Entre la confusa multiplicidad de formas que el ojo percibe, elige unas cuantas líneas como guía. Este proceso le lleva a la posición extrema de mantener como único contenido formal del cuadro las líneas horizontales y verticales.

Fuentes: http://www.friendsofart.net/static/images/art2/piet-mondrian-church-at-damburg_kerk-te-domburg.jpg <http://www.aseriesofsmallthings.com/Piet-Mondrian/Church-Facade/> <http://artattler.com/archivemondrian.html> (visitado el 02/05/12)

2♥21. En estas dos fotografías realizadas desde el mismo punto de vista, el fotógrafo ha establecido relaciones diferentes al jugar con la velocidad de su objetivo (el tiempo de exposición) obtiene imágenes diferentes.

Fuente: Fotografías Morell Rullan, J. S.

2♥22. La técnica del origami o papiroflexia está basada en el doblado de papel para crear figuras bi y tridimensionales. Diferentes relaciones tendrán diferentes propiedades y dará lugar a estructuras y forma diferentes. Últimamente se han estudiado su uso para el aprendizaje

Fuente: <http://www.origamicuyo.com.ar> (visitado el 20/09/12)

2♥23. Corte e inclinación de la pluma es fundamental para la forma de la letra.

Fuente: Alverá Delgrás A. (1884). Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir la letra española Imprenta de José Rodríguez, Madrid.

2♥24. Pauta de creación de escritura caligráfica.

Fuente: Espina A. (circa 1798). Arte caligráfica o Elementos del arte de escribir para el uso de los niños. Imprenta de Narciso Oliva. Girona. Fuente: <http://books.google.es> (visitado el 20/09/12)

2♥25. Colcha de ganchillo.

Fuente: fotografía Castaldo Suau, B.

3♥1. Portada del libro “La nueva arquitectura y la Bauhaus”.

Fuente: Castaldo Suau, B.

3♥2. En el modelo de Newton, el tiempo estaba separado del espacio y era como una línea recta, o una vía de tren, infinita en las dos direcciones. El tiempo mismo se consideraba eterno, en el sentido de que siempre había existido y existiría siempre.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

3♥3. Ilustración de Moebius.

La teoría de la relatividad, muestra que el espacio y el tiempo están interconectados. No podemos curvar el espacio sin curvar simultáneamente el tiempo. Por tanto el tiempo tiene una forma. Y a pesar de todo tal como indica la ilustración de moebius, pare

Fuente: Documentalistas Proyecto Facebook. <http://catedradatos.com.ar/comisiones/documentalistaspfi/2009/06/14/dimension-arquitectura-semana-12-el-momento-de-las-hipotesis/> (visitado el 02/05/12)

3♥4. Reciclaje.

La marca usada para fomentar el reciclaje expresa la idea de reutilización indefinidamente de un material. Fuente: dibujo Castaldo Suau, B.

3♥5. La persistencia de la memoria (1931). La teoría de la relatividad alteró básicamente nuestros conceptos de espacio y tiempo, que dejaron de ser categorías independientes para fusionarse en un solo concepto: el espaciotiempo. Salvador Dalí expresó esta idea en su cuadro.

Fuente: <http://arteparaninnos.blogspot.com> (visitado el 02/05/12)

3♥6. La gravedad al ser atractiva deforma el espacio tiempo. de forma que: Los rayos de luz de una estrella se desvía al pasar cerca del sol debido a que la masa del sol curva el espaciotiempo. Ello provoca un ligero desplazamiento de la posición de la es

Fuente: Castaldo Suau, B.

3♥7. Según la teoría de la relatividad, explica Stephen Hawking, la aceleración y la gravedad sólo pueden ser equivalentes si los cuerpos con masa deforman el espacio tiempo y como consecuencia, curvan los trayectos de los objetos próximos. Imaginemos una lámina de goma donde situamos una bola grande que represente el sol y cuyo peso deforma la lámina. Si hacemos girar pequeñas bolas sobre la lámina, no irán en línea recta, sino que girarán entorno a la bola pesada, como los planetas que giran al rededor del sol.

Fuente: Fuente: Castaldo Suau, B.

3♥8. Ilusión Óptica. A pesar de que los círculos rojos son iguales, nos parecen uno mayor que el otro debido al peso de los círculos grises que tienen al lado.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

3♥9. Ilusión Óptica. Parece que las rectas se curvan al pasar junto al centro de las estrellas. Se trata de un efecto óptico que provoca la proximidad de las otras líneas.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

3♥10. Cámara oscura. Una fotografía es la reducción de un espacio a superficie a través de un punto. Leonardo diría que "...todas las imágenes de cada parte del universo se contraen en un punto". Cámara oscura.

Fuente: Técnicas y equipamiento. <http://tecnicayequipamiento.blogspot.com.es/> (visitado el 02/05/12)

3♥11. Taumatargus Opticus, Nicéron J. F. (1638).

La técnica para la deformación anamórfica obliga al espectador a mirar desde un punto de vista oblicuo, a través de un espejo, para reconocer la imagen.

Fuente: La Perspective Curieuse. <http://wwwedplasticamayalen.blogspot.com.es/2011/12/una-anamorfofis-navidena.html> (visitado el 02/05/12)

3♥12. Fragmento de una composición. Estos compases expresan la coincidencia en el tiempo del sonido de la voz y la guitarra, con diversos tipos de notación musical. La coincidencia entre guitarra y voz es puntual.

Fuente: Detalle de partitura. Fotografía Castaldo Suau, B.

3♥13. El programa macromedia Flash expresa gráficamente la coincidencia entre diferentes elementos en el tiempo y el espacio. Permite sincronizar el sonido, las imágenes animadas y efectos o acciones programadas. la coincidencia de es puntual.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

4♥1. The pillow book, El vientre del arquitecto, Prospero's book, Drowning by numbers... Son catálogos arbitrarios enumerando y clasificando cosas, sucesos; anécdotas, objetos buscando una su estructura; sistemas para ordenar el Caos. El cine de Greenaway es un cúmulo de juegos

Fuente: Fotografía de la portada de DVD, Cas aldo Suau, B.

4♥2. Relaciones abstractas de la letra E diseñada por Durero.

Fuente: Durero, A. (1525) Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt, in Linien, Ebenen unnd ganzen corporen. Nurenberg.

<http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

4♥3. Reticula base de 12 columnas. Algunas revistas, como la revista Elle, que requieren un gran dinamismo gráfico se construyen sobre retículas base de 12 columnas, que permite un gran dinamismo en la composición.

Fuente: Castaldo Suau, B.

4♥4. Detalle constructivo de figuras geométricas.

Fuente: Durero, A. (1525) Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt, in Linien, Ebenen unnd ganzen corporen. Nurenberg.

<http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

4♥5. Un compás de 3/4 indica que se divide en tres partes y la figura que dura una parte es la negra. La totalidad del compás ocupa 3/4 de redonda, la nota que más dura. El compás de 3/8 indica que se divide en tres partes y la figura que dura una parte es la corchea. La totalidad del compás ocupa 3/8 de redonda...

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

4v6. Diagrama de cuadrado y su diagonal. Detalle del Papiro Oxyrhynchus. (300 d.c)

Fuente: Episódios da História da Matemática na Antiga Grécia: Trissecção do Ângulo e Duplicação do Cubo. Prof.200. <http://www.prof2000.pt/users/miguel/histmat/af18/produ-to/amaral/amma/af18/t5/t5.htm> (visitado el 02/05/12)

4v7. Relación de proporciones de la fachada del Partenon. El rectángulo áureo ha sido utilizado por artistas de todas las épocas (Fidias, Leonardo da Vinci, Alberto Durero, Dalí,...) en las proporciones de sus obras.

Fuente: GYÓRGY DOZSI. (1996). El poder de los límites. Editorial Troquel, p.108.

4v8. Arco catenario. Para su ejecución Gaudí, realizaba maquetas tridimensionales mediante cordeles para determinar el arco "catenario" o parabólico. Fotografiado el modelo, hacía girar la imagen y obtenía la volumetría del conjunto. El trabajo se completa

Fuente: dipity. http://www.dipity.com/tickr/Flickr_colegio/ (visitado el 02/05/12)

4v9. Coordenadas cartesianas.

Fuente: rab3D. http://www.rab3d.com/tut_blen_started.php (visitado el 02/05/12)

5v1. Caelum

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

5v2. Serpiente alquímica.

Fuente: Codex Parisinus graecus 2327COPIA DE http://en.wikipedia.org/wiki/File:Serpiente_alquimica.jpg (visitado el 02/05/12)

5v3. Rótulo, Óptica Ulloa.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

5v4. El mago, carta del tarot.

Fuentes: Parapsicología online. <http://www.parapsicologiaonline.com/tarot-el-mago> (visitado el 02/05/12)

5v5 Peldaños de escalera. Son la expresión gráfica de una sucesión.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

5v6. la retícula y normas de uso de imágenes marcan los límites gráficos en los que pueden inscribirse las imágenes de esta publicación.

Fuente: Castaldo Suau, B.

Evolución humana. Una pequeña variación en un punto lleva a grandes cambios en la evolución posterior.

