

# ESTUDIO DE LA FORMA A PARTIR DE CUATRO ÁREAS DE CONOCIMIENTO

M. en Arq. ALEJANDRA RODRÍGUEZ BOLADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA  
Facultad de Arquitectura  
U.N.A.M.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

2008

autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: ALEXANDRA RODRIGUEZ

BOLZDO

FECHA: 26/12/2008

FIRMA: [Firma]

# ESTUDIO DE LA FORMA A PARTIR DE CUATRO ÁREAS DE CONOCIMIENTO



Tesis desarrollada bajo la asesoría:

Director de tesis:

Dr. en Arq. Tomás García Salgado

Lectores y Simpatizantes:

Dr. en Arq. Carlos González

Dr. en Arq. Francisco Reyna

Dr. en Arq. Luis Arnal Simón

Dr. en Arq. Iván San Martín Verdova



## DEDICATORIAS

---

Abuelo, un escalón más juntos, no dejo de extrañarte.  
Mariano, siempre eres y serás una persona importante.  
Gabo, una conexión extraña, un alma gemela que apareció.  
Ely representas mi búsqueda y mi eterna inconformidad, la  
superación.

Dra. Adoración Romeu por haber intervenido para que yo tomara la decisión que comienza en este documento.

La pasión a veces se aprende de otros, yo la aprendí de personas especiales que me enseñaron a amar lo que hago,  
a la Pintora Gilda Solís el amor al arte,  
al Arq. Luis Mariano Acéves el alma de la arquitectura en relación con el hombre,  
al Arq. Eduardo Hurtado la vida propia de la arquitectura;  
al Arq. Ernesto Alba la formalidad de la arquitectura sin restarle pasión, y recientemente  
al Maestro Reyna por su calidad humana y su serenidad que espero aprender algún día  
al Dr. Tomás García Salgado por abrirme un nuevo umbral nueva del cual no imaginaba la puerta.

Siempre pensé que los años no tienen nada que ver con la sabiduría sino con el aprendizaje ante los errores, y uno de los aprendizajes de vida mejores que me han regalado, se lo debo a alguien que me dio momentos inolvidables y me confirmó esta idea respecto a la edad CHIQUILLO GRACIAS.

A la Universidad Marista de la cual he aprendido a ser el docente que soy, y por darme la oportunidad de desarrollar una vocación tan noble como la del enseñante que acompaña, no el que impone. En especial a cada una de las personas que en ella laboran desde los de mantenimiento hasta los de administración en especial a la Sra. Ángeles, de quienes solo he tenido amabilidad y que me hacen sentir que pertenezco a este lugar y no solo soy mas.

A mis exalumnos, algunos más especiales que otros, pero de los que en general me siento orgullosa de haber tenido en mi aula y compartir algo de conocimiento y quizás algunas cosas más profundas dentro o fuera de ella.

Y a todos mis alumnos de la Universidad y Postgrado, de quienes aprendo cada día quizás más de lo que ellos puedan aprender de mi.

Capítulo I		
VISIONES		
1.1	La Forma y la Filosofía	2
1.2	La Forma en relación en el lenguaje	9
1.3	La forma y el movimiento	14
1.4	La Forma – Materialidad	22
1.5	Creencias y religiones	30
1.6	La Forma como piel	35
Capítulo II		
REGULACIÓN		
2.1	Antropometría	46
2.2	Sección Áurea	53
2.3	Relación con la naturaleza	58
2.4	Construcción	59
2.5	Música	60
2.6	Rectángulos Armónicos	66
2.7	Otras Construcciones Geométricas	67
2.8	Geometría sagrada	69
2.9	Perspectiva	72
2.10	Simetría	79
2.11	Matemáticas	88
2.12	Trazo regulador	90
2.13	Geometría Euclidiana	91
2.14	Lenguaje	92
2.15	Sistemas	102
Capítulo III		
PERCEPCIÓN		
3.1	Gestalt	114
3.2	Dinamismo	124
3.3	Materialidad	129
3.4	Percepción y uso	132
Capítulo IV		
TECNOLOGÍA		
4.1	Las primeras computadoras	143
4.2	La computadora en la Arquitectura	150
4.3	Cuarta Dimensión	164
4.4	Topología	165
4.5	Geometría Dinámica	169
4.6	Geometría Fractal	173
4.7	Lo Virtual	178
4.8	Tecnología – Arquitectura	180
REFLEXIONES		193
INDICE ONOMÁSTICO		197
BIBLIOGRAFÍA		221

La forma<sup>1</sup> es considerada como el medio por el cual se expresa la arquitectura, con mayor especificidad se puede decir que es la materia con la cual trabaja el arquitecto para producir el objeto arquitectónico.

Precisamente esta gran relevancia que posee la forma, hace evidentes las potencialidades de abordar su análisis.

El estudio de la forma en el ámbito de la arquitectura ha suscitado diversas aproximaciones. A manera de ejemplo, se puede citar que la forma ha tenido conceptualizaciones como aquella que la concibe como la periferia del objeto, definida por un conjunto de líneas o superficies que contienen el espacio, siendo éste el fin del objeto arquitectónico, por consiguiente la forma es la delimitación exterior de la materia.

Sin embargo para algunos estudiosos de la forma no les ha sido suficiente esa definición, por ejemplo William Mitchell<sup>2</sup> propone una sistematización para su estudio, da un estudio a detalle del lenguaje de la forma por medio de lo que denomina una gramática formal y sus roles en la estructura de diseño con el uso de la Inteligencia Artificial.

De manera más elemental el autor Edward T. White<sup>3</sup> propone que la forma está compuesta de elementos colocados dentro de un sistema de ordenamiento, por medio del cual se produce la percepción que se tiene de ella, estos elementos de los que habla son: punto, línea, plano y volumen.

Un teórico que coincide con White es Francis Ching, sólo que amplía algunos términos y agrega la relación con el contexto.

Ching sostiene que "La forma o envoltura de los espacios pertenecientes a un edificio determinan o están determinados por la forma de los espacios que lo rodean", por consiguiente señala que "toda forma

---

1 En el diccionario de la Real Academia Española, se encuentran registrados para la palabra forma, de manera aislada o incluida en diversas expresiones y locuciones 32 acepciones; empezando por el significado de la figura o determinación exterior de la materia. Forma corpórea de los objetos diseñados o productos realizados. Existen dos vertientes en las definiciones encontradas: La forma de un objeto es su disposición o constitución física, siendo esto la determinación exterior de la materia o la configuración espacial del objeto tanto exterior como interior. Según otra corriente, la interpretativa iniciada por Aristóteles la forma es un principio activo que existe en estado puro al margen de la materia y que al unirse la organiza y la convierte en una cosa estructurada. Forma es un vocablo que tiene innumerables significados. La forma es la solución para el problema, el contexto define el problema. En otras palabras, cuando hablamos de diseño, el objeto real de la discusión no es sólo la forma, sino el conjunto que comprende la forma y su contexto.

2 Mitchell, *The Logic of Architecture*, p. 83.

3 White, *Ordering*, 1973, p. 15.

tridimensional articulará el volumen espacial envolvente y generará un área de influencia o territorio que reivindicará como propio."<sup>4</sup>

Las menciones anteriores, dan cuenta de la variedad de elementos que deben considerarse al abordar el estudio de la forma en la arquitectura. De ahí que se establezca como metodología de análisis hacer primeramente un acercamiento a diversas visiones teóricas en torno a la forma, teniendo como punto de partida sus concepciones filosóficas de las cuales se desprenden las connotaciones de la forma con el lenguaje, el movimiento y la materia.

### 1.1 La forma y la filosofía

Desde el punto de vista de la filosofía<sup>5</sup> la palabra latina significa la figura exterior, la construcción visible de un cuerpo, y, puesto que ésta es el fundamento más importante de distinción de las especies, la morfología.

La teoría que más se conoce de Platón, es la de las Ideas y las formas, en donde sostiene que en el mundo todos los entes sensibles son imperfectos y deficientes pero que participan de otros seres perfectos y autónomos que son las Ideas. Cada una de estas Ideas es única e inmutable, en cuanto a las cosas que existen en el mundo son múltiples y cambiantes. A las Ideas se accede por medio de la razón y el entendimiento, considera que los sentidos deben ser relegados porque son engañosos, esta dicotomía es abordada en su texto *La República*.

El platonismo dice que el mundo se divide en dos aspectos distintos; por un lado el mundo inteligible (del auténtico ser), y por el otro en el que vivimos que se entiende de manera perceptiva (el mundo de la mera apariencia). Este último resultaría según lo anterior, una copia de las formas de las Ideas. Por medio de metáforas, los libros VI y VII de *La República* explican esta teoría.

Lo interesante de esta dicotomía es que las cosas que uno ve, según Platón son sólo la representación de la realidad pero no son en sí la realidad, esto lo ejemplifica en la alegoría de la cueva en *La República*, libro VII<sup>6</sup>.

Aristóteles elabora su teoría denominada hilemorfismo, que después se desarrolla en la filosofía escolástica. Se trata de una teoría de la filosofía natural, que rechaza las teorías de Platón mediante una crítica a los dos mundos, divergiendo en que sólo existe uno. Aristóteles sostiene que Platón usa metáforas pero no da una explicación racional, no establece relación clara de causalidad, no explica cómo las ideas son causa de las



[www.cuscutia.com/cristianismo.htm](http://www.cuscutia.com/cristianismo.htm)

Figura 1.1

4 Ching, *Forma, espacio y orden*, 1999, p. 24.

5 Brugger, *Diccionario de filosofía*, 2000, p. 268.

6 Platón, *Obras*, 1980, p. 35.

cosas sensibles y se queda limitado al concebir que la semejanza de dos cosas se entiende porque ambas participan de la misma idea, siendo que Aristóteles define como necesario un tercero para que explique la semejanza entre esas dos cosas.

El hilemorfismo afirma que todo cuerpo se compone de materia y forma. Aristóteles en su análisis de la sustancia hace una distinción entre aquello de lo que están hechas las cosas llamándole *hylē* o materia y la hechura o forma; argumenta que la materia y la forma están unidas y no pueden ser separadas, definiendo la materia como la parte potencial, aquello de lo que las cosas están hechas, mientras la forma es lo que hace que una cosa sea lo que es, actualizando la potencialidad de la materia, la esencia que va unida a la materia.

Hay problemas no resueltos por Aristóteles que en la Edad Media llevan a diversas concepciones del hilemorfismo, se refieren a la unidad o pluralidad de formas esenciales y también al carácter potencial de la materia prima. Santo Tomás de Aquino y su escuela definen dicha unidad como la forma única (en el hombre el alma espiritual). Argumenta que la materia es pura potencia porque carece del acto formal<sup>7</sup> y de acto entitativo<sup>8</sup>, por consiguiente sin la forma no es nada. Propone las cinco vías de la *Summa Teológica*, en donde explica determinadas cosas por medio de la existencia de Dios.