Fuente: Ciencias 1. (Énfasis en Biología). <http://ciencias1secunivia.wordpress.com/2012/05/14/las-especies-y-la-evolucion/> (visitado el 02/05/12)

6v2. Etapas de crecimiento de una planta, Cerámica Ibérica (VII a.C.). Muchos aspectos del funcionamiento de los seres vivos se pueden considerar como una sucesión temporal de etapas relativamente autónomas, cada una de las cuales es susceptible de ser descrita mediante modelos matemáticos adecuados.

Fuente: Constestania Iberica. <http://www.constestania.com/escuera.html> (visitado el 02/05/12)

6v3. Evolución de la marca Pepsy. Los diseños que perduran en el tiempo pasan por una sucesión de etapas relativamente autónomas, cada una de las cuales es susceptible de ser descrita. Si se conoce razonablemente bien el funcionamiento de estos en sus diversas etapas, sus límites, su dinámica y estructura, se podrá, plantear de forma razonable su posible evolución hacia diseños sucesivos.

Fuente: Pic 2 Fly. <http://www.pic2fly.com/viewimage/Pepsi%20Logo%20History/aHR0cDovL2Zhc00LnN0YXRpY2ZsaWNrci5jb20vMzQ0NS8zMzU3MTI-yMTc4XzRjOWYxZjhlZGRfe5qcGc/eno9MQ> (visitado el 02/05/12)

6v4. Cada una de las etapas en la evolución de un diseño, es relativamente autónoma, y es posible describirlas de forma razonable aunque no totalmente, debido a su complejidad.

Manual de identidad corporativa.

Fuente: Ulsa Noroeste equipo 3 http://4.bp.blogspot.com/-FChHgj1EAcY/T3UgWmg3zXI/AAAAAAAAAKQ/e1AJVnVKtQ/s1600/Manual+de+identidad+corporativa_P%25C3%25A1gina_05.jpg (visitado el 02/05/12)

Retícula de la Web del Museu de la Vida Rural.(2005) Cada una de las etapas en la evolución de un diseño, es relativamente autónoma, y es posible describirlas de forma razonable aunque no totalmente, debido a su complejidad.

Fuente: Museu de la vida rural. <http://www.museuvidarural.org> (visitado el 02/05/12)

1a1. El Olivo, de la plaza de Cort de Palma, hoy multitudinariamente admirado por la irregularidad de su tronco, sería catalogadas por la geometría clásica como deformes o aberrantes al alejarse de su canon de perfección.

Fuentes: Fotografía Castaldo Suau, B. Y Morell Rullan, J.S.

1a2. Simetría por traslación. Bolsa del Corte Inglés, y árboles del jardín de Versalles.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B

Fuente: Plantas y jardín, Arte y Placer de la jardinería en el mundo. Jardines del barroco- Racionalismo frances. <http://plantasyjardin.com/2010/12/racionalismo-frances-jardines-del-barroco/> (08/09/2012)

1a3. Simetría bilateral.

Hojas de algarrobo, y alineación centrada de texto e imágenes.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B

Fuente: AZNAR DE POLANCO, J. C. (1695) Arte de escribir por preceptos geométricoS, p.13.

1a4. Simetría radial.

Flor seca, y detalle de la marca de Sol Melià.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B

Fuente: <http://www.wtmlondon.com/2011/page.cfm/Action=Exhib/ExhibID=4856> (visitado el 02/05/12)

1a5. Simetría escalar. Piña, y Cúpula romana

Fuente: Fotografía Castaldo Suau

Fuente: Fotografía Morell Rullan, J. S.

1a6. Conjunto de Mandelbrot.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau B.

Fuente: Wikimedia Commons. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mandel_zoom_00_mandelbrot_set.jpg (visitado el 02/05/12)

1a9. Con la proporción aurea, Durero construye el pentágono y el decágono regular.

Fuente: Durero, A. (1525) Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheit, in Linien, Ebenen unnd ganzen corporen. Nurenberg.

1a10. En la cámara oscura, se reduce el espacio tridimensional a una superficies bidimensional.

Fuente: 1stPERSONTECH. INVENTING NEW MEDIA. <http://1stpersontech.wordpress.com/2012/03/10/shooting-formats-0-1-camera-obscura> (visitado el 02/05/12)

1a11. La perspectiva, puede describirse también como un fractal que contiene simetría escalar. Si viajamos sobre la perspectiva de un tablero ajedrez infinito, cuando lleguemos al horizonte tendremos la sorpresa de que no ha variado nada. Experimentamos lo

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

2a1. Iteración: Simetría radial

El dibujo de Durero parece coincidir con la estructura las pipas del girasol

Fuente: Detalle de Underweysung der Messung, pg 65. Durero. <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

Fuente: Girasol. Momentumbet. Fuente: <http://www.moonmentum.com/blog/tag/semillas-de-girasol/> (visitado el 02/05/12)

2a2. Irregularidad. Cosas y fenómenos aparentemente irregulares como los relámpagos de una tormenta, el romanescu, el cere-

bro, la curva de Koch y el conjunto de Julia poseen una estructura de crecimiento fractal.

Dont' vegetate (1984). El cartel diseñado por Glasser expresa este símil, posiblemente por casualidad.

Fuente: Milton Glaser Barcelona 1989. P.72

Curva de Koch

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

Coliflor

Fuente: <http://hipertesis.com>

Fuente: <http://porlagloriadeobiwan.blogspot.com.es/2008/09/fractales.html> (visitado el 02/05/12)

Conjunto de Julia.

Fuente: Large Fractal images. Ankur Pawar. <https://plus.google.com/pho> (visitado el 02/05/12)

2♣3. Dimensión no entera: El triángulo de Sierpinsky o la curva de Koch, ocupan parte del plano pero no llega a tener la entidad de figura bi-dimensional, tampoco la coliflor ocupa la totalidad del espacio tridimensional.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

Fuente: hablemos de...<http://porlagloriadeobiwan.blogspot.com.es/2008/09/fractales.html> (visitado el 02/05/12)

2♣4. Autosimilitud. Triángulo de Sierpinski, sección de coliflor, flor.

- Sección de coliflor. Fuente: Garcimartín Moreno, A, (). obituario B. Mandelbrot. SciLog, Investigación y ciencia. <http://www.investigacionyciencia.es/11000017000161/>

Obituario: B_Mandelbrot.htm

-Flor: Fuente: Miquel.com. http://www.miquel.com/fractals_math_patterns/visual-math-iterative-fractals.html (visitado el 02/05/12)

3♣1. El área o superficie de las fronteras de España es finita, es decir tiene límites pero por el contrario y por paradójico que esto resulte, su perímetro o longitud es infinita. No medirá lo mismo si la medimos con instrumentos de desigual precisión.

Fuente: <https://maps.google.es/maps?hl=es>

3♣2. Escalado tipográfico. Antiguamente las fundiciones de tipos redefinían el diseño para no perder legibilidad al imprimir los cuerpos pequeños. Actualmente las letras digitales escalables, definidas por contornos o áreas han solucionado en parte este problema. Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B

3♣3. Una figura formada por aristas y por caras respectivamente.

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

3♣4. Arbol y texto. Al dibujar un árbol tendemos a simplificar la forma como si la copa fuera tridimensional. En algunos casos los jardineros acentúan la simplificación formal al podarlos con formas geométricas. Pero la realidad es que sus hojas no ocupan

Fuente: Castaldo Suau, B.

4♣1. Estructura. Todos los sistemas dinámicos poseen una estructura que se repite.

Estructura de columnas de una web.

Fuente: Giraldo Arteaga, M. (2002). Reticula web. <http://aeon.uniandes.edu.co/medios/cursos/dise3315-092/files/person1240/reticula%20con%20transparencia.jpg> (visitado el 02/05/12)

El dibujo de Durero casi coincide con la pauta del rosetón de la Catedral de Palma.

Fuente: Durero, A. (1525) Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheit, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen. Nurenberg, p.65. <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

Fuente: Fotografía castaldo Suau, B.

4♣2. Patrones. Existen fenómenos que poseen patrones de comportamiento que se repiten. Ello nos permite expresarlo mediante un gráfico o mapa.

En esta casa de Barcelona, observamos un patrón de crecimiento de las plantas en la fachada.

Fuente: Fotografía castaldo Suau, B.

La greca es la expresión del sinuoso movimiento del río Meandro.

Fuente: Fotografía castaldo Suau, B.

Secuencia de ADN. Otro ejemplo ejemplo de ello es la secuencia de la cadena de ADN.

Fuente: Tecnologic Spain. http://1.bp.blogspot.com/_pRK4ixsP3MQ/TT_K-SQqS6I/AAAAAAAAAYw/aRoIL8G4OQU/s1600/molecula_adn.jpg (visitado el 02/05/12)

5♣1 La Greca. imita el movimiento del curso del río Meandro.

5♣2 Ilustraciones de Poylà de los 17 grupos de simetrías, 1924. Usadas por Escher para realizar sus ilustraciones

Fuente: <http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/denes/pol.htm>

Detalle de arabescos de la Alhambra.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.

5♣3. Proporción áurea

El erizo de mar

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B

Contrucción del pentágono regular

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B

La fachada del Partenon, posee proporción áurea

Fuente: GYÖRGY DOCZY K. (1996). El poder de los límites. Proporciones armónicas en la naturaleza, el arte y la arquitectura. E. D troquel. Shambala publications.

5♣4. KANDINSKY(1913). Composición VI. Relación de los tonos musicales y los tonos de color en las pinturas de Vasily Kandinsky

Fuente:

- <http://mitu.nu/2010/10/22/kandinsky-and-game-design/>. (visitado el 02/05/12)

- Dibujos Castaldo Suau B.

5♣5. Hombre de vitrubio,

ilustración de Leonardo da Vinci. (1490)

Fuente: <http://rt000z8y.eresmas.net/EI%20numero%20de%20oro.htm> (visitado el 02/05/12)

5♣6. Construcción geométrica de la letra T. Paccioli, L. (1509) La divina proporción.

Fuente: http://it.wikipedia.org/wiki/File:Fra_Luca_Pacioli_Letter_T_1509.png (visitado el 02/05/12)

5♣7. Proporción antropomórfica de iglesia. Pietro Cataneo. (1554)

Fuente: <http://albertis-window.com/2012/09/gothic-cathedral-as-body-and-mountain/>

5♣8. Tratado de las proporciones del cuerpo humano. Dureo (1525)

Fuente: <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

5♣9. Con el Modulor Lectorbusier se une a un larga tradición en la búsqueda de una relación matemática entre las medidas humanas y la naturaleza. Cada magnitud se relaciona con la anterior con el número áureo.

Fuente: <http://carpinteriascte.com> (visitado el 02/05/12)

6♣1. Filtros. Los filtros de los programas pixelados trabajan de forma algorítmica. Una de las características del software infográfico es la posibilidad de interactuar con él y dar diferentes valores a una misma fórmula, e incluso, como sucede en los siste

Fuente: Fotografía de Castaldo Suau, B

6♣2. Texturas: En la naturaleza existen ejemplos clave de configuración fractal como por ejemplo, la porosidad de una esponja marina, las fases de la madera, etc. Algunos programas de 3D disponen de la opción de definir cualidad de los materiales como la rugosidad, etc. de forma numérica.

Fuente: Fotografías de Castaldo Suau, B..

1*1. Quasar. La publicidad establece relaciones retóricas dispares: En el perfume de J. del Pozo, el Atlas de la mitología griega, soporta el universo moderno, eterno y perfecto. Se trata del perfume de las quasi-estelas, radiante, preciso y perfecto.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

1*2. Pauta de relación entre letras de la letra bastarda de Aznar de polanco. Diferentes relaciones dan lugar a estructuras diferentes y diseños diferentes.

Fuente: Anar de Polanco J. C. (1695) Arte de escribir por preceptos geométricos y reglas matemáticas. p. 47. <http://books.google.es> (visitado el 02/05/12)

2*1. Antigua web de la Televisión de Catalunya. Dentro de un sistema como la antigua web de la televisión de catalunya encontramos otros sistemas como: fotografías, videos, diseños tipográficos, textos, etc.

Como sistema recibe información de las agencias informativas, imágenes de particulares, el Centro Meteorológico, etc, etc...; y descarga algo en los otros sistemas, generalmente en aquellos que le son contiguos (por ejemplo la Radio Nacional de Catalunya, Fuente: TVC. <http://www.tvc.es> (visitado el 05/03/2003)

2*2. Estructuras.

Las publicaciones con contenidos dispares como ciertas revistas de entretenimiento, requieren estructuras que permitan una composición tan dinámica como su discurso, que cada página parezca diferente a la anterior. Por ello a menudo poseen estructuras bas

Fuente: Ceylan Alp. <http://cyln3.files.wordpress.com/2010/04/grid-temiz1.jpg>. (visitado el 02/05/12)

2*3. La marca de La caixa influye en el resto de los diseños de productos de la empresa y a su vez, ha influido de forma destacada en los diseños corporativos de otras empresas del sector bancario español.

Fuentes:

-<http://www.bombofilms.com> (visitado el 02/05/12)

-<http://www.finanzas.com/bonos-senior-la-caixa-mas-del-5> (visitado el 02/05/12)

-<http://www.12minutos.com/wp-content/uploads/2011/05/logo-bancaja.jpg> (visitado el 02/05/12)

-<http://www.mejorahorro.com> (visitado el 02/05/12)

2*4. El famoso personaje Bibendum de la empresa de neumáticos Michelin, ha evolucionado adaptándose a las nuevas necesidades empresariales y tecnológicas... de no hacerlo probablemente hoy se habría descartado su uso.

Fuente: Fotografías Castaldo Suau, B.

3*1. XXX Fira del llibre.

Interrelación. Todo diseño tiene una naturaleza orgánica, por la cual una acción que produzca cambio en una de las unidades del diseño, como en este caso el punto de vista de la fotografía, o el color del farolillo con mucha probabilidad produciría cambios *Insumos y productos.* Como producto, el libro se convierte en insumo para el anuncio de la feria del libro.

Transformación. Del objeto el libro se convierte en farolillo.

Fuente: <http://www.llibrevell.cat/wp/xxx-fira-del-llibre-i-23a-setmana-del-llibre-en-catala-a-palma/> (visitado el 02/05/12)

3*2. Regulación. Establecer la regla que rige la organización de los elementos de una publicación, aplicación multimedia, etc. es tarea del diseñador. La retícula es la expresión gráfica de esta norma

Fuente: Retícula para el catálogo de la exposición. Castaldo de la Pintura a la cerámica. Castaldo Suau, B.

Evolución de la marca Nivea y del periódico Diario de Mallorca. Los diseños pierden eficiencia al pasar el tiempo si al cambiar el contexto ellos permanecen estables. Ello conduce a su extinción como diseños propiamente dichos. Por el contrario si este es capaz de mantener una relación

Fuentes:

-<http://www.pic2fly.com/Nivea+History.html> (visitado el 29/09/2012)

-<http://www.diariodemallorca.com> (visitado el 24/07/2005)

Equifinalidad. Ejercicio de manejo de tramas con un programa vectorial consistente en representar un cuadro figurativo, substituyendo los colores por tramas. Aun que los resultados son diferentes en cada caso, pueden ser igualmente válidos.

4*1. Ejemplos de sistema real. La marca Wolswaguen mantiene una relación real con la marca de la rueda de coche. El cuadro de Velázquez trató a su vez de mostrar fidedignamente como era el papa inocencio.

Fuentes:

-Retrato de Inocencio X. Diego Velázquez (1650) Fuente: De plata y exacto. <http://deplatayexacto.wordpress.com/2010/09/22/estudio-del-retrato-de-inocencio-x-de-velazquez-franciscobacon-1949/> (visitado el 29/09/2012)

-Fotografía Castaldo Suau B.

4*2. Ejemplos de sistema modelo. La marca Peugeot establece una relación conceptual entre el coche y otras cosas: Sus coches rugen como leones y son los reyes del asfalto. Salvador Dalí en su *Premonición de la guerra civil* (1936) no pinta una escena real de la guerra, pero expresa gráfica

Fuentes:

-De todo un mucho. <http://germaniaa.blogspot.com.es/2011/01/de-colores-y-pinturas.html> (visitado el 02/05/12)

-Fotografía Castaldo Suau B.

4*3. Sistema ideal. La marca Renault es un elemento geométrico que en principio no parece mantener ninguna relación con nada, como la composición de Sempere (1977).

Fuentes:

-Galería La Aurora. (2012) <http://galeriaaaurora.blogspot.com.es/2012/04/89-anos-del-nacimiento-de-eusebio.html>. (Visitado en 10/09/2012)

-Fotografías Castaldo Suau B.

4*4. Diseños estáticos y dinámicos. El cartel de la feria del libro infantil, que normalmente se eligen bajo concurso todos los años. Se trata de diseños estáticos pues no evolucionan, cada año se elige uno diferente.

Sin embargo la mayoría de diseños son dinámicos y van evolucionando con el tiempo, adaptándose a nuevas necesidades, como ocurrió con los queridos personajes de Escobar Zipi y Zape.

Fuentes:

-Blog de l'elefant trompeta.

http://blocs.gracianet.cat/elefant_trompeta/category/entrevistes/page/8/

-Nana ilustración. <http://annaobon.blogspot.com.es/2010/06/blog-post.html> (visitado el 02/05/12)

-Zipi y zape. <http://retroages.forogratis.es/zipi-y-zape-t76.html> (visitado el 02/05/12)

4*5. Diseños dinámicos lineales.

Fuente: Soto M. (2011). La seducción del papel. El jardín ilustrado: papeles de regalo. Papeles diseñados por artistas París 1895. <http://retroages.forogratis.es/zipi-y-zape-t76.html> (visitado el 25/02/2012)

4*6. Diseño dinámico no lineal. Si conocemos la pauta de construcción del libro podemos saber de forma razonable como serán todas páginas, aunque cada una sea diferente. Si se trata de una colección puedo saber como serán las páginas de los próximos libro

Fuente: Castaldo Suau B.

5*1. Espacio de fase,

En los planos de un edificio, aparecen representados los diferentes elementos de este: paredes, puertas y ventanas, instalaciones eléctricas, calefacción, aguas, y en ocasiones mobiliario.