La primera vía que se menciona en la *Summa Teológica* de Santo Tomás de Aquino, (también considerada por Aristóteles) se refiere al movimiento, y al cambio que se da en la naturaleza con el paso del tiempo. La segunda vía es en donde se considera que las cosas cambian de un estado a otro; aunque también pueden cambiar si se considera lo que denomina las causas eficientes, o causalidad, siendo esto todo lo que ha sido causado por otro para constituirse como forma. La tercera vía es la de los seres contingentes o la limitación de la duración, la cuarta es la vía de los grados de perfección, que parte de una jerarquía de valores. Y por último la quinta vía del orden en el mundo, o del orden cósmico.

Santo Tomás de Aquino tuvo como influencia principal a Aristóteles y su teoría del hilemorfismo, aplicándola en la antropología y epistemología, de manera similar a la Idea de alma y cuerpo formando una única sustancia. Concluyó que la forma es lo que ordena y estructura la materia.

Kant retoma ideas del dinamismo, junto con otros filósofos modernos como Selvaggl, quienes definen la forma dentro de un determinismo en donde hablan de las mutaciones sustanciales, dentro de las que se

<sup>7</sup> Es la forma misma, se una a la materia para producir el compuesto.

<sup>8</sup> La existencia por la que algo está fuera de sus causas y se opone, contradictoriamente, a la nada.

---

da esta la llamada mutación de la forma, que se logra por medio de la generación y producción de una vieja forma, siendo esta última la configuración final del cuerpo.

En el siglo XX Luigi Pareyson, en su teoría de la estética de la formatividad, propone que toda la vida humana es considerada como una invención, ya que la producción de formas se da por medio de la laboriosidad tanto en el campo moral como en el del pensamiento y el arte.

Al considerar toda forma un acto de invención, sostiene que se deben descubrir las reglas de producción de acuerdo con las exigencias de la cosa a realizarse. Concibe al arte como formación material de un objeto, por medio de un proceso formativo, este proceso es dinámico y progresivo, de donde resulta importante el concepto de Interpretación.

Pareyson en su teoría estética<sup>9</sup> postula un universo cultural como continuidad de personas individuadas; afirmando que la forma misma sólo puede comprenderse si se concibe como acto de comunicación de una persona a otra. Advierte que una vez formulada la forma no pertenece a la realidad impersonal, sino que se manifiesta como memoria concreta no solo del proceso formante sino de la misma personalidad que la genera.

Por su parte, la estética de Focillon es objetiva, se basa en la existencia, la autonomía y la autolegalidad de la forma. Esta estética francesa hace una especulación acerca de las estructuras, los equilibrios y las leyes verificables en el objeto. La estética se convierte en descripción de las estructuras, no del gusto del observador. En su momento, Souriau contribuye con esta misma teoría.

Christopher Alexander<sup>10</sup>, sostiene que la forma es la parte del conjunto sobre la que el diseñador ejerce el control de sus decisiones. A través de ella se puede crear el conjunto, todo problema de diseño dice que inicia con un esfuerzo de ajuste entre dos entidades: la forma y el contexto, correspondiendo a la forma la solución para el problema de diseño, mientras que el contexto define el problema.

El contexto y la forma son complementarios, ya que entender el contexto y crear una forma que se ajuste a él, son dos aspectos del mismo proceso. Si se divide un conjunto en forma y contexto, el ajuste entre ellos puede ser considerado una condición metódica del conjunto, sujeta a perturbaciones en diversas formas, cada una de las cuales

---

<sup>9</sup> Ensayos aparecidos entre 1950 y 1954 en la revista filosofía, la teoría de la formatividad encuentra su formulación orgánica en *estética-teoría della formatività*, Turín Ed de Filosofía 1954 Bolonia Zanichelli 1960.

<sup>10</sup> Alexander, *El significado*, 1973, 134.

constituye un desajuste potencial. Alexander concluye que "el objetivo final del diseño es la forma" y por forma entiende una parte del mundo que está bajo nuestro control, y que decidimos modelar en tanto que dejamos el resto del mundo tal cual es.

La forma es, por tanto, la obra realizada de acuerdo al diseño, definición que es útil, pues rectifica, el concepto muchas veces manifestado de la forma como algo perceptible carente de sustancia."<sup>11</sup>

Peter Eisenman<sup>12</sup> considera que la forma se presenta en un estado original específico, que asume su forma final después de la manipulación y organización por medio del proceso de diseño, y hasta el momento en el que satisface las exigencias funcionales de su programa, se deben considerar la representación de los límites concretos y las posibilidades que le permita el lugar. A la forma en su estado original le llama la referencia conceptual.

Vittorio Gregotti tiene puntos en común con las ideas de Eisenman, definiendo que la palabra forma lleva implícita una ambigüedad de significado, considera que la forma arquitectónica de un fenómeno es la manera como las partes y los estratos están dispuestos en el objeto, pero también este objeto comunica la disposición de los elementos.

Riegl<sup>13</sup>, en su obra sobre el estilo, menciona la existencia de una serie de formas invariables a lo largo de toda la historia del arte por medio de un estudio que llama tejidos, idea que aplica en el museo de Viena; al término de ese estudio llega a la conclusión de que una serie de formas se originaron en la antigua Mesopotamia, las cuales se mantienen en el tiempo hasta la llegada de los musulmanes quienes las copiaron. Estas formas pasaron a occidente por medio de las alfombras y los tejidos y los cambios que se han dado son sólo interpretativos a lo largo del tiempo y a través de culturas, pero las formas han sido las mismas. De aquí podemos deducir que estos esquemas son formas universales y constantes en el arte, conforme a una evolución histórica de la propia forma.

Otro elemento que introduce Riegl es lo que llama supervivencia artística, considerándola un ser vivo que perdura en determinadas formas, aunque estas ya no realicen la función para la que fueron creadas; un ejemplo es el uso de las archivoltas que eran necesarias en el románico para no romper un muro grueso, en el gótico con el muro fino no son necesarias y sin embargo se siguen utilizando.

<sup>11</sup> Alexander, *Ensayo sobre la síntesis de la forma*, 1990, p 68.

<sup>12</sup> Eisenman, Peter, "*The formal basis of modern architecture*", en Geoffrey, p.135

<sup>13</sup> Riegl, *Problemas de estilo: fundamentos para una historia de la ornamentación*, 1980. Cap. I.

Un importante seguidor de Reigl es Heinrich Wölfflin, asumiendo una postura más científica, ya que no estudia solo las figuras en los tapices, sino en toda la historia del arte, además de otorgar al artista un papel importante en la creación de las formas, de tal manera que asevera que las formas siguen un proceso, pero llega un momento en que éstas

llegan a un límite y por esta razón se produce un cambio, las formas mutan gracias a un reducido número de artistas que logran intuir y plasmar esa necesidad artística que tiene la forma.

En su análisis Wölfflin hace patente casos como el del barroco, considerándolo como un estilo con entidad propia y no como una degeneración del renacimiento. En su libro de los conceptos fundamentales del arte, explica el desarrollo de la forma visual como un desarrollo inminente e independiente de las biografías de los artistas. Así entiende el paso del renacimiento al barroco, por medio de conceptos en contraposición como: de lo superficial a lo profundo, de la forma cerrada a la forma abierta, de la pluralidad a la unidad y de la claridad a la complicación.

En contraposición a estas ideas, Arnold Hausser, quien era formalista hasta que encuentra una contradicción entre su método empleado y la ideología política, llega a postulados que constituyen un método psicológico, resumiendo su postura en los siguientes puntos.

Sostuvo que el método formalista tiene carácter burgués (enlaza los valores de la burguesía revolucionaria), que si bien esta circunstancia fue buena en su momento, no lo sería en años posteriores debiéndose su supervivencia a la voluntad burguesa de vivir en el pasado.

Además el formalismo propone un arte sin nombres y esto no se ciñe a la realidad. Por otra parte, consideró que la valoración anónima de la obra es propia del romanticismo, propia del individuo decepcionado socialmente que quiere alejar de sí mismo la responsabilidad de su propia libertad. Para Hausser el historicismo, positivismo y formalismo forman parte de una filosofía reaccionaria, aunque admite que el formalismo tiene la consideración de que cada estilo es la consecuencia del anterior y la causa del posterior.

En la teoría formalista<sup>14</sup> se formulan una serie de interrogantes, tales como el por qué se dan los cambios de estilo que en ocasiones son muy rápidos y en otras muy lentos, el por qué se producen estos cambios, o el por qué de estas modificaciones compositivas. De estas preguntas parten la teoría.

---

14 El formalismo ruso modificó las posturas respecto a los conceptos de arte, literatura y texto en el transcurso del siglo XX y abrió el camino de la nueva crítica angloamericana (*new criticism*) e, incluso, a la crítica marxista.

El formalismo se puede definir como el conjunto de elementos que generan un objeto y se derivan de la transformación de una determinada Realidad material, que se da por modificaciones de carácter estructural formal y que se le denomina al momento específico de formación en el marco de la disciplina del proyecto, llamándole "morfología"<sup>15</sup>.

Otro método es el Icónico que se le atribuye a Aby Warburg seguido por Erwin Panofsky y por Rudolf Wittkower. Este método es una crítica contra el formalismo, ya que considera que sólo se basa en las imágenes y no va más allá. Hay que diferenciar a la Iconografía, que hace una descripción y la primera interpretación del significado del objeto, de la iconología, que se refiere a la ciencia que estudia el objeto.

La Iconología parte de la Idea de la Importancia del símbolo, este ha sido una constante en la humanidad ya que se le puede encontrar en el momento de relatar o plasmar pictóricamente, narrativamente o de cualquier otra manera, una Idea, teniendo que recurrir al símbolo como medio de poder; su representación plástica es generalmente por medio de trazos simples y rápidos pero comprensibles.

En las Imágenes de esta página se puede observar la transformación de figura plana, bidimensional al objeto arquitectónico.

Panofsky considera a la Iconografía<sup>16</sup> como la rama de la historia del arte que se ocupa del contenido temático, del significado de las obras en cuanto a algo distinto de la forma, la comprensión de una obra. Por lo que opta por el análisis iconológico<sup>17</sup> sosteniendo que necesita tres fases de percepción:

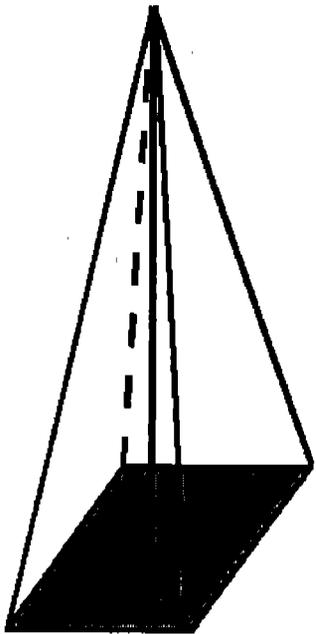
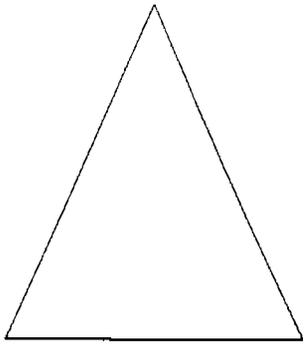
La percepción del contenido primario o temático natural a través de la identificación de formas puras, es decir ciertas configuraciones de líneas y colores, como representación de objetos naturales, dando cualidades expresivas. Todo esto puede ser enmarcado en el mundo de los motivos artísticos, una enumeración de los motivos sería la descripción preiconográfica de la obra.

Con la percepción del contenido secundario o convencional, se pueden relacionar los motivos artísticos y las composiciones con temas o conceptos. Los motivos portadores de un significado secundario convencional pueden ser llamados imágenes y las

<sup>15</sup> Proviene del griego *morph* (forma) y *logía* (ciencia-tratado) así, el todo significa literalmente ciencia (o estudio) de la forma. En efecto, se habla de morfología de las plantas, de los seres vivos, de la capa terrestre, etcétera.

<sup>16</sup> Estudio, descripción de pinturas, esculturas y monumentos.

<sup>17</sup> Arte de la representación alegórica, conocimiento de los símbolos y de los esquemas que utiliza



www.xtec.es/~darrimad/antigua/egipto.

Figura 1.2

combinaciones de imágenes se denominan historias o alegorías, el análisis de todo esto entra al ámbito de la descripción iconológica.

La percepción del significado intrínseco o contenido revela la actitud básica de una nación, periodo, clase, creencia religiosa o filosófica, que son reflejadas inconscientemente por una persona en una obra. Este principio es manifestado y por tanto clarificado por la significación iconográfica.

El método iconográfico incluye tres niveles, el primero es el preiconográfico. Los motivos permanecen y son identificables fácilmente, permitiendo reconocer fácilmente la forma y el comportamiento de los seres u objetos dentro de la composición.

En el segundo nivel, análisis iconográfico, las imágenes y alegorías en vez de motivos, presuponen una familiaridad con temas o conceptos específicos tal y como se transmiten por las fuentes literarias o por tradición oral.

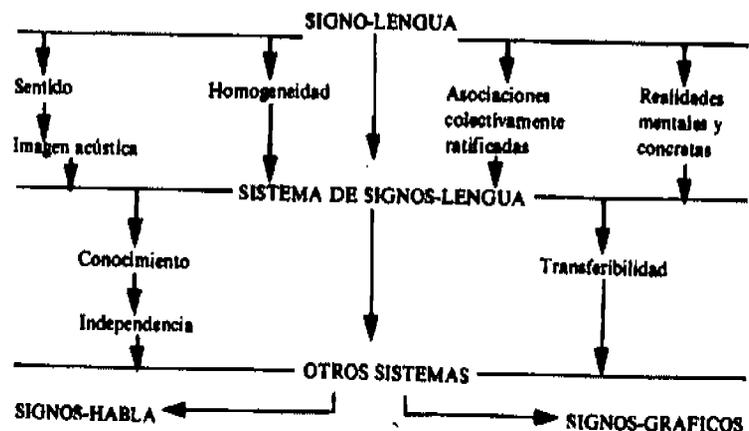
Por último, la interpretación de la significación intrínseca o contenido, trata sobre los valores simbólicos, para lo cual se necesita el diagnóstico, que Panofsky define como intuición sintética que ha de ser corregida y controlada por un conocimiento de los procesos históricos cuya suma total puede llamarse tradición.

Una de las críticas hacia este sistema la hace Herman Bauer, quien incide en el hecho de que Panofsky separa la experiencia vital de la tradición cultural, sin tener en cuenta que los movimientos y la percepción humana están marcados por las tradiciones culturales.

También critica los niveles establecidos para el análisis, ya que afirma que la concepción completa de la realidad se considera sesgada, en concreto respecto al tercer nivel afirma que no se puede hablar de síntomas como valores simbólicos y que un síntoma no es un símbolo. La propuesta de Bauer sería una historiografía del arte que haga compatible la mimesis con el significado de la imagen tanto histórica como suprahistórica.

Como se puede apreciar hasta aquí, muchas de las interpretaciones formalistas, figurativas y psicológicas, perceptivas, referentes a la arquitectura, han buscado constantemente procedimientos de formalización que puedan determinar la expresión arquitectónica.

## 1.2 La forma en relación con el lenguaje



[www.archivo-semiotica.com.ar/Saussure1.gif](http://www.archivo-semiotica.com.ar/Saussure1.gif)

Figura 1.3

Una significación de la forma tiene su origen en la forma lingüística, a este respecto es fundamental la relación de la forma con su significado.

Para Ferdinand Saussure la forma pura en sus aportaciones lingüísticas es la relación entre el significante<sup>18</sup> y el significado<sup>19</sup>, así como la que existe entre los signos, lo cual ejemplifica con el vínculo entre el sonido y el pensamiento en el signo<sup>20</sup> lingüístico, produciendo así una forma y no una sustancia<sup>21</sup>. En el esquema superior podemos observar su esquema sobre semiótica, signo y lengua.

Bajo la teoría lingüística se puede considerar a la forma como un instrumento de comunicación, considerando que el pensamiento antes de la lengua es una "masa amorfa", que no tiene nada que ver con funciones preexistentes, sino que su única función es la de comunicar.

Otra coincidencia de la forma con la teoría lingüística de Saussure es la afirmación de que se debe generar a partir de una organización, un sistema, o una estructura.

18 El término "*significante*" es particularmente utilizado por la escuela estructuralista, a partir de Ferdinand Saussure, eminente lingüista de la ciudad de Ginebra. Saussure dictó un curso en el cual traduce los términos utilizados precedentemente por los pensadores alemanes del siglo XIX.

19 Contenido semántico de cualquier tipo de signo, condicionado por el sistema y por el contexto.

20 Objeto, fenómeno o acción material que, por naturaleza o convicción representa o sustituye a otro.

21 Codel, *La teoría*, 1977, p.78.

Esta Idea lingüística del siglo XX se caracteriza como moderna por la orientación descriptiva, por la prioridad de la lengua oral sobre la escrita, el asumir la importancia de las lenguas independientemente de su grado de desarrollo y por la prioridad otorgada a la descripción sincrónica<sup>22</sup> por sobre los estudios diacrónicos<sup>23</sup>.

Para ejemplificar esta idea lingüística, se debe partir de un esquema primario, el acto individual de la comunicación, el punto de vista del habitante (en donde se da el encuentro entre el concepto o hecho de conciencia), y la imagen acústica o representación de signos lingüísticos. Siendo en tres áreas el acto de comunicación, una los aspectos físicos (ondas sonoras), dos los fisiológicos (fonación audición) y la tercera área los psíquicos (unión de conceptos e imágenes verbales) a partir de lo cual la forma se entiende como sistema.

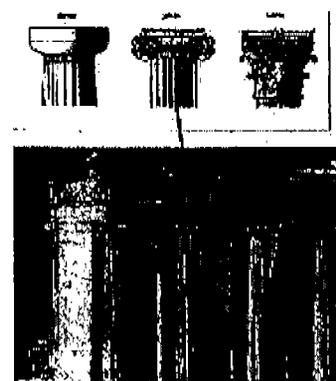
En la Imagen 1.4, se puede ver que formas como los ordenes griegos se establecen como un lenguaje que sigue lineamientos específicos, como una gramática a seguir.

Para Saussure la lengua se ubica en el cerebro de los habitantes, en la suma de las imágenes y sus conceptos; es un objeto psíquico, que tiene una naturaleza concreta, dada por los signos, tiene un lugar real en el cerebro y una gramática, por lo que la lengua es forma y sustancia.

Significado y significante tienen una relación de interdependencia; el vínculo entre ellos es arbitrario, esto quiere decir que no hay una razón para que a determinado significado le corresponda determinado significante y viceversa, prueba de ello es la existencia del mismo significado para distintas lenguas.

Ernest Cassirer en su antropología filosófica sustenta que mucho antes de que el niño aprenda a hablar, ya ha descubierto los medios para comunicarse, las expresiones y sonidos van tomando formas nuevas, ya no son simples reacciones instintivas puesto que se emplean de manera más consciente y deliberada.

Cassirer llega a una concepción triple de la función y el valor del lenguaje: la mítica, la metafísica y la pragmática. En lo que respecta al análisis de cualquier forma simbólica también señala que depende de datos históricos. A partir del siglo XX es opinión admitida que la historia representa la clave para el estudio científico del habla humana, para lo cual es necesario una sistematización para entenderla.



[www.uv.es/~vento/grecia/images/grecia\\_3.jpg](http://www.uv.es/~vento/grecia/images/grecia_3.jpg)

Figura 1.4

<sup>22</sup> Leyes y relaciones internas propias de una lengua o dialecto en un momento o periodo dados.

<sup>23</sup> Fenómenos que ocurren a lo largo del tiempo, en oposición a los sincrónicos.

Gullermo Humboldt efectúa una clasificación de las lenguas, llegando a reducirlas a tipos fundamentales. Para él "las palabras y reglas que, según nuestras ideas corrientes, componen un lenguaje existen realmente tan solo en el acto del lenguaje conexo; tratarlas como entidades separadas no es más que el producto muerto de nuestros chapuceros análisis científicos.

El lenguaje tiene que ser considerado como una energía y no como un ergon. No es una cosa acabada sino un proceso continuo; la labor, incesantemente repetida, del espíritu humano para utilizar sonidos articulados en la expresión del pensamiento."<sup>24</sup>

John Stuart Mill, fundador de la lógica inductiva, sostiene que la gramática constituye la parte más elemental de la lógica, porque representa el comienzo del análisis del proceso mental; por lo que los principios y reglas de la gramática constituyen los medios con los que se hacen corresponder las formas del lenguaje con las formas universales del pensamiento, supone además que un sistema particular de partes de la oración puede poseer una validez universal y objetiva.

Charles Moore<sup>25</sup> dice que la realización formal dirige la atención a las cosas y a sus significados, y que los arquitectos han intentado definir sistemas y formular reglas de proporción y composición que les ayuden a provocar respuestas por parte de la gente, estas respuestas tendrían una relación formal: las que comparten todos (arquetípicas), las que se comparten con una cultura (culturales) y las que son producto de la propia memoria (personales).

También habla sobre las formas arquetípicas que dependen de una antigua dialéctica entre columnas y muros. Generándose sistemas dependiendo de las preferencias culturales por una figura en vez de otra que para el diseñador se llegan a convertir en preferencias personales configurando un lenguaje.

En la historia del lenguaje hay factores que contribuyen al cambio como la derivación natural por cambios de uso y pronunciación, o por medio de una reforma deliberada del mismo por un consenso social.

Entre los puntos de vista de los teóricos del renacimiento, Gombrich<sup>26</sup> califica como una era de corrupción el milenio que va desde la decadencia del Imperio romano hasta las reformas de Brunelleschi, ya que considera que las leyes de la gramática clásica fueron modificadas, surgiendo estilos como el románico y el gótico con sus características particulares y distintivas.

24 Humboldt, *Historia de la lingüística*, digitalizado 2007, p 167.

25 Moore, *neovanguardias y representación arquitectónica*, 2000, p.298.

26 Gombrich, *El sentido del orden*, 1980, p.375.



deriva de una suma de longitudes, anchuras y alturas de los elementos constructivos aunque envuelven el espacio, sino emana proplamente del vacío, del espacio envuelto, del espacio interior, en el cual los hombres viven y se mueven.<sup>31</sup>



Figura 1.6

En la figura 1.6 podemos observar la representación de un campo visual monocular de un hombre recostado a lo largo de un sofá, esta visión esta enmarcada por el arco de las cejas, la nariz y el bigote. La perspectiva en escorzo está basada en un punto estático monovisual, esta experimentación del espacio es realizada por Abdré Barre.