Con la pauta caligráfica, se representa aquello que es común, como la inclinación, las diferentes alturas, la anchura y los posibles movimientos compartidos por varias letras y los particulares de cada una.

5♣2. Comportamiento estable: Las páginas web diseñadas con marcos permiten que determinadas áreas de la pantalla permanezcan estables mientras otras se desplazan a través del scroll. El texto del scroll por el contrario, posee un **comportamiento no uniforme**, como los coches de esta imagen las letras se suscriben a un espacio (la carretera o la columna reservada para el) pero no sabemos con certeza por donde pasará.

Fuente: Diseño Castaldo Suau B. para simfónica de Balears. (2004)
<http://www.simfonicadebalears.es>.

5♣3. Comportamiento uniforme: En estos diseños las imágenes pueden ocupar uno o varios de los campos reservados para ellas.

Fuente: Diseños de una publicación y portada de una web. Castaldo Suau, B. (2005)

5♣4. Comportamiento no uniforme: Los títulos de los libros de este grupo editorial tienen también un comportamiento no uniforme. Al variar las palabras y por consiguiente el número de letras que los forman, por fuerza varía el espacio que ocupan dentro del área reservada para tí

Fuente: portadas de libros de la editorial Empúries.<http://www.llibres.cat> (visitado el 02/05/12)

5♣5. Comportamiento caótico: En las webs donde el texto tiene un formato adaptable, el diseñador debe tener en cuenta que los elementos que la integran pueden cambiar de lugar según la resolución y el tamaño del monitor del usuario. El comportamiento de los objetos puede ser.

Fuente: Wikipedia. <http://es.wikipedia.org> (visitado el 02/05/12)

5♣6. Estructura externa. Cartel de Ópera. Las diferencias tipográficas guían al espectador en la lectura de la información del cartel. Cada información -que ópera, compositor, cantantes, músicos, donde, cuando, etc. - posee su particular cuerpo, grosor y tamaño.

Fuente: <http://www.estrellacuello.com/estrellacuellosopranoprensa.php> (visitado el 02/05/12)

5♣7. Estructura Interna:

En el caso de aplicaciones multimedia, los comportamientos programados forman parte de la estructura interna de este. Con ayuda de la programación definimos normas de relaciones posibles.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B. Script y línea de tiempo flash. Ejercicio. Multimedia. 3er curso de Diseño Gráfico. 2005 ESD Palma.

6♣1. La mayoría de software de maquetación, authoring y diseño web permite la construcción de plantillas que habitualmente definen el formato de papel o pantalla, división del espacio en campos, la resolución, hoja de estilos tipográfica....

6♣2. Software multimedia.

Los editores de audio permiten marcar puntos para sincronizar el audio y las imágenes en las aplicaciones multimedia.

Los programas de edición de vídeo permiten visualizar la sincronización de las imágenes y el sonido

En una aplicación multimedia, la programación de determinados comportamientos orientada a un objeto, define también los puntos de correlación entre diferentes estructuras. En este juego cada una de las flores canta una melodía si se la clicka con el curso

6♣3. Variabilidad.

Las diversas secciones de una publicación pueden usar variantes de una misma estructura.

Fuente: Imagen Castaldo Suau B. y

Composición a partir de la Web de *Unos tipos duros*. <http://www.unostiposduros.com>

6♣4. Libro tradicional. En los diseños de libro clásicos habitualmente aparecen pocas imágenes. El área de impresión viene definida por el área de texto.

Muestra de libro con estructura tradicional.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.

6♣5. Revista Elle. Las mejoras experimentadas por las tecnologías de impresión favorecen el uso de grandes superficies, fotografía ilustraciones diversas y una amplia gama de colores. El texto ya no domina la página impresa. Todo es fotografiable y toda

Fuente: Elle.01/2003, p.64.

6♣7. La tecnología multimedia y sobretodo la interactividad aportan la posibilidad de pasar del discurso lineal a otras formas discursivas" no lineales más complejas aún, similares al diálogo entre dos personas, o la tertulia entre varias, como ocurre e

En un nuevo contexto tecnológico, el lenguaje multimedia, se presenta como un lenguaje mixto que asume, de un lado, lenguajes del oído: música, lenguaje humano, ruido, o su ausencia, el silencio; y por el otro, lenguajes de la vista: lenguajes artísticos

http://jimmy-mcgrath.juxtinteractive.com/flash_content/index.html (visitado el 02/05/12)

6♣8. La portada de la web de la televisión de Cataluña (2003), permiten una lectura no lineal. El lector es informado brevemente de las novedades del día, y puede decidir a su antojo sobre que contenidos desea información

Fuente: <http://tvc.com> (visitado el 05/03/2003)

6♣9. Formas en el espacio generadas a partir de sonidos.

PATRICIA ARAGÓN (2009). Muerte al mundo de los sueños. Audio: Neboa.

Fuente:Espacio Enter <http://blackduckarts.blogspot.com.es/2009/07/programa-para-espacio-enter.html>

1♦1. Pin del Metropolitan Museum (1993), usando la M de *La divina Proporción*.

Con la utilización del discurso de la geometría, los diseñadores se suman al prestigio de la tradición intelectual que se reconoce desde la antigüedad a las artes liberales especialmente a la geometría. .

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

1♦2. Tipómetro. En 1764 Pierre Simon Fournier editó un catálogo de tipos que contenía, un sistema de medidas a base de puntos tipográficos elaborado por él mismo. Dicho sistemas modificado posteriormente por Pierre Ambroise Didot, es el sistema de medición

Fuente: Fotografía Castaldo Suau, B.

1♦3. Dibujo técnico.

Al hablar de dibujo técnico, lo relacionamos con el dibujo de proyectos, de aquello que se quiere construir. Este se caracteriza por su función instrumental. Para que pueda ser entendido del mismo modo por cualquier persona y garantizar su objetividad está

Fuente: Dibujo en verde. http://dibujoenverde.blogspot.com.es/2011_01_01_archive.html

1♦4. Esquema de la división de un libro de acuerdo con la Regla de Oro y la Divina Proporción y retícula moderna

Fuente: Dibujo Castaldo Suau, B.

Fuente: Ceylan Alp. <http://cyln3.files.wordpress.com/2010/04/grid-temiz1.jpg> (visitado el 02/05/12)

2♦1. Ilustración de la cosmología aristotélica.

Fuente: Les Echechs amoureux, pour Louise de Savoie

Manuscrit en Français du XVe siècle. Fuente : Ciel&Terre. BNF. <http://expositions.bnf.fr/ciel/index2.htm>

2♦2. Equilibrio. Entre dos centros de igual fuerza tiende a desarrollarse una fuerte conexión dinámica. Gracias a ello podemos ver una línea entre dos puntos y un triángulo entre tres.

El peso de cada elemento en la composición vendrá definido por sus atributos de: valor tamaño, forma perfil y textura y su situación respecto al resto de elementos.

Si no existe equilibrio, el enunciado del diseño deviene incomprensible. Ahora bien, un exceso de orden pueden resultar previsible

y aburrido al espectador. Por ello y en determinadas ocasiones introducir cierto desorden en el diseño puede ayudar a centrar

2•3. Caleidoscopi (1965). El peso de cada elemento en la composición vendrá definido por sus atributos de: valor tamaño, forma perfil y textura y su situación respecto al resto de elementos.

Fuente: Ricard Giralt Miracle premio nacional de diseño. Ministerio de Industria y energía y la Fundación BCD (1990)

2•4. Cuadro perteneciente a la serie de Las constelaciones. Joan Miró (1940-1).

"La única manera de explicar un Universo estático pasaba por suponer que todas las estrellas se encontraban en equilibrio, es decir, que las fuerzas que las empujaban en una dirección se compensaban con otras que las arrastraban en la contraria. Con la fue

Texto de: ROLDAN PIRACES J.A. Curso de cosmología. <http://www.terra.es/ciencia/articulo/html/cie5408.htm>

-Fuente imagen: Pins d'or. <http://pinsdor.blogspot.com.es/2011/11/sobre-la-obra-de-joan-miro.html> (visitado el 02/05/12)

2•5. En tipografía se corrigen las formas para compensar el peso visual

2•6. Retrato de paloma Picasso. La mirada de Paloma Picasso crea dirección. Fotografía de: HELMUT NEWTON.

Fuente: Técnicas de los grandes fotógrafos. Hermann Blume, Madrid. 1982

2•7. Niveles estructurales y segmentación. Al mirar un diseño hay que explorar a menudo varios niveles estructurales, partiendo del esquema global más amplio. La configuración del nivel superior influye en lo que sucede en los niveles subordinados. La exp Al mirar un diseño hay que explorar a menudo varios niveles estructurales, partiendo del esquema global más amplio. La configuración del nivel superior influye en lo que sucede en los niveles subordinados. La exploración se detiene cerca del nivel en que La segmentación es la subdivisión del diseño en áreas más pequeñas, cada una de las cuales equivale a una página minúscula. Fuente: TVC. <http://www.tvc.es> (visitado el 05/03/2003)

3•1. Web El País. En cada edición de la web o el periódico en papel de El País, nos encontraremos con circunstancias propias, particulares y singulares (caóticas)

Fuente: <http://www.elpais.es> (visitado el 06/03/2003 y el 23/04/2003)

5•1. Diseño cerrado. Felicitación de navidad del pintor JOAN SOLER (2004). Este diseño se acaba en si mismo, no tiene continuidad en otros diseños.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.

5•2. Diseño dinámico lineal Podemos imaginar como serán todos los peldaños de esta escalera.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.

5•3. Pauta de comportamiento de un diseño dinámico no lineal.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.

5•4. Diseño trivial Los diseños de modulos de fondos de pantalla como este, azulejos, etc. tienen normalmente comportamientos absolutamente predecible. Responden con un mismo output cuando reciben el input o módulo diferente, eso es, no modifican su comportamiento.

5•5. Adaptabilidad. Una de las causas del éxito de la Mascota Olímpica diseñada por Javier Mariscal fue sin duda su versatilidad, su capacidad de adaptación a infinitas circunstancias.

Fuente: Composición realizada a partir de imágenes de la web Eduardo Chang. <http://eduardochang.tumblr.com/post/54216280/cobi-mis-personajes-favoritos>

5•6. Operadores.

Fuente: Composición realizada por Castaldo suau B. a partir de la web Wikipedia, Dalí.

Fuente: <http://www.wikipedia.org> (visitado el 03/06/2010)

5•7. Atributos definidores. Los elementos marcados en rojo son definidores de las letras B, M, Q en este diseño tipográfico.

Fuente: Ilustración Castaldo Suau B.

5•8. Atributos concomitantes Ambos diseños tipográficos representan una X, contengan o no serifs, use o no diferentes grosores de línea.

Fuente: Ilustración Castaldo Suau B.

5•9. Relaciones simbióticas y sinérgicas. Entre el tapón y la botella de limpia-cristales existe una relación simbiótica.

Entre la botella y la etiqueta existe una relación sinérgica, que no es necesaria para el funcionamiento pero que resulta útil: Informa debidamente del contenido de la botella, su forma se adapta a la de la botella y resulta más difícil de despegar, que sea transparente permite ver cuanto contenido queda en la botella.

Fuente: Fotografía Castaldo Suau B.

5•10. Anuncio de Champú anticaspa. MAGAZINE DIARIO DE MALLORCA 18/07/04. El lenguaje publicitario utiliza a menudo la redundancia para que a ningún espectador se le escape el mensaje: "*El champú te dará sensación de frescor.*"

Este mensaje se repite una y otra vez: en la botella helada, los cubitos de hielo que salen de la cabeza del joven al agitar el pelo, en la tipografía y el tono azulado del anuncio. Los elementos redundantes mantienen una relación superflua.

Fuente: Anuncio H&S. Magazine Diario de Mallorca 18/07/04.

5•11. Organización. Pauta caligráfica

Fuente: AVERÁ DELGRÁS A. (1884) Nuevo arte de enseñar y escribir la letra española para todas las escuelas del reino.

5•12. Modelo o maqueta: Modelos para el diseño de una joya realizado por Susana Piñar, estudiante de Diseño de producto en la Escuela Superior de Diseño de las Islas Baleares, 2009.

Fuente: Imágenes cedidas por Susana Piñar.

5•13. Caja negra. Presumiendo y acotando el funcionamiento de ciertas variables, podemos inducir que a determinadas entradas en un diseño corresponderán determinadas salidas. La retícula se utiliza para representar el funcionamiento de cada elemento aun cuando desconocemos que elementos va a integrar el diseño, por ejemplo que imágenes. Fuente: Diseño Castaldo Suau B.

5•14. Retroinput. La web actual de Pepsi incluye la evolución del diseño de su marca

Optimización. Las marcas de cola como Pepsi y CocaCola, se han ido transformando a lo largo de los años para adaptarse a las nuevas necesidades de la empresa: La exportación de ambos productos a países con alfabetos diferentes levó a la necesidad de remarcar la "marca".

Fuente: <http://www.Pesi.com> (visitado el 15/10/2008)

5•15 La entropía, es el desgaste que el diseño presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. Si desean perdurar los diseños requieren rigurosos sistemas de control, revisión y optimización.

Fuentes:

-<http://www.taringa.net/posts/animaciones/7253909/Evolucion-de-Mickey-Mouse.html> (visitado el 05/09/12)

-<http://laescaleradeiakob.blogspot.com.es/2011/12/la-neotenia-y-mickey-mouse.html> (visitado el 05/09/12)

-<http://raquelgodoypulido.blogspot.com.es/2010/04/mickey-mouse.html> (visitado el 05/09/12)

-<http://www.diariodemallorca.es> (20/07/04) (visitado el 20/07/2004)

5•16. Negentropía. Se puede alcanzar diferentes resultados válidos, siguiendo distintos itinerarios en el proceso de creación del diseño.

Bibliografía y documentación

AAAS (1989) *Ciencia. Conocimiento para todos. En línea. Capítulo 10. Perspectivas históricas. Unión del cielo y la tierra.* American Association for the Advancement of Science, Oxford University Press México. <http://www.project2061.org/esp/tools/sfaaol/chap10.htm#1>

AICHER, O. (1994). *El mundo como proyecto.* GG Diseño. Barcelona.

ALVERÁ DELGRÁS A. (1884). *Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir la letra española.* Imprenta de José Rodríguez, Madrid

ALLEN PAULOS J. (1991) *Más allá de los números.* Mediciones de un matemático. ED Matemas 31.

ANICE W. (1999) *¿Qué es la Teoría General de Sistemas?* GESI (Grupo de Estudio de Sistemas Integrados. Buenos Aires, Argentina. <http://www.gesi-online.com.ar/gesiQue.htm>

ARNHEIM, R. (1984). *El poder del centro.* Alianza editorial.

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 español de María Luisa Balseiro. *Arte y percepción Visual. Psicología del ojo creador.* Nueva versión. Madrid, Alianza Forma.

ARNOLD, M. y OSORIO F. (1998) *Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas.* Cinta de Moebio, Abril nº 3. Universidad de Chile. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=10100306>

ANAR DE POLANCO J. C. (1695) *Arte de escribir por preceptos geométricos.*

BALIBREA GALLEGO, F. (1999) *La noción de caos en matemáticas. Un problema no lineal.* Francisco. IIIª Semana de Filosofía de la región de Murcia. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia4.htm>

BERNUI LEO, A. (2001). *La forma del universo.* Revista de la facultad de ciencias – UNI. 2001. <http://fc.uni.edu.pe/publicaciones/rev05/pdf/pags-15-26.pdf>
http://216.239.51.100/search?q=cache:l5XLGRWPM2cC:fc.uni.edu.pe/publicaciones/rev05/pdf/PAGS-15-26.PDF+espacio+infinito+-y+finito&hl=es&lr=lang_es&ie=UTF

BLANCHARD, B. S (1995). *Ingeniería de Sistemas.* ISDEFE Ingeniería de Sistemas. Primera edición. Madrid. Traductores: Rafael Ugarte Azuela, Alberto Sols Rodríguez - Candela. <http://www.isdefe.es/webisdefe.nsf/0/E8702666AF02439DC1256C300026AFD4?OpenDocument>

BLANCHARD, G. (1988) *La letra.* E.d CEAC enciclopedia del diseño, 1988.

BLOSSFELDT KARL (1985). *Art forms in the plant world.* Dover Publications, New York.

BONSIEPE G. (1978). *Teoría y práctica del diseño industrial.* Capítulo: Aspectos pedagógicos del diseño industrial. ED GG. Barcelona.

BROWN A. (1991) *Autoedición. Texto y tipografía en la era de la edición electrónica.* E.D Akc Publish.

CABEZAS GELABERT L., y ORTEGA DE ULHER L. F. (1999). *Anàlisi gràfic i representació geomètrica.* Edicions Universitat de Barcelona. Nº36.

CALERO MORCUENDE L. (1999). *Descripción de la materia y caos. Orden y caos. Las ciencias de la complejidad.* IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Organización: Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia. Coordinación: Antonio Campillo. Impreso en Uqbar. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia2.htm> Consultado el 11/ 09/ 2011

COMENIUS, J. (1592 -1670) *Didáctica Magna*, En: "Páginas Escogidas". A -Z Editora / UNESCO, 1959.