Walter Gropius ve una preocupación mayor en la manera de enseñar en comparación con el pasado, en donde se desarrollaba el aprendizaje del diseño a partir de la experimentación en los talleres, en cambio ahora se aprende a partir de métodos basados en sistemas platónicos, en un tablero de dibujo. Aquello que solía ser un método auxiliar se pretende que sea capaz de producir diseños. De ahí que considere que "mientras nuestros centros de enseñanza sean solo el platónico tablero de dibujo correremos el peligro de crear un proyectista precoz con conocimientos solamente teóricos. La falta de experiencia práctica en obra, en las actividades manuales y en los procesos industriales de la construcción, puede conducir a algunos estudiantes a una aceptación demasiado rápida de las ideas estilísticas corrientes, de las modas y clichés."<sup>32</sup>



Figura 1.7

La arquitectura no esta limitada sólo en el punto desde el que se contempla, se piensa para ser vista de todas direcciones y por las secuencias, por lo que tiene un espacio tridimensional en sí mismo. Las edificaciones permiten acceder a su estructura compositiva interna y externa, a lo que se le puede llamar un espacio<sup>33</sup> contenido.

Esta idea de movimiento es aplicado por Paul Klee en Die scene mi I autenden, en la figura 1.7, por medio de la supresión del punto de vista único y con la introducción de la perspectiva dinámica del espacio a través del ojo móvil de un observador que se desplaza.

El espacio tiene límites físicos, pero por su naturaleza se puede entender como ilimitado e intangible. Sin embargo para existir, tiene que adquirir forma y límites en la naturaleza o por la mano del hombre.

31 Perelló, *Poincaré*, 2000, p. 142.

32 Gropius, *Scope of total architecture*, 1955, p. 8.

33 Espacio es un término o concepto abstracto interesante para filósofos y científicos durante toda la historia de la humanidad. Vagamente designado a un conjunto de entidades abstractas que guardan relaciones de cercanía o adyacencia, aunque su significado varía mucho según al ámbito donde se emplee.

Platón establece dos conceptos, uno referente a lo eterno y otro a lo temporal, que llama modelo y copia. "Uno de ellos como forma modelo, Inteligible y siempre uniforme existente, y el segundo como la copia del modelo, sometido al devenir visible (...), el argumento parece compelerlos (...), una forma que es desconcertante y oscura. ¿Qué propiedad esencial, pues, hemos de concebir que posea? Esta en particular, que sería el receptáculo y por decirlo así la nodriza de todo devenir (...). Mientras que la forma es siempre recepción de todas las cosas, en ninguna parte de ningún modo asume ninguna forma similar a ninguna de las cosas que entran en ella. Por eso es Impuesta por naturaleza como un material moldeable para todo, siendo cambiada y marcada por las figuras que entran en ella, y a a de ellas se presenta diferente en tiempos diferentes."<sup>34</sup>

Existen espacios dinámicos y estáticos, en donde el movimiento desempeña un papel decisivo en la percepción del espacio, en base a esta distinción surgen varias teorías como la de Pauli en la que concebía la percepción espacio/visión en profundidad, como la percepción de una diferencia de tiempo; el tiempo transcurre entre el comienzo del estímulo y la correspondiente acción corporal.

### 1.3 La forma y el movimiento

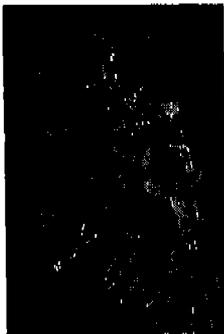


Figura 1.8  
<http://artecoma.com/desnudo-bajando-la-escalera.jpg>

Cuando uno se desplaza a través del espacio implica cambios espaciales y del objeto, continuos y difíciles de captar dentro de lo que comprende el campo visual de un hombre en desplazamiento.

Duchamp en su obra figura 1.8, *Desnudo bajando la escalera* -1912, hace patente la intervención en la concepción del espacio-tiempo. Por su parte Klee incorpora cambios en la forma del espacio circundante mientras es atravesado.

El espacio y la figura que corre plasman esta realidad, como una serie de fases que se superponen, se trata de una experiencia espacial dinámica: una concepción dinámica del espacio en profundidad, que va más allá del campo del análisis matemático del movimiento.

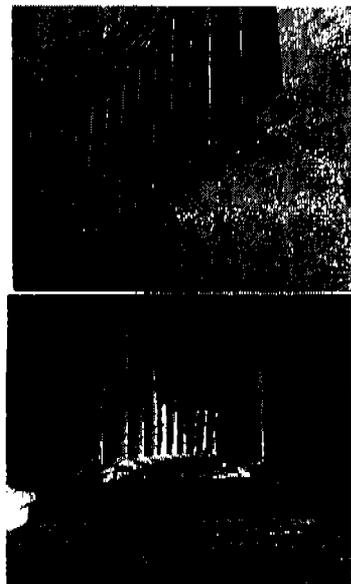
34 Platón, *Obras completas*, 1980, p.125.

Se podría decir que la concepción contemporánea del espacio, se centra en el punto de vista Itinerante del observador que se mueve: el espacio que es absorbido por la mente en movimiento dinámico continuo (desplazamiento).

En un recorrido como el que se puede realizar en la Columnata de San Pedro en Roma, el movimiento a través de la percepción de los cambios de iluminación, de perspectiva, de proporción a partir del acercamiento o alejamiento en el mismo, como lo menciona Duchamp son todos aspectos que intervienen en la concepción del usuario del tiempo-espacio.

Observaciones como la anterior han sido hechas por neurólogos, como Elda. V. Von Weizacker, quien sostiene que la percepción no tiene ningún marco de referencia absoluto y permanente, ya que "hemos aprendido sin introducir una cosa que es simplemente nuestra propia verdad personal e individual. Hoy la investigación individual y la personificación se han convertido en condiciones determinantes de lo que anteriormente era considerado como naturaleza objetiva, totalmente independiente del hombre. Nosotros no solamente existimos en el tiempo y en el espacio, sino que el tiempo y el espacio también existen dentro de nosotros y hay por consiguiente una inevitable interrelación entre la conciencia interna y externa."<sup>35</sup>

Esta idea de los cambios advertidos simultáneamente por el observador y lo observado desempeña también un papel importante en la concepción espacial arquitectónica.



[www.xtec.cat/.../catala/columnata-sant-pere.html](http://www.xtec.cat/.../catala/columnata-sant-pere.html)

html

Figura 1.9



[www.designboom.com/weblog/images/foto\\_big.jpg](http://www.designboom.com/weblog/images/foto_big.jpg)

Figura 1.10



[www.neatorama.com/.../marey-bird-flight.jpg](http://www.neatorama.com/.../marey-bird-flight.jpg)

Figura 1.11

En las figuras anteriores podemos observar en la 1.10 una fotografía de Andrew Davdhazy mostrando el movimiento con una deformación en una de las figuras humanas, mientras en la 1.11 del fotógrafo Étienne-Jules Marey, quien trata de capturar el movimiento mediante fotografías en sucesión.

<sup>35</sup> Weizacker, *The growth of medical knowledge*, 1990, p 161.

Reigl utilizó las ideas polarizadas de visión y tacto, es decir óptica y háptica, que remiten a la función general de los sentidos y no proceden de un estilo específico. El tacto de un objeto confiere su forma plástica, mientras la visión introduce el concepto óptico de su aspecto. Esta categorización visión-tacto (óptica-háptica) trata de la percepción humana generalizada del mundo exterior y es susceptible de ser aplicada de modo universal.

Esta misma idea fue empleada en la matemática moderna por Gilbert de B. Robinson quien define que "nuestro concepto de espacio físico es el reclutado del deseo de ordenar nuestras experiencias del mundo exterior (...). Nuestra experiencia del mundo exterior nos llega a través de los sentidos y de éstos el sentido de la vista y el del tacto parecen ser los más significativos."<sup>36</sup>

Reigl supone que el observador está inmóvil y por consiguiente tiene una concepción espacial estática, el observador ideal está pues clavado a un punto de vista fijo tanto por lo que se refiere al espacio interior como al exterior. En la imagen 1.12 del Monasterio de la Oliva se puede observar que la organización de los elementos configuran una totalidad equilibrada.

En 1983 Schmarsow atiende a la naturaleza íntima de la formación del espacio arquitectónico, desarrolla estudios de observación dinámica, menciona por ejemplo que un edificio debe ser rodeado-recorrido, alrededor de, y su espacio interior debe ser recorrido a través, fue el primero que destacó claramente la concepción dinámica de los espacios conformados. Concluye entonces que "tanto la base como el determinante inalterable en la definición de la arquitectura como arte tienen que ser, pues, la formación del espacio, la arquitectura es modeladora del espacio desde el comienzo hasta el final: su naturaleza se deriva de esta idea."<sup>37</sup>

Nikolaus Pevsner menciona que el propósito del estilo gótico "era el de infundir vida a las masas inertes de mampostería, avivar el movimiento espacial, reducir el edificio a un sistema aparente de líneas de acción nervadas"<sup>38</sup>

La anterior apreciación es metafórica, es quizás Victor Zuckerkandl quien lo explica mejor a partir de la dinámica musical: "Hemos de llamar orden dinámico a aquél en el que cada punto revela su posición dentro de la totalidad. Las cualidades dinámicas de los tonos sólo son comprensibles como manifestaciones de fuerzas ordenadas. Las notas de nuestro sistema tonal son acontecimientos que ocurren dentro de un campo de fuerzas, y, en el momento de sonar, cada tono expresa



<http://www.artaguas.com/gotica>

Figura 1.12

36 Robinson, *the foundations of geometry, digitalizado*, 2007, p 146.

37 Schmarsow, *the monist*, 1904, p.514.

38 Pevsner, *Diccionario de arquitectura*, 1996, p. 412.

la precisa constelación de fuerzas existente en el punto del campo en que el propio tono se ubica. Los sonidos musicales son portadores de fuerzas activas. Oír música es oír efectos de fuerzas."<sup>39</sup>

Equiparando esto a la arquitectura se puede entender que la cualidad dinámica de cada elemento de la forma esta definida y respaldada por la forma en su totalidad, por lo que los elementos se estabilizan entre sí.

Los elementos arquitectónicos como columnas, muros, pisos o techos, cuando interactúan con el visitante tienen relaciones de tensión, escala, secuencia, y demás variantes que el habitante entiende por medio de la concepción espacio-tiempo, que le da el recorrido dentro del espacio.

*"Il movimento genera forma, la forma genera il movimento. Ogni punto, ogni linea, ogni superficie, ogni corpo, ogni ombra, ogni luce e ogni colore sono forme generate dal movimento, che generano a loro volta movimento."*<sup>40</sup>

La cita anterior hace referencia a la teoría de la gestalt<sup>41</sup> en donde las formas que percibe el espectador se relacionan de diferentes maneras, como la ley del cierre que podemos observar en la figura 1.13, en la que la mente añade los elementos faltantes para completar la figura, así como la tensión entre los elementos, esta tensión depende de la colocación o la dirección. Por ejemplo, cuando se colocan una serie de elementos puntuales a la misma distancia en una dirección, dando una columnata, este patrón de ritmo será percibido por el observador como una sola forma y a partir del movimiento entenderá que esta configurada por varios elementos.



[http://elinux1.uoc.edu/~grf/index.php/Usuario:María\\_Sim%C3%B3n/AC](http://elinux1.uoc.edu/~grf/index.php/Usuario:María_Sim%C3%B3n/AC)

Figura 1.13

*La forma ... "No es algo estático, inmóvil, sino algo fluyente y cambiante que se transforma y varía sin cesar."*

La interrelación del hombre con los objetos, es por medio del desplazamiento; de un relativo recorrido direccional hacia delante, atrás o hacia un lado o el otro, en dirección ascendente o descendente, lo que

<sup>39</sup> Zuckerkandl, the sense of music, 2005, p. 106.

<sup>40</sup> Item citado por Marchetti Elena y Rossi Costa Laura, *La torre del fuoco*, nexos 2002, vol 4 No 2.

<sup>41</sup> Es una corriente de pensamiento dentro de la psicología moderna, surgida en Alemania a principios del siglo XX, cuyos exponentes más reconocidos han sido los teóricos Max Wertheimer, Wolfgang Köhler, Kurt Koffka y Kurt Lewin. La mente configura, a través de ciertas leyes, los elementos que llegan a ella a través de los canales sensoriales (percepción) o de la memoria (pensamiento, inteligencia y resolución de problemas). En la experiencia con el medio ambiente, esta configuración tiene un carácter primero por sobre los elementos que la conforman, y la suma de estos últimos por sí solo no podría llevarlos, por tanto, a la comprensión del funcionamiento mental. Este planteamiento se ilustra con el axioma "el todo es más que la suma de las partes", con el cual se ha identificado con mayor frecuencia a esta escuela psicológica.

le da un conocimiento de tipo espacial y un efecto de memorización de su propio recorrido, y su afectación en éste, obteniendo un conocimiento de tipo espacial y formal a partir de un origen visual y kinestésico<sup>42</sup>.

La actividad no visual sino kinestésica encuentra después del proceso mental, una explicación lógica por medios geométricos para formular la forma, siendo ésta un producto creativo con las variantes de los ideales de la época en la que se genera, hay que tener claro que este método de generación de la forma es experimental.

Hay una gran variedad de teorías estéticas, varían desde las que ponen un énfasis en la expresividad, hasta las que van en relación a la forma pura representada en un objeto geométrico.

Por ejemplo para el pintor Wassily Kandinsky<sup>43</sup> la forma puede existir de manera independiente como representación abstracta de un espacio o una superficie. La forma estrictamente no es más que la delimitación de una superficie por otra y tiene un contenido interno del cual es expresión.

Paul Klee por su parte afirma que "toda forma pictórica se inicia con un punto que se pone en movimiento (...). El punto se mueve (...) y surge la línea la primera dimensión, si la línea se transforma en un plano, conseguimos un elemento bidimensional. En el salto del plano al espacio, el impacto hace brotar el volumen (tridimensional) un conjunto de energías cinéticas que cambian al punto en línea, a la línea en plano y al plano en una dimensión espacial."<sup>44</sup>

El arqueólogo e historiador del arte francés Henri Focillon, también concuerda en que la forma no es algo estático o inmóvil, sino algo fluente, cambiante, se transforma y puede variar sin cesar, ya que "la forma puede llegar a ser fórmula y canon, es decir, parada brusca, tipo ejemplar, pero, desde luego, en tal caso resulta ser una vida inmóvil dentro de un mundo cambiante. Las metamorfosis sin fin recomienzan o han de recomenzar fatalmente, el principio de los estilos es lo que tiende a coordinar las formas y estabilizarlas."<sup>45</sup>

Aquí destaca el término estilo<sup>46</sup>, que su función según Focillon es la de definir o regir la forma dentro de un sistema de orden, la cual sin este sistema estaría en constante cambio. La forma es una concreción corpórea, expresa, que cuanto más clara o pura sea y mejor esté

42 Gardiner, *Frames*, 1990, p.84.

43 Kandinsky, *Punto y línea sobre el plano*, 1996, p.58.

44 Klee, *notebooks*, 1992, p. 269.

45 Focillon, *La Vida de las formas*, 1947, digitalizado 2006, p. 35.

46 En arquitectura: decoración, mobiliario, etcétera. Es el sello particular de las obras de un individuo, de una época o de un pueblo.

expresada, tendrá mayor significado y un orden propio se podrá entender en ella. Esto se puede comprobar tanto en las creaciones de la naturaleza así como en las que el hombre crea.

Focillon precisa que "un estilo es también un desarrollo, un conjunto coherente de formas unidas por una conveniencia recíproca, pero cuya armonía se busca, se hace y deshace, en diversidades. Hay momentos, flexiones, indecisiones, cimbreros en los que los estilos están mejor definidos."<sup>47</sup>

Para Juan de la Encina<sup>48</sup> existe un principio formal, refiriéndose a que el estilo califica la forma, siendo esta un contorno, una masa organizada con una delimitación en donde interviene el ritmo que la regulariza, realzando su unidad. El ritmo que pertenece a su vez a un estilo, por lo que el ritmo es un principio de tipo formal y estilístico.

Una idea similar es la que maneja Benedetto Croce *"Otra distinción falaz a la cual se suele transportar el sentido de los vocablos contenido y forma separa intuición de la expresión, la imagen intuitiva de su expresión física y pone de un lado fantasmas de sentimientos, imágenes de hombres, de animales, de paisajes, de acciones y aventura, etcétera, y de otros sonidos, tonos, líneas etc."*

Dentro de la expresión de la forma, la idea de ritmo tiene una connotación numérica pero también geométrica. Sostiene Juan de la Encina que en el siglo XX historiadores del arte consideran al cubismo como el arranque de una nueva arquitectura, de formas fundamentales, abstracta, en la que predomina el rectángulo, el cuadrado, las formas cúbicas y las orgánicas.

El entendimiento de la sociedad contemporánea se ha tornado más complejo por estar inmersa en una cultura mediática, pero además por la aparición de las computadoras y de la variedad de software que da las posibilidades de la manipulación espacial.

A esto se suman los medios digitales con una oferta de información y actividades a través de un solo aparato, la computadora, y de un solo medio, la Internet.

Todo ello forma parte de la denominada sociedad de la Información que tiende a depender de la tecnología, así como de la capacidad y habilidades de cada persona para generar conocimientos y desarrollarlos a partir de información, tecnología y cultura.

<sup>47</sup> Focillon, *La vida de las formas*, 1947, digitalizado 2006, p. 68.

<sup>48</sup> Encina, *El Estilo*, 1977, p. 16.

Esta evolución de la tecnología, ha tenido afectaciones en los sistemas de producción y consumo, lo que define el marco referencial que se manifiesta como un producto. También ha variado la concepción de la vida, inmersa en una esfera virtual y en un mundo real al mismo tiempo, y estos dos en una relación de movimiento continuo.

En la generación de la forma, el concepto de movimiento no es nuevo como ya se ha visto en párrafos anteriores. Cualquier elemento que compone el objeto arquitectónico sufre afectaciones al ser entendido por el espectador que se encuentra en movimiento dentro del espacio, al acercarse, alejarse o rodearlo, este elemento puede ser percibido en relación a toda la composición o como elemento individual.

Broadbent George<sup>49</sup> en su lenguaje de la arquitectura menciona las formas irregulares, definiéndolas como aquellas en las que sus partes son desiguales en sus características y no tienen vínculos. Por lo general se consideran asimétricas y más dinámicas que las regulares. Cualquier forma puede percibirse como una transformación de los sólidos platónicos, que son el resultado de la manipulación dimensional, de la adición o sustracción de los siguientes elementos:

Transformaciones dimensionales, que se dan mediante la modificación de sus dimensiones aunque, no por ello pierde su identidad de familia geométrica.

Transformaciones aditivas, que pueden llevarse a cabo por medio de la adición de elementos en su volumen inicial y que supondrá la conservación o la modificación de la identidad original de la forma.

Transformaciones sustractivas, mediante la sustracción de una parte del volumen de una forma que implica su modificación; el alcance de esta sustracción condiciona que la forma conserve su identidad original o, por el contrario, la pérdida y cambio de familia geométrica.

El criterio de posición de la forma en relación con el tiempo, se refiere al espíritu del tiempo de una época específica en la que se han dado diferentes estilos artísticos en el área del diseño, que debe relacionarse con un criterio de posición en el espacio, esto es la composición de la forma de donde se derivan cuatro maneras de diseño o composición:

Programático: se obtiene de la forma mediante la práctica, es decir se obtienen resultados y se verifican, se hacen los cambios necesarios, se vuelven a verificar y así sucesivamente hasta obtener la forma del diseño óptimo, mediante ensayo y error.

---

<sup>49</sup> Broadbent, *El lenguaje*, 1984, p. 48.

Tipológico o icónico: es aquel que se compone por imitación de los diseños existentes. En las culturas primitivas por ejemplo, suele estar relacionado a una leyenda, tradición, a las canciones de trabajo que describen el proceso del diseño o por la adaptación mutua que ha tenido entre el estímulo de vida y la forma del edificio.

Analógico: la composición o diseño toma de un modelo o imagen ciertas características para su desarrollo, pero nunca es una copia fiel. En él se aportan analogías (normalmente visuales) a la solución de los problemas de diseño. Se cree que comenzó con Imhotep (hacia 2800 a.C.), cuando diseñó el complejo en que se encuentra la pirámide escalonada de Sakkara. La analogía también parece ser el mecanismo de la arquitectura "creativa"; gran parte de la arquitectura del siglo XX ha recurrido a la pintura y la escultura como fuente de analogías (el constructivismo, el purismo de Stein), aunque también se pueden extraer analogías del propio cuerpo humano (analogías personales) y de conceptos filosóficos abstractos (como la preocupación actual por el indeterminismo).

Canónico: (geométrico) las retículas y ejes son la base del diseño, se busca la abstracción de los sistemas que se dan junto con la proporción.



[www.univie.ac.at/ideasphil/projekte.htm](http://www.univie.ac.at/ideasphil/projekte.htm)

Figura 1.14

La forma como elemento simbólico tiende a ser asociada con elementos de la vida real, hay edificios que se dice que parecen árboles, pantalones, el usuario tiende a asociar objetos de la vida cotidiana con formas arquitectónicas; el asignarle un nombre a un objeto es un acto de abstracción y de inducción, el nombrar algo se relaciona con la intención. Estos apelativos que se le asignan a las formas arquitectónicas no siempre tienen que ver con su configuración exterior en ocasiones tienen que ver también con la función.

Esta idea de abstracción<sup>50</sup>, como generadora de una forma rigurosamente geométrica, estructurada según leyes de regulación, pretende encontrar un orden que rijan la forma natural.

<sup>50</sup> La abstracción (en latín *abstrahere*, separar) es en filosofía una operación mental por la que una determinada propiedad de un objeto se aísla conceptualmente, a efectos de reflexionar sobre ella sin tomar en consideración otros rasgos de aquel que momentáneamente se desea ignorar. Si, a partir de la reflexión o la comparación de múltiples objetos, la propiedad que se aísla es lo que se considera común a sí mismos.