CARRASCO LICEA E. y CARRAMIÑANA ALONSO A. (1997). *Newton y la ley de la gravitación universal.* Instituto nacional de Astrofísica, óptica y electrónica. México. <http://www.inaoep.mx/~rincon/newton.html>

- Astrofísica, óptica y electrónica. México. <http://www.inaoep.mx/~rincon/newton.html>
- CORRALES RODRIGÁÑEZ C., (1991). *Contando el espacio. De la caja a la red en matemáticas y pintura*. E.D Ediciones despacio. mobcoob ediciones.
- COSTA REPARAZ, E. Y OTTO LÓPEZ, B. (2005). *Ideología y Matemáticas: El infinito*. XIII Jornadas de ASEPUMA. La Coruña. http://www.uv.es/asepuma/XIII/comunica/comunica_30.pdf
- CRICHTON M. (1990). *Parque Jurásico*. Traducción por DP Yagolkowski de Jurassic Park, 1990. Emecé Editores y Editorial Printer Latinoamericana Ltda. Santafé de Bogotá, 1993
- DELEUZE G. Y GUATTARI F. (1988). *Mil Mesetas*. Ed. Pre-textos. Valencia.
- DE SAUSMAREZ, M. (1995) *Diseño básico. Dinámica de la forma visual en las artes plásticas*. ED GG.
- DAVIS, F. (1998). *La comunicación no verbal*. Psicología, Alianza Editorial.
- DE LUCAS LINARES, J., (2002) *Breve historia de la física*. Primera parte. Ministerio de Educación. <http://www.javierdelucas.es/historiadela fisica1.doc>
- DEVLIN K. (2002). *El lenguaje de las matemáticas*. Ediciones Robinbook, Ma NON TROPO, Ciencia. Barcelona.
- DÜRER A. (1525) *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen*. Nurenberg. <http://books.google.es>
- DÜRER A. (1532). *Institutionum Geometricarum Libri Quatuor*. Fuente: Museo nacional del Prado. <http://www.museodelprado.es/investigacion/biblioteca/fondo-antiguo/obras-destacadas/obra/volver/72/actualidad/duerer-albrecht-1471-1528>
- DIEZ DE LA CORTINA, ELENA (2002). *Aristóteles teoría y praxis*. Cosmogonía. Cibernous. <http://www.cibernous.com/index.html>
- DÍAZ ROMERO C. N. *Geometría en la arquitectura*. Unidad1. Reseña histórica- Euclides. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Arquitectura. <http://es.scribd.com/doc/16332006/UNIDAD-1-y-2>.
- ESCOLA ELISAVA (2004). *Plan de estudios 2004*. Barcelona. http://www.elisava.es/elisava/fla_cat/pdf/pdfCAT/gsd_cat.pdf Visitado en febrero de 2005
- ESPINA A. (circa 1798). *Arte caligráfica o Elementos del arte de escribir para el uso de los niños*. Imprenta de Narciso Oliva. Giróna. Fuente: <http://books.google.es>
- EUCLIDES (300 ac.) *Los seis libros de la geometría de Euclides*. Traducción Camorano Antonio. (1576) Casa Alonso Barrena. Sevilla. Fuente: <http://books.google.es>
- FARBIARZ F.J., y ALVAREZ, D.L.(1999) *Caos y fractales en la medicina*. Conferencias "Inteligencia artificial aplicada a la medicina". <http://www.encolombia.com/medicina/academecina/m-02JFarbiarz.htm>
Artificial Aplicada a la Medicina y Caos
- FIORITTI G. (1998). *Enseñanza de la geometría*. Contenidos.com. Educación a distancia. <http://www.contenidos.com/matematica/geometria>
- FUENTES OTERO, J. y GONZALEZ HERRAN, M. () *Diseño* 1.ED Teide.
- GALINDO SORIA, F. (1998). *Acerca Del Continuo Dimensional: Un Universo Fractal*. Web de Fernando Galindo Soria. http://www.fgalindosoria.com/transfinitoydinamicadimensional/continuo dimensional/cont_di2.pdf
- GERSTNER K. (1979), Introducción de Gerstner Karl al libro de Paul Gredinguer *Diseñar programas*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.
Gredinguer, P.(1979). *Diseñar programas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- GIL FOURNIER, A, (Sin fecha) *Fractales ¿Formas de la naturaleza?*. Red científica. ISSN: 1579-0223. <http://www.redcientifica.com/imprimir/doc199903310021.html>.
- GOMBAU C. Y MARTÍNEZ A. L. (2007). *El racionalismo del siglo SVXII. El Paraíso de las Matemáticas*. Historia. http://www.mate-maticas.net/paraiso/historia.php?id=newton_raciona
- GOMBRICH E.H.(1990) *El sentido del orden*. Estudio sobre la psicología de las artes decorativas. ED Debate.
- GONZALES GALLEGOS J. M. (2007). *La Familia Como Sistema*. Revista Paceaña de Medicina Familiar. Volumen 4, Número 6: 111-114. Bolivia, La Paz. http://www.mflapaz.com/Revista_6/revista_6_pdf/4%20LA%20FAMILIA%20COMO%20SISTEMA.pdf
- GOYCOOLEA PRADO, R. (Sin fecha). *Metafísica del infinito y concepto de espacio en Giordano Bruno (1548-1500)*. <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/brunorob.htm>
<http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/brunorob.pdf>
- GOUDY F. W. (1992) *El alfabeto y los principios de rotulación*. Copyright 1918, 1942 .ED Ack Publish.

- GYÖRGY DOCZY K. (1996). *El poder de los límites. Proporciones armónicas en la naturaleza, el arte y la arquitectura*. E. D troquel. Shambala publications.
- HAWKING S. (2002) *L'univers en una closca de Nou*. Columna Crítica. Pág. 32. Barcelona.
- HERRERO, M. A., (2000) *Fotografiando las matemáticas*. Capítulo: Ecuaciones derivadas y parciales. Obra colectiva. Carroggio. Cita del texto de Miguel Angel Herrero.
- ICSID (2005). *International Council of Societies of Industrial Design*. <http://www.icsid.org>. Visitado en febrero de 2005
- KAHN P., Y LENK K. (1994). *Mapas de sitios web*. Indexbook, Barcelona
- LE CORBUSIER (1977). *Hacia una arquitectura*. Poseidón, Pág.16. Barcelona.
- LE TARGAT, F. (1987). *Kandinsky*. E.D Polígrafa, s.a.
- LE TARGAT, F. (1986) *Paul Klee*. E.D Mazzota.
- LLEDÓ, E. (1998). *Imágenes y palabras*. Compendios Taurus.
- LYNCH, P. L. y HORTON, S. (1999). *Principios de diseño básicos para la creación de páginas web*. GG/ México
- MACIAS E. (2005) *Teoría General de Sistemas*. http://edmax.topcities.com/documentos/tgs_02.html
- McMAHON T. A. y TYLER BONNER J.(1986) *Tamaño y vida*. Editorial Labor. Prensa científica.
- MADRID CASADO, C. M. (2011). *Historia de la teoría del caos contada para escépticos*. Cuestiones de génesis y estructura. Dpto. Matemáticas, Instituto Lázaro Cárdena. Dpto. Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad Complutense de Madrid <http://casanchi.com/mat/historiacaos01.pdf>
- MANASSERO M., y VÁZQUEZ A. (2001). *Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos*. Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas. <http://www.oei.es/salactsi/acevedo11.htm> (26/03/2011)
- MANDELBROT, B. (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Tusquets, Matemáticas MT.
- MASCARELL F., VÉLEZ P., ESTRUGA J., PORTER M., ESCOBEDO J., PUIG ROVIRA F. X.. *Areum opus. Cinc segles de llibres il·lustrats*. Quaderns del Museu Frederic Marès. Exposicions 5.
- KEMP, M.(1990) *La ciencia del arte. La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat*. Ediciones Akal.
- KLEE, P. (1980). *Paul Klee escritos sur l'art*. Textos recojidos por JÜRIG SPILLER .E.D Dessain et toira.
I- *La pensée créatrice*.
II- *Histoire naturelle infinie*.
- MANDRESSI, R. (Sin fecha) *Orden, desorden, caos: ¿un nuevo paradigma?*
<http://henciclopedia.org.uy/autores/Mandressi/Caosorden.htm>
- MANDRESSI, R. (Sin fecha) *Glosario Caótico. Henciclopedia*. <http://www.henciclopedia.org.uy/autores/Mandressi/Atractor.htm>. Consultado el 15 de octubre de 2011.
- MARCELO ARNOLD, PH. D. Y FRANCISCO OSORIO, M. A. (1998). *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas*. Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales. Electronic Journal of Social Sciences Epistemology. Cinta de Moebio No.3. Abril de 1998. Facultad de Ciencias Sociales. Departamento de Antropología. Universidad de Chile. <http://www.moebio.uchile.cl/03/frprinci.htm>; <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/101/10100306.pdf>. Consultado el 15 de octubre de 2011
- MARGALEF, R. (1978) *Perspectivas de la teoría ecológica*. Blume ecología.
- MEDINA BENAVENTE F., (1989). *Forma e imagen. Teoría y praxis para un aprendizaje*. UPC. Curs per l'obtenció del certificat d'aptitud pedagògica. Assignatura Dibuix. Barcelona.
- MENEGUZZO, M. y MARINONI, A. (1987) *Leonardo da Vinci. Dibujos. La invención y el arte en el lenguaje de la imágenes*. ED Debate.
- MENDEZ, R. y BARZANALLANA A.(sin fecha) *Ejemplo de una teoría científica. Apuntes para la asignatura introducción a la informática*. POF. Página personal. <http://arraquis.dif.um.es/~rafa/2intro.htm#BM6>
- MONTÚ A. (1999) *El pentágono. Más de 400 ejemplos ilustrados de estructura pentagonal*. ED GG/ México.
- MORGAN J. R. (1995). *Dioses clásicos de la mitología*. Ed. Libsa. Madrid.
- MÜLLER-BROCKMANN, J. (1982). *Sistemas de retículas. Un manual para diseñadores gráficos*. Editorial Gustavo Gili, México.
- MUNARI, B. (1983). *¿Como nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual*. ED GG. Diseño. México.