Worringer en su texto *Abstracción y empatía*, sugiere que el espacio debe ser eliminado ya que requiere de una actividad subjetiva importante para entenderlo (al recorrer el espacio se percibe por medio de los sentidos) lo cual es un obstáculo para la abstracción, la que se puede entender fácilmente mediante la observación de la forma.

El mismo Worringer concluye que hay que "reproducir las cosas exteriores en su individualidad material, tomando la naturaleza como modelo y suprimiendo todo lo que pudiera enturbiar y debilitar la expresión de individualidad."<sup>51</sup>

#### 1.4. La forma-materialidad

La teoría del hilemorfismo de Aristóteles, seguida por los escolásticos, es de las primeras que menciona el tema de la forma-materialidad, según el cual todo cuerpo se encuentra constituido por dos principios esenciales, que son precisamente materia y forma.

Para Aristóteles la forma era una causa determinante de las cosas, refiriéndose a la causa formal, creyendo que no actuaba sola sino en conjunción con otras tres causas: la material, siendo aquello de lo que está hecha la cosa; la eficiente, con lo que está hecha la cosa; y, la causa final, aquello para lo que está hecha la cosa.

La materialidad según la teoría kantiana es la idea de "materialidad-captación", en donde se sustenta que no hay separación en esta dualidad igual que en la teoría aristotélica.

La distinción entre materia y forma no tiene ambigüedad, considerando que no puede existir forma sin materialidad.

Existen muchas posturas en relación a la materia y forma, como la de Eugenio D'Ors quien sostiene que "estilo es un repertorio de dominantes formales, en que se traduce un *éon* o constante propiamente dichos, que no desaparecen en la evolución de la humanidad. Llamamos técnicamente a estos, estilos de cultura."<sup>52</sup>

La visión de Eugenio D'Ors tiene algunos inconvenientes al explicar esta definición de estilo, ya que la desliga del espacio y tiempo, marcando también un juicio de valor sobre lo que él denomina estilos históricos y estilos culturales, en uno diciendo que el uso de elementos del pasado es un plagio y en el otro permitiéndolo y aprobándolo.

51 Worringer, *Abstraction and empathy*, 1997, p 49.

52 D'Ors, *Las ideas*, 1966, p. 58.

En cambio, para David Chipperfield la forma surge como consecuencia de la dinámica entre la idea conceptual, la materia y el método constructivo; estos tres elementos configuran el espacio, entendiendo el objeto como un sólido que posee forma y estructura. Considera como base la formulación del espacio, por lo que el crear el espacio debe ser siempre lo central; entonces la relación entre el espacio, la estructura, el material y la forma, generan un diálogo propio en cada proyecto, que inicia con una secuencia de ideas que se resuelven en la materialidad del objeto arquitectónico.

Hesselgren<sup>53</sup> en su teoría sobre el lenguaje de la arquitectura, se refiere a la forma visual, al color, la percepción de la iluminación y la textura como las percepciones visuales producidas por estímulos de tipo ópticos. Considera tres direcciones pregnantes<sup>54</sup> principales, que son la extensión en altura, la extensión, ancho y profundidad. Menciona fenómenos de pregnancia de la línea recta, el ángulo recto, la línea curva continua así como del fenómeno de figura-fondo y de las leyes de la gestalt.

Otra característica importante es el color de las superficies de las formas, en referencia a lo que lo rodea, es la relación de color de fondo y forma. Existen características como la transparencia, brillantez y otras referentes al color que afectan la percepción que del objeto se tenga. A esto hay que agregar los atributos de la intensidad de la luz percibida, como el deslumbramiento, la dirección de la luz, el resplandor o las sombras. Por lo tanto el color se considera como una condición mitad visual y mitad óptica.

Louis Kahn, en su texto *La forma y el diseño*, menciona que la arquitectura tiene límites, ya que "la forma es el 'qué', el diseño el 'cómo'. La forma es impersonal, el diseño pertenece al diseñador.

"Diseñar es un acto circunstancial (...) la forma nada tiene que ver con las condiciones circunstanciales. En arquitectura caracteriza una armonía de espacios adecuados para cierta actividad del hombre."<sup>55</sup>

---

53 Hesselgren, *Lenguaje*, 1976, p. 125.

54 La pregnancia semántica modulada fundamenta un modelo explicativo de los procesos de lectura de imágenes y, por extensión, de cualquier tipo de texto. Este modelo define el resultado del proceso de lectura de una imagen como una macroestructura semántica. La construcción de esta macroestructura está regida por el principio de búsqueda de una gestalt proposicional que suponga, para el lector, la cantidad de información más reducida que permitan las condiciones dadas. Así, en el proceso de lectura, el cálculo sobre la cantidad de información determina el sentido de dicha información. Este principio general está modulado, en cada proceso de lectura concreto, por diferentes tipos de cláusulas y excepciones que son señaladas, al lector, a través de diversas clases de marcas adscritas/inscritas en la imagen/texto.

55 Kahn, *Lo bello y lo sublime*, digitalizado 2007, p 78.

Continúa afirmando que "la forma da sentido al diseño (...), el diseño induce a la concepción de la forma. Esta interacción en arquitectura, constituye una fuente constante de estímulo (...). La forma se define como aquel conjunto de valores que influye en el significado: recíprocamente, el significado se define como el conjunto de valores susceptibles de ser modificado según los cambios que tienen lugar en la forma."<sup>56</sup>

El diseñar se puede considerar como un acto circunstancial ya que depende del sitio, del dinero que se disponga, del cliente, y otras variables, mientras la forma nada tiene que ver con estas condiciones.

Pensando en la forma material de los objetos se puede citar a Reinhold Howard, quien sostiene que dicha forma material es la disposición o continuación física material-espacial del objeto, que está integrada por componentes menores y mayores, es transformable de modo continuo, a velocidades variables, a causa de la acción de factores externos e internos, por lo que integra un complejo de rasgos diversos cuya variedad corresponde a los sentidos que son afectados, ya sean formales, visuales, táctiles, auditivos, olfativos con los cuales se puede diferenciar la configuración del objeto como color, transparencia, textura, etcétera.

Ignasi Solá Morales en su Introducción al libro de Franco Fonatti sobre los principios fundamentales de la forma, hace una reflexión en la que menciona a John Ruskin y su investigación sobre formas arquitectónicas derivadas de formas de la naturaleza. Mientras su contemporáneo Eugène Viollet le Duc, fundamenta la forma de la arquitectura en base a la correcta configuración geométrica. Por su parte Fonatti hace una propuesta basado en algunas formas geométricas elementales, como el círculo, el cuadrado o el triángulo, y con ellas inicia un inventario razonando su presencia en arquitecturas actuales y en ciertas arquitecturas del pasado buscando una explicación en el comportamiento y generación de la forma.

En la naturaleza de las ideas según Platón, la forma debería ser entendida en términos de entidades matemáticas, de manera que al describir las figuras trazadas, siendo estas solo puntos que hacen una figura, no son espaciales, sino son lógicas por lo que no ocupan espacio. Se puede decir que para Platón la forma del círculo existe, pero no en el mundo físico del espacio y tiempo, sino en el abstracto de las matemáticas.

De ahí que Platón manifieste que "un objeto que existe en el mundo físico puede ser llamado círculo, cuadrado, triángulo" al igual que "un objeto es bonito porque participa de la idea o forma de belleza."<sup>57</sup>

<sup>56</sup> Kahn, *Lo bello y lo sublime*, digitalizado 2007, p 78.

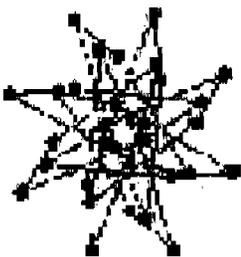
<sup>57</sup> Platón, *Obras completas*, 1980 p 183.

Se puede hablar de la existencia de dos universos: el sensible y el de las ideas; el primero contiene todas las cosas que se ven, se oyen, se tocan, es decir todo aquello que es percibido por los sentidos humanos y que son cosas efímeras y cambiantes. El segundo o de las ideas, es un cielo poblado de entes perfectos, inmutables y eternos, que son las esencias o ideas de las cosas terrenas.

El mecanicismo<sup>58</sup> filosófico refiere a un mundo corpóreo formado por una masa material, inerte y homogénea que se transforma por movimientos del exterior que agitan partes de su masa haciéndola cambiar. Otra derivación de este mecanismo es el genérico, cuyo representante es Descartes, quien considera que hay propiedades que se atribuyen a las cosas, pero que en realidad son una mera consecuencia de la construcción física de los sentidos y hay otras propiedades que pueden ser descritas matemáticamente. Esta descripción es de tres sentidos: longitud, ancho y profundidad, como características geométricas cuantitativas. Por otro lado en ese mundo físico todo es consecuencia de los cambios dados con anterioridad (causalidad eficiente) y no de una supuesta causalidad final inscrita en las cosas.

El mecanicismo atomista que comienza con Lucipo y Demócrito (siglos V y VI a.C.), plantea que los átomos son partículas materiales indestructibles, desprovistas de cualidades, que solo se distinguen por la forma y dimensión así como por las combinaciones del vacío, que constituyen diferentes cuerpos.

En la Edad Media, se mantiene la doctrina por Guillermo Coches y Nicolás de Hauntecourt, siglos XV y XVI, se renueva con Gassendi en el siglo XVII quien dice que la materia es en cambio discontinua, que esta compuesta por corpúsculos invisibles o átomos separados por el vacío.



El dinamismo<sup>59</sup> tiene como representante principal a Leibniz, quien basa su teoría en una partícula elemental que denomina *mónada* de la cual se constituyen todos los seres, teniendo como cualidad que es un elemento activo, con características de unidad, simplicidad, inmaterialidad, indivisibilidad, en extensión y actividad con lo que da una explicación adecuada a lo real.

[www.temakel.com/textfile/leibniz.htm](http://www.temakel.com/textfile/leibniz.htm)

Figura 1.15

58 Concepción que cree posible explicar la realidad en términos de materia, movimiento local, leyes naturales estrictas y determinismo.

59 Del griego *dinamis*, fuerza o actividad. El término tiene distintos sentidos en el vocabulario filosófico, en su más amplio significado se entiende por dinamismo lo opuesto a estatismo. Dinámico indica movimiento, devenir, mutabilidad; para el dinamismo el ser es algo que está en constante hacerse, en perenne actividad y cambio. La significación de dinamismo, como movimiento, es la que ha pasado a la física, en la que una de sus partes, la dinámica, se dedica al estudio de las perezas y de los movimientos por ellas producidos (frente a la estadística que se ocupa de los equilibrios de fuerzas).

---

Otro de los más destacados dinamistas como Rouder Yossif Boscovich, deja un esquema dinámico con Influencias de Newton para intentar explicar la gravitación universal a partir de la monadología de Leibniz, pero difiriendo en algunos puntos, ya que sostiene que el monadismo sólo se extiende a los seres corpóreos.

La representación geométrica tiene relación con el aspecto matemático generando relaciones para la escala o la proporción, por ejemplo la referencia a la perspectiva de tipo lineal que se da en la pintura, como por ejemplo las escalas relativas en un espacio euclidiano, en este tipo de representaciones se pueden crear ilusiones por medio de la disminución en el sistema perspectivo.

Gaspard Monge le da valor al dibujo geométrico por medio de procedimientos gráficos y matemáticos que en años posteriores, se puede observar una prevalencia del análisis algebraico en el mundo cartesiano.

Baudeliere tiene una búsqueda en la pintura, que en 1900, por el desarrollo de la vida moderna marcada por una nueva tecnología energética, transporte, comunicaciones y por propuestas innovadoras sobre el tiempo y el espacio, se desarrolla el cubismo que aporta una nueva situación en el arte.

Esta tendencia con Pablo Picasso y George Braque, propone la disolución del espacio perspectivo suprimiendo la organización de la pintura en profundidad, inclinándola sobre la vertical y sustituyéndola del campo de percepción óptica directa, dando lugar a una transparencia e intangibilidad que marca una concepción del espacio.

Sus innovaciones fueron algunas veces interpretadas por Bernhard Reimann con la geometría no euclidiana.

En el siglo XX los pioneros del modernismo en Francia, Italia, Rusia y otros países, buscan otros caminos, que se relacionan con la geometría euclidiana, como la cuarta dimensión y las ilusiones de imágenes en tres dimensiones en el espacio.

Se cuestionan los diferentes niveles de relaciones de conocimientos, se hacen intentos de que las matemáticas y la cosmología se representen por medios visuales con herramientas concretas para visualizar la cuarta dimensión, y la aplicación de la tercera dimensión con parámetros sensoriales y espaciales que van más allá de los cuerpos y las mentes, viéndose limitadas por las técnicas de representación disponibles en ese momento.



Por ejemplo el *hipercubo* de Hinton, es un símbolo de los espacios en relación a las matemáticas, estas teorías fueron adoptadas por algunos pintores como Salvador Dalí, lo cual se puede ver claramente en su *Cristo sacramental*, con el cuerpo transfigurado ambiguamente con las manos de los cubos de Hinton, que flotan delante de la virgen, también del pavimento decorado en forma de 3d cubo.

Para Edmond Bacon<sup>60</sup> la forma es la manera de disponer y ordenar los elementos para que el resultado sea coherente, en referencia a la estructura interna, al contorno exterior y la unidad. Se refiere también a la diferencia que es la masa o volumen tridimensional y el conjunto que es la apariencia formal, en base a líneas y perfiles que la delimitan. Un punto importante que toca es el relacionado con las formas ordenadas por estructuras, que en ocasiones pueden dar variantes formales y en otras sirve para homogenizar las formas que ya existen. Por lo que para Bacon "la forma arquitectónica es el punto de contacto entre la materia y el espacio. Formas arquitectónicas, texturas y materiales, modulación de la luz, color, todos ellos se combinan para inyectarse una cantidad o espíritu que articula el espacio."<sup>61</sup>

Para William Scout Robert<sup>62</sup> la forma se percibe por contraste en el campo visual. Aquí entra la idea del esquema figura-fondo, siendo la estructura básica de las percepciones. Esto se aplica a la organización del diseño en el problema de la forma y la composición. Para William Scout Robert la "forma es la cualidad de cosa individual que surge de los contrastes de cualidades. Es lo que distingue cada cosa y sus partes perceptibles. Relación particular entre tres factores: configuración, tamaño, posición."<sup>63</sup>

Un autor que es importante mencionar es Bruno Zevi quien refiere que la forma "puede llegar a ser fórmula y canon, es decir, parada brusca, tipo ejemplar; pero, desde luego, en tal caso resulta ser una vida inmóvil dentro de un mundo cambiante. Las metamorfosis sin fin recomienzan o han de recomenzar fatalmente, el principio de los estilos es lo que tiende a coordinar las formas y estabilizarlas."<sup>64</sup>

Se puede entender que Zevi hace referencia al estilo mismo que contiene el cambio de las formas, que se entienden como algo cambiante, pero siempre dirigidas por una serie de reglas.

60 Bacon, Edmond N, "The design of cities", en Ching, *forma, espacio y orden*, 1999, p.86.

61 Bacon, *Ensayos*, 2004, p. 168.

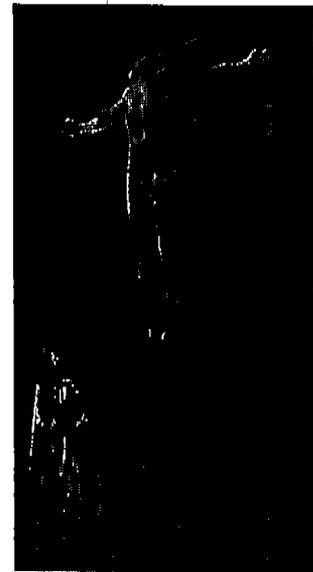
62 William, *Fundamentos del diseño*, 1995, p. 74.

63 William, *Fundamentos del diseño*, 1995, p. 74

64 Zevi, *Saber ver la arquitectura*, 2000, p. 23.

www.math.ohio-state.edu/~fledorow/  
math655/hypercube.html - 8k -

Figura 1.16



www.mcs.csu Hayward.edu/.../surrealism/  
dali1.jpg

Figura 1.17

Otro autor que desarrolla este tema sobre el estilo es Focillon, para el cual "un estilo es también un desarrollo, un conjunto coherente de formas unidas por una conveniencia recíproca, pero cuya armonía se busca, se hace y deshace, en diversidades. Hay momentos, flexiones, indecisiones, cimbreros, en los estilos mejor definidos."<sup>65</sup>

Las matemáticas modernas generalizan y formalizan los conceptos de simetría geométrica, conocimientos básicos de la idea de grupos de transformaciones geométricas. Por medio de sistemas geométricos como las transformaciones de simetría (traslación, rotación, reflexión y composición) se logran modificaciones en la forma.

Para otros estudiosos como Kepler, la arquitectura es un sistema heliocéntrico de integridad geométrica, se basa en estudios de Copernico y Platón, para dar una nueva visión de formas a partir de su visión de la astronomía.

En cuanto a las contribuciones de tipo cartesianas, se dan aportaciones logrando que algunas cosas se describan abstractamente o por medio de fórmulas matemáticas.

Otro elemento interesante es el uso de la vertical como directriz de la forma. En general la vertical es un principio organizador. En el siglo XIX, Paul Cezanne Interrumpe esta dominación de la vertical al usar paredes oblicuas sin que exista una razón aparente.

Hay que considerar que la línea vertical es en general una línea en movimiento, hacia abajo y hacia arriba; dirigida hacia abajo como representación de la ley de gravedad y hacia arriba como un lazo de unión con el cosmos.

En cuanto a la vertical y sus relaciones, en la concepción egipcia se encuentra arraigada, con consideraciones de tipo geométrico y aritmético, en un pasaje de *La República* de Platón, quien expuso el concepto de geometría que puede ser considerado completamente egipcio en el sentido de las relaciones entre la geometría y la forma de las pirámides; se cree que Platón aprendió esto al ser iniciado en el sacerdocio heliopoltano<sup>66</sup>. Platón habla del uso práctico de la geometría para trazar un lugar, para luego abordar su verdadera finalidad:

---

65 Focillon, *la vida de las formas*, 1948 digitalizado 2006, p 57.

66 Según la cosmogonía heliopoltana al principio sólo existía el agua primigenia, el caos. El sol, Atum una de las formas de Ra, el sol del atardecer, se autocreó y de su saliva, según unas fuentes, o de su masturbación, según otras, siguieron Shu diosa del aire y Tefnut, diosa de la humedad, quienes engendraron a Geb, dios de la Tierra y Nut diosa de los cuerpos celestes. Los textos referentes a la creación según el mito heliopoltano se encuentran fundamentalmente en "los textos de las pirámides" y el papiro 101988B del Museo Británico, conocido como papiro Bremner-Rhind. Estos nueve dioses formaban la gran Eneáda o Ebeáda de Hellópolis.

"El objeto real de todo estudio es puro conocimiento (...) el conocimiento de lo que siempre es y no de algo que alguna vez participa en el ser y desaparece (...), la geometría es el conocimiento de lo eternamente existente (...) tiende a atraer el alma a la verdad."<sup>67</sup>

También la vertical puede ser concebida aisladamente, viene indicada por auxiliares a los cuales está inseparablemente unida: la horizontal y el ángulo de noventa grados que media entre ambas. De la interdependencia de estos tres componentes surge el triángulo rectángulo, compuesto por una línea vertical y una horizontal con los puntos extremos unidos. Esto encierra un nuevo elemento: el plano.

El teorema que lleva el nombre de Pitágoras, tiene por objeto establecer las relaciones entre líneas y planos más allá de las inmediatamente apreciables a la vista. El triángulo rectángulo forma el punto de partida tanto de tal teorema como de la sección áurea.

La horizontal es considerada como la línea de reposo, denota la base, la igualdad. Esta posición se identifica con Geb el dios de la tierra egipcio y la posición vertical con Shu el dios del aire, que les separaba de la diosa del cielo Nut; la vertical y la horizontal juntas, considerándose una la contraria de la otra.

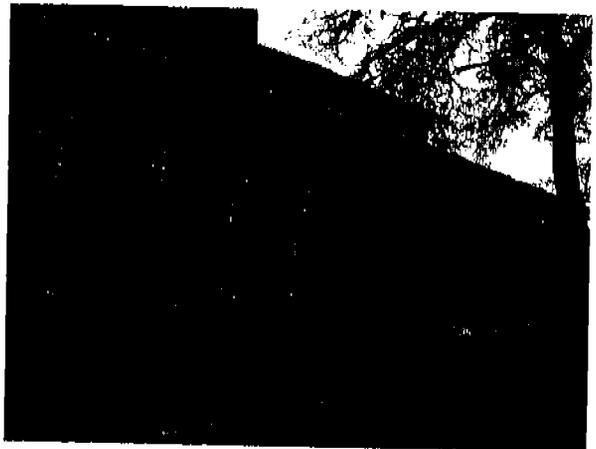
Figura 1.19

[www.elmendon.com/.../images/catedra-leon.jpg](http://www.elmendon.com/.../images/catedra-leon.jpg)



[www.fuentearebollo.com/.../Paromubio/Foto-2.jpg](http://www.fuentearebollo.com/.../Paromubio/Foto-2.jpg)

Figura 1.18



La vertical como principio organizador universal, desde el reconocimiento de su existencia, ha prevalecido hasta nuestra época.

Saenredam crea ilusiones convincentes de formas en el espacio, la mayoría son espacios largos y planos de pinturas de superficie. Transforma el límite de apariencia en temas de interiores sacros. La geometría es la sensata luz que pasa a través de las realizaciones matemáticas del espacio que dan una impresión visual de la arquitectura.

<sup>67</sup> Platón, *Obras completas*, 1980, p. 527.

## 1.5 Creencias y Religiones

Existen religiones como el Budismo<sup>68</sup>, según el cual se afirma que tanto nuestra realidad interior como el mundo externo, están siempre en un estado de cambio permanente. la estabilidad, en los átomos, en los objetos, o aún en nosotros mismos es una ilusión. es así que todas las situaciones, todas las entidades, todos los pensamientos y todos nuestros estados de ánimo, toman fuerza, se deterioran y desaparecen.