- MUNARI B. (1999) *Más de 100 ejemplos ilustrados sobre el triángulo equilátero*. ED GG/ México.
- MUNARI B. (1999) *Más de 100 ejemplos ilustrados sobre la forma cuadrada*. ED GG/ México.
- NEIRA, L. P. (1999) *Las partículas elementales ¿son supercuerdas? La búsqueda de una teoría unificada de las fuerzas fundamentales de la naturaleza* (Parte I). IFIR. Instituto de física Rosario. Consejo nacional de investigaciones científicas y técnicas. Universidad de Rosario. <http://www.ifir.edu.ar/planetario/boletin66/particul.htm>
- ORTI, J. R. (1994). *El concepto de infinito*. Asociación Matemática Venezolana. Boletín Vol. I, N°2, Año 1994. <http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol1/vol1n2p59-81.pdf>
- ORTUÑO ORTÍN, M. (1999). *Sobre la impredecibilidad en física*. Orden y caos. Las ciencias de la complejidad. IIIª Semana de filosofía de la región de Murcia. Murcia, del 25 al 29 de enero de 1999. Organización: Sociedad de Filosofía de la Región de Murcia, Facultad de Filosofía y Departamento de Filosofía, de la Universidad de Murcia, Obra cultural de Caja Murcia. Coordinación: Antonio Campillo. Impreso en Uqbar. <http://www.arrakis.es/~sfrm/materia4.htm> Consultado el 11/ 09/ 2011
- OSUNA, J. A. (2005) *Introducción a lo Fractales y a la compresión Fractal*. Educastur Hospedaje Web. Área de Tecnologías Educativas del Servicio de Ordenación Académica, Formación del Profesorado y Tecnologías Educativas de la Consejería de Educación y Ciencia del Principado de Asturias. Visitado el 03/11/2011
http://web.educastur.princast.es/ies/pravia/carpetas/recursos/mates/recursos_2005/fotografia/intro/intro.htm
- PÁEZ MEJÍA, M. J. (1998). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Instituto de física. Universidad de Antioquía. <http://fisica.udea.edu.col/~mpaez/moderna/cap2/node9.html> (vistado en diciembre 2006)
- PATÍÑO RESTREPO J. F. (sin fecha) *Complejidad, Caos, Geometría Fractal.*, MD, FACS.
- PAPADOPUOLO A.(1977) *El Islam y el arte musulmán*. E.D. GG, El arte y las grandes civilizaciones.
- PAVAN L. (2000). *Il gioco dei Tarocchi nel Castello di Italo Calvino*.
http://www.repubblicaletteraria.net/ItaloCalvino_Castellodestiniincrociati.htm
- PÉREZ ORTIZ, J. A. (2000). *Música fractal: el sonido del caos*. Departamento de lenguajes y sistemas informáticos. Universidad de Alicante. Mayo 2000. <http://www.dlsi.ua.es/~japerez/pub/pdf/mfsc2000.pdf>
- PRIGOGINE I. (1996) *El fin de las certidumbres*. Taurus Pensamiento.
- PROFESORENLÍNEA. (sin fecha)*Historia de la Geometría*. www.profesorenlinea.cl - Querelle y Cia Ltda. Santiago – de Chile. <http://www.profesorenlinea.cl/geometria/GeometriaHistoria.htm>.
- QUINTANILLA FISAC, M. A. (1976). *Diccionario de filosofía contemporánea*. (Salamanca: Ediciones Sígueme. Proyecto filosofía en español. Comentarios Críticos. Salamanca [http:// www.filosofia.org](http://www.filosofia.org)) p. 458-459.
- RAGON, M (1992). *Diario del arte abstracto*. Ediciones destino.
- RIERA, E. DEL C. (2000). *La Complejidad: Consideraciones Epistemológicas y Filosóficas*. The Paideia Project. Online. Philosophy of Science. Universidad Nacional de Santiago del Estero, República Argentina. <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieDelC.htm>
- RINCÓN, J. (1998). *Concepto de Sistema y Teoría General de Sistemas*. Cooperación del Personal Académico: Mecanismo para la Integración del Sistema Universitario Nacional. Universidad Simón Rodríguez. San Fernando de Apure. Venezuela. <http://members.tripod.com/~gipsea/sistema.htm> Consultado el 15 de octubre de 2011.
- RIVERO MENDOZA F.(1999). *Grupos Cristalográficos Planos*. Boletín de la Asociación Matemática Venezolana Vol. VI, No. 1 Departamento de Matemáticas. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. <http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol6/frivero.pdf>
- ROLDAN PIRACES, J. A. (sin fecha) *Curso de cosmología* <http://www.terra.es/ciencia/articulo/html/cie5408.htm>
- ROYO PRIETO, R. P. (2002). *Matemáticas y papiroflexia*. Sigma nº21.
- RUDER, E. (1983) *Manual de diseño tipográfico*. Ed GG/México.
- SALES T. (1990). *Llull as Computer Scientist or why Llull Was One of Us*. http://www.geocities.com/llull_brazil/compsale.html
- SALVAT (1973) *El diseño industrial*. Salvat. G.T., Biblioteca Salvat de Grandes Temas. Salvat Editores.
- SANCHEZ GUZMAN J. R. (1981) *Teoría general del sistema publicitario*. Ediciones Forja. Madrid.
- SATUÉ, E. (1988). *El diseño gráfico: desde los orígenes hasta nuestros días*. Editorial Alianza.
- SATUÉ E.(1994) *El diseño gráfico en España.Historia de una forma comunicativa nueva*. Alianza Forma.
- SATUÉ E. (1996) *El disseny de llibres del passat, del present i, tal vegada del futur.La petjada d'Aldo Manunzio*. Eumo Editorial. Col.lecció Documents 26.

- SCIALABBA, ALEJANDRA. (2004) *¿Se está muriendo la escuela? La responsabilidad de la aparición de las nuevas tecnologías en la redefinición de la escuela.* Programa "Sujetos y Políticas en Educación", Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. La Revista Iberoamericana de Educación. OEI. Número 33/2
- SELLE, G. (1975) *Ideología y utopía del diseño Industrial.* Barcelona. GG Colección Comunicación Visual.
- SERRANO, S. (1982) *La semiótica. Una introducción a la teoría de los signos.* ED. Montesinos. Biblioteca de divulgación.
- SHAHEN HACYAN (1989). *Relatividad para principiantes.* Capítulo: *Espacio y tiempo.* Fondo de Cultura Económica. México. <http://www.hverdugo.cl/variados/libros/Relatividadparaprincipiantes.pdf>
- SIERRA, M. A. (2000) *Área fractal. Fractals. Dimensión.* <http://www.fractals.8m.com/caos.htm#go> 04/10/2000
- SIMBRON, N. (Sin fecha). *Teoría general de los sistemas.* Monografías.com <http://www.monografias.com/trabajos5/teorsist/teorsist.shtml#apo>
Consultado el 3 de septiembre de 2004, Teosist.doc
- SOLOMON, M., (1988). *El Arte de la Tipografía,* Tellus, Madrid.
- SOCIEDAD DIDÁCTICO-MUSICAL.(1958) *Teoría de la música. Parte primera.*
- SPINADEL, V. W. (2003). *Geometría fractal y geometría euclidiana.* Revista Educación y Pedagogía Vol. XV, No. 35, (enero-abril), 2003. pp. 85-91. Universidad de Antioquia, Facultad de Educación. Medellín.
- SYSIFUS (2000). *Área fractal.* <http://www.arrakis.es/~sysifus/dimens.html>
- TELLEARINI J. (2005). *Curso de Cabala y tarot.* 1ª PARTE. Cabalista.<http://www.elsespejo.com>
- TUAN L. (2001). *Interpretar el tarot.* Editorial de Vecchi.
- UPC (2005). *Plan de estudios Curso 2004-2005. Graduado Multimedia.* UPC. Barcelona. <http://www.upc.es>.
- VAN DEN BOOM, H. y ROMERO TEJEDOR, F. (1998). *Arte fractal. Estética del Localismo.* ADI.
- VÁZQUEZ, I. y VEGA, E. *Fundamentos del diseño gráfico.* Ed. Anaya multimedia 1990.
- XIMENEZ, ESTEBAN. (1789) *Arte de escribir compuesto de Esteban Ximenez, siguiendo el metodo y buen gusto de D. Francisco Javier de Santiago.* Imprenta Benito Cano. Fuente: <http://books.google.es>
- WEST, SUZANNE. (1990). *Working with style: Traditional and modern approaches to layout and typography.* (New York: Watson Gupthill) Traducción al español de Catalina Martínez, Cuestión de estilo. Los enfoques tradicional y moderno en maquetación y tipografía. Madrid, Ack Publish.
- WIKIPEDIA (2012). *Topología.* <http://es.wikipedia.org/wiki/Wiki>
- WILLIAMS, C. (1981). *Los orígenes de la forma.* ED GG Diseño.
- WITTOKER, R. (1979) *Sobre la arquitectura en la edad del humanismo.* GG, Barcelona.
- ZAMACOIS J. (1986) *Teoría de la música . Libro I.* ED Labor.

Términos

A

Adaptabilidad *139, 140, 175*
Adaptación *140, 147, 175*
Algoritmo *46, 47*
Ambiente *139*
Análisis *9*
Armonía *21, 22*
Armonía: *140*
Atributo *138, 140, 141, 142, 174, 175*
Atributos concomitantes *141, 175*
Atributos definidores *141*
Azar *144*

C

Caja Blanca *144*
Caja Negra *144*
Cálculo *31, 46*
Caóticos *4, 8*
Centralización *144*
Cibernética *144*
Cielo *21, 22, 23, 169, 176*
Circularidad *144*
Complejidad *8*
Complejidad *4, 160, 162, 171, 176, 178*
Comportamiento *138, 139, 140, 141, 142, 146, 172, 174, 175*
Conectividad *8*
Conectividad *169, 170, 171, 172, 175, 176, 177, 178, 179*
Conglomerado *142*
Cosmología *21, 24, 174, 175, 179*

D

Delimitación *35*
Delimitar *35*
Descentralización *144*
Determinismo *8*
Didáctica *9, 149, 152, 153, 155*
Dimensión de Correlación *143*
Dinamismo *4, 8, 170*
Diseño integrado *142*

E

Elemento *4, 7, 8, 11, 12, 140, 151, 152, 154, 159, 162, 169, 170, 173, 174, 175*
Emergencia *138*
Entidad *140*
Entrada aleatoria *144*

Entidad 140
Entrada aleatoria 144
Entrada en serie 144
Entradas 144
Entropía 146, 147, 175
Equifinidad 147
Equilibrio 21, 26, 29, 146, 147, 148, 174, 175
Espacio 4, 7, 11, 149, 151, 152, 153, 162
Espacio de fase 142
Estabilidad 4, 8, 21
Estructura 4, 8, 140, 142, 143, 148, 154, 159, 170, 171, 172, 174, 178
Exito 140, 146, 147, 175
Experimentación 24, 27, 154

F

Foco de atención 139
Formas 27, 28, 30, 32, 33, 149, 153, 154, 157, 158, 159, 169, 170, 172, 174, 175
Fórmula 30, 32, 172
Fractal 8, 13, 158, 159
Frontera 23, 26
Función 38, 143, 145, 146, 147, 148, 174

H

Homeostasis 147

I

Independiente 141, 142, 170
Indescriptibilidad 9
Indeterminación 7, 9
Infinito 7
Infinito 22, 23, 24, 25, 26, 29, 45, 46, 47, 48, 171, 176, 177, 178
Información 144
Ingeniería de sistemas 9, 156, 160
Input 144
Integración 140, 142, 179
Interacción 139, 140
Interdependencia 142
Irreversibilidad 7
Iteración 8

J

Jerarquía 23, 32, 143, 159, 169

L

Layout 4, 5, 153, 180
Lenguaje 8, 9, 11, 137, 142, 152, 161, 162, 174, 175, 177, 178
Leyes 24, 25, 26, 30, 151, 154, 157, 159
Límite 7
Lineal 8

M

Mantenibilidad 146
Maqueta 143, 175
Método 8, 9, 13, 149, 155, 159, 160
Modelo 143, 170, 175, 171, 173
Morfogénesis 148
Morfofostasis 148

Muerte *148, 174*

N

Negentropía *147*

Números *7, 176*

O

Operadores *141, 175*

Optimización *145, 146, 175*

Orden *9, 13*

Orden *7, 11, 13, 149, 154*

Organización *141, 142, 147, 173*

Output *144, 145*

P

Parámetro *140*

Permeabilidad *139*

Proceso *144, 145*

Programas *32, 33, 155, 162, 169, 172, 174, 177*

Propiedades *8*

Propiedades *138, 140, 141, 170*

Proporción áurea *8*

Proporciones *27, 30, 171, 172*

R

Reacción superflua *142*

Recursividad *145*

Relación *141, 171, 172*

Relaciones *27, 30, 31, 32, 33, 34, 157, 159, 169, 170, 173, 174*

Relación simbiótica *141*

Reposo *22, 24, 26*

Reticula *9*

Retroalimentación *145, 146*

S

Salidas *144, 145, 175*

Secuencial *8*

Semánticos *9*

Servicio *145, 178*

Sinergia *141*

Sistema *4, 8, 11, 12, 13, 152, 155, 156*

Sistemas *170, 172, 173, 174, 175, 179*

Sistemas abiertos *8*

Sistemas abiertos o cerrados *8*

Sistemas abstractos *8*

Sistemas cerrados *8*

Sistemas concretos *8*

Sistemas dinámicos *8*

Sistemas dinámicos lineales *8*

Sistemas ideales *8*

Sistemas modelos *8*

Sistemas no lineales *8*

Sistemas reales *8*

Sistemas triviales *138*

Subdiseño: *138*

Suboptimización *147*

Subsistema *138*

Sucesión *46, 47, 171*

T

Teleología *146*

Teoría General de Sistema *8*

Teoría General de Sistemas *8, 9, 11*

TGS *8*

Tiempo *21, 23, 24, 26, 29, 31, 32, 153, 157, 158, 160, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 179*

U

Universo *21, 23, 24, 26, 169, 170, 173, 176*

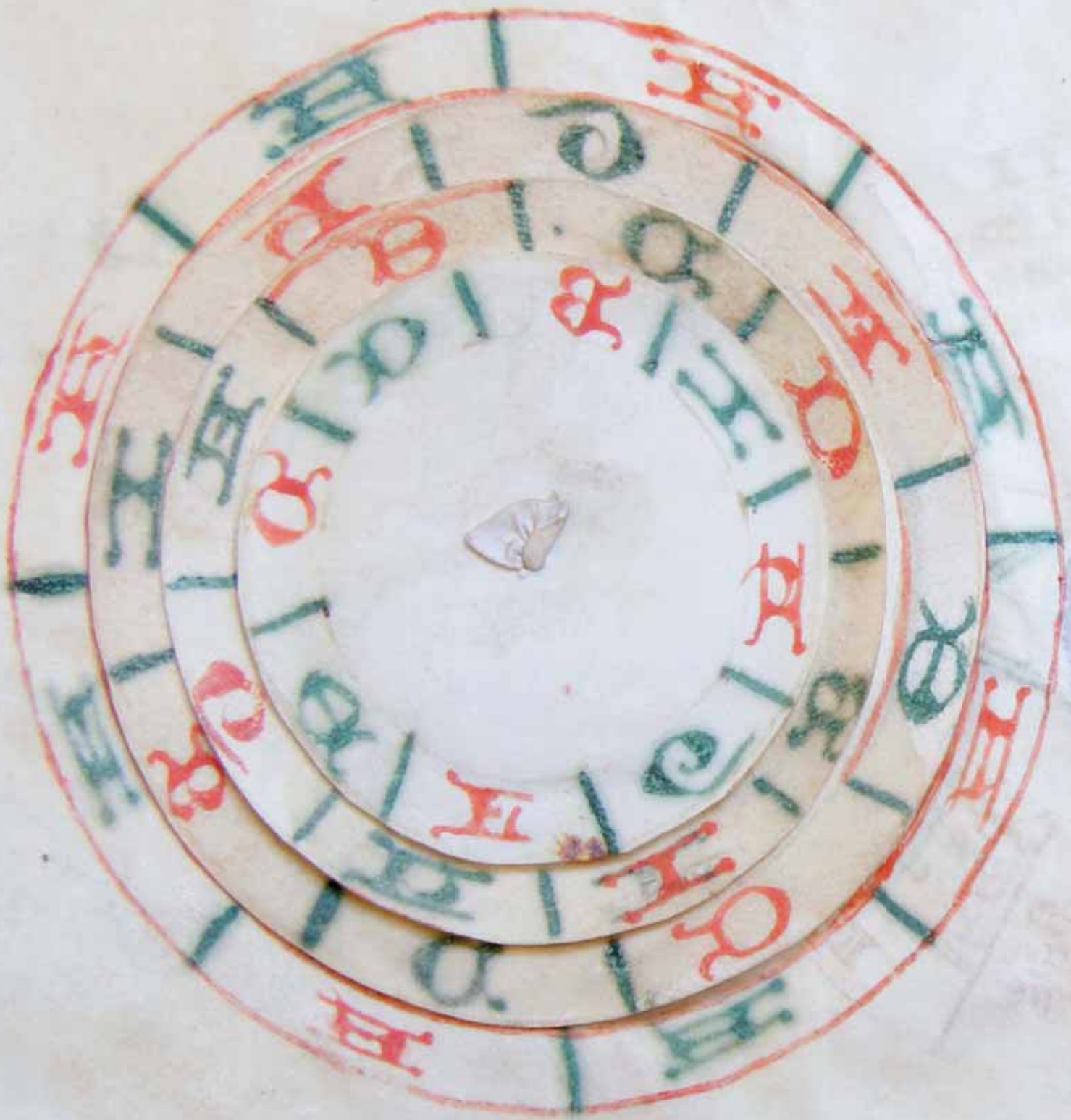
V

Variabilidad *8, 142, 143*

Variables *139, 140, 141, 143, 144, 175*

Variedad *141*

Viabilidad *147*



UPC

Universidad Polit cnica de Catalu na

DOCTORADO DE INGENIERIA DE PROYECTOS Y SISTEMAS
Departamento de Expresi3n Gráfica en la Ingenieria