Para el Budismo, todos somos seres cambiantes en un mundo cambiante. Al no existir una esencia de la persona y en vez de ello, el individuo como un complejo de cuerpo-mente, al cual le afectan un flujo de fenómenos independientes que se denominan *darmas*. Estos fenómenos son clasificados en cinco grandes grupos los que llaman "*los cinco agregados*" o *skhandahas*:

Foma y cuerpo (*Rúpa*), lo que incluye no solo el cuerpo en sí, sino además la propia imagen que se tiene de él.

Sentimientos y sensaciones (*Vedaná*) que son "datos" o "información pura" recibida a partir de los cinco sentidos y de la mente, clasificándose en agradables, dolorosos y neutros.

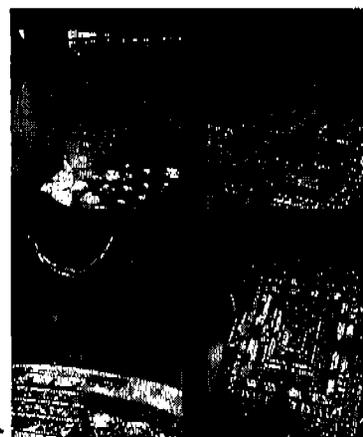
Percepción y memoria ( sánscrito: *Vijñaná*, páli: *Sankhára*) impulsos de la voluntad, significa confección, creación, formación, hacer. Es la construcción de la presentación o de la experiencia subjetiva del objeto percibido.

Consecuencia ( sánscrito : *Vijñána*, páli: *Vijñána*) es un acto de atención o respuesta de la mente en el que el conocimiento del objeto se hace consciente en nosotros. Esta consecuencia desaparece y resurge cambiada de un instante a otro, este constante movimiento genera insatisfacción o sufrimiento al no poder controlar como esos objetos percibidos aparecerán.

El Budismo se remonta al S VIII a.C. , se menciona desde sus inicios que existe una realidad última, que llaman *Osvara*, en la que reside una fuerza que denominan *maya* de la que emana el Universo que percibimos. Este Universo y todo lo que contiene no es más que algo ilusorio no real, el creer que existe de verdad es sólo el fruto de la ignorancia. De ahí que las formas de las cosas, son únicamente fantasías.

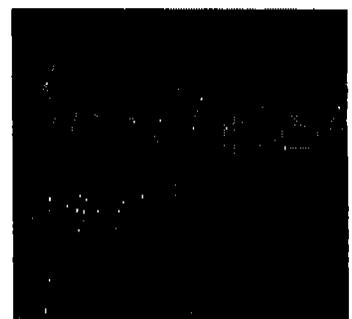
Para entender mejor estas ideas se citará a continuación el llamado sutra del corazón.

<sup>68</sup> Es la religión, la filosofía y discutiblemente la psicología, desarrollada a partir de las enseñanzas difundidas en el norte de la India por Siddharta Gautama, conocido como Buda, alrededor del siglo V a.d.C.



sepiensa.org.mx/.../2004/L\_mandala/mandala\_2.

Figura 1.20



sepiensa.org.mx/.../2004/L\_mandala/man-  
dala\_2.htm.

Figura 1.21

*El Bodhisara de la compasión, cuando meditaba profundamente, comprendió la vacuidad de las cinco sendas y rompió las ataduras que le ocasionaban sufrimiento.*

*Así pues, la forma no es más que vacuidad, la vacuidad no es más que forma, la forma no es mas que vacuidad, la vacuidad sólo es forma.*

*Sentimiento, pensamiento, voluntad, hasta incluso la coincidencia son todo lo mismo.*

*Todo es parte de la vacuidad que ni nace, ni se destruye, ni está manchada, ni es pura, ni aumenta, ni disminuye.*

*Así en la vacuidad no existe forma, ni sentimiento, ni pensamiento, ni voluntad, ni tan siquiera la coincidencia.*

*Ni vista, ni oído, ni olfato, ni gusto, ni cuerpo, ni mente; ni color, ni sonido, ni olor, ni sabor, ni tacto, ni nada a lo que la mente pueda aferrarse, ni siquiera el hecho de sentir.*

*No existe el sufrimiento, ni la causa del sufrimiento, ni el cese del sufrimiento, ni camino noble que aparte del sufrimiento. Ni siquiera sabiduría que conseguir la consecución también es vacuidad.*

*Así pues, conoce el Bodhisara, sin nada a lo que aferrarse morando en la sabiduría Prajña únicamente, se ve liberado de los obstáculos engañosos y del temor por ellos engendrado. Alcanzando el más puro Nirvana.*

*Todos los Budas del pasado y del presente, los Budas del tiempo futuro, usando esta sabiduría Prajña alcanzan la Visión completa y perfecta.*

*Escucha, pues, el gran dharani, el mantra radiante e incomparable, el Prajñaparamita, cuyas palabras alivian todo sufrimiento. Escuchalo y cree en su verdad.*

Por otro lado, en el S XVIII, el obispo Berkeley sostenía que pensamos que las cosas existen porque las vemos, tocamos y como ellas proporcionan sensaciones, creemos en su existencia; por ello percibir las cosas y sus formas sería como soñar un sueño que como tal existiría únicamente en nuestra mente.

En este mismo siglo los filósofos racionalistas creían que el fundamento del conocimiento residía en la mente, mientras los empiristas sostenían que existía una creación continua, planteando que el conocimiento provenía de las percepciones, Kant hace una meditación a este respecto, considerando, que la adquisición de conocimientos dependiente en tanto de la razón como de la percepción.

Según Kant, todo lo que vemos del mundo se nos presenta como un fenómeno regido por la ley de causalidad y que acontece en el tiempo y en el espacio son disposiciones innatas de la razón. Jhon Locke tiene otra postura, en el siglo XVII este filósofo expuso su teoría de que las cosas poseen cualidades inherentes, tales como configuración, peso, movimiento, número, que son reproducidas por los sentidos, y acerca de las cuales todos lo que las perciben están de acuerdo, pues se tratan de propiedades de las cosas mismas. Locke llamó a estas sensaciones "cualidades primarias de los sentidos" pero afirmó que hay otras sensaciones, a las que denominó "cualidades secundarias de los sentidos" como el color, sabor o sonido, que no reflejan de modo personal la influencia de la realidad sobre los sentidos de cada ser, dependiendo esto de la construcción del apartado sensorial de cada individuo.

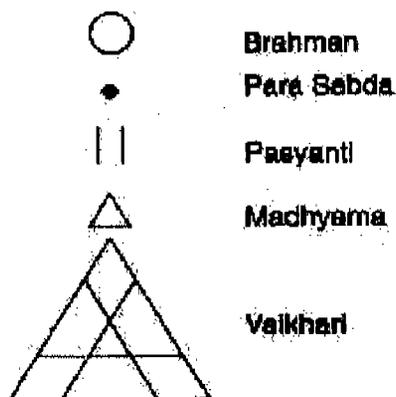


Figura 1.22

[sepiensa.org.mx/.../2004/1\\_mandala/mandala\\_2.htm](http://sepiensa.org.mx/.../2004/1_mandala/mandala_2.htm)

Por su parte los hindues hablan de una antigua fuente de toda la cosmogonía, llamada el libro de Dzian, que en su representación gráfica comienza con un círculo, luego un punto, a continuación dos líneas paralelas. Esto simboliza la secuencia en el desarrollo descendente o condensante del sonido hacia las formas cósmicas.

En donde el círculo representa a Brahman, que es la unidad indivisible indiferenciada de Dios, previa a la formación de los mundos. El punto corresponde a Sabda, la palabra que irrumpe como primera vibración en pulsaciones dentro del útero cósmico. Entonces, este punto es la semilla germinal en el proceso del devenir.

Siguiendo este proceso creativo, la próxima emanación se llama Pasyanti, los textos hindues, y se representa geométricamente como dos líneas paralelas. Pasyanti es una octava ligeramente mas densa de la vibración del sonido. Es el estado dentro del cual son reveladas las relaciones y significados de todos los sonidos de la consciencia.

El siguiente paso del sonido primordial se llama Madhyama, a este nivel existen suficientes ejes direccionales para hacer posible la triangulación. Esto representa el patrón fundamental de las corrientes sonoras que se diversifican como formas. La comprensión del sonido en el estado de Madhyama ofrece una visión intuitiva. El escuchar a este nivel significa que estamos percibiendo el sentido más allá de la superficie externa del objeto o patrón de pensamiento.

Finalmente llegamos al sonido Valkhari, este es el plano del sonido audible, tanto en la naturaleza como en el lenguaje articulado y correspondiente al último estado en la densificación de sonido causal. Varía de acuerdo al medio de transporte. Valkhari opera al nivel de la llamada materia física, y es la versión más diversificada del sonido original. Allí encontramos los sonidos de las palabras y letras usadas a diario. En resumen, como se dice en el Yoga Kundalini Upanishad:

*"Aquel Vac ( palabra) que germina en para, hecha hojas en Pasyanti, brota en Madhyama y florece en Vaikhari"*

En oposición a las ideas anteriores y al igual que el obispo Berkeley mencionado en párrafos anteriores, hay otros autores que coinciden con él, en que las cosas existen en un único Universo, el nuestro y este Universo es el verdadero, el real, se derivan de esta misma idea tres líneas de pensamiento.

La primera línea surge en el siglo XVIII, con los filósofos racionalistas que creían que el fundamento del conocimiento residía en la mente, mientras los empiristas sostenían una creencia contraria, planteando que el conocimiento proviene de las percepciones. Como podemos recordar Kant dice que todo lo que vemos del mundo se nos presenta en forma de un fenómeno regido por la ley de la causalidad y que acontece en el tiempo y espacio, que tanto la relación causa-efecto, como el tiempo y el espacio, son disposiciones innatas de la razón, y por lo tanto previas a toda experiencia, que moldean las sensaciones provenientes del exterior. Este razonamiento llevó a distinguir las cosas en sí mismas de las que nunca se podría saber completamente que son, y cuando se habla de percepciones, las cosas se construyen por el sujeto cognoscente<sup>69</sup>.

La segunda línea de pensamiento es una postura que surge en el siglo XVII por el autor John Locke, en donde las cosas poseen cualidades inherentes, ya mencionadas con anterioridad.

---

<sup>69</sup> La función del sujeto cognoscente consiste en objetivar, es decir, en confirmar, apuntar hacia lo real para conocerlo cognoscitivamente. Por su lado, el ente conocido especifica el conocimiento proporcionándole su contenido.

Dentro de esta línea se pueden mencionar a Le Corbusier y Saugnier Eric, quienes sostenían en los años 20's que solo existían básicamente dos tipos de sensaciones.

Las sensaciones primarias, determinadas en todos los seres humanos, por el simple juego de formas y colores primarios.

Las sensaciones secundarias varían con el individuo porque dependen de su capacidad cultural o hereditaria.

*"El arquitecto, por el ordenamiento de las formas, obtiene un orden que es una pura creación de su espíritu; por las formas, afecta intensamente nuestros sentidos provocando emociones plásticas; por las relaciones que crea, despierta en nosotros profundas resonancias; nos da la medida de un orden de acuerdo con el mundo, determina reacciones diversas de nuestro espíritu y nuestro corazón y entonces percibimos la belleza."*

En relación a las formas primarias a que se refiere dice:

*"Las formas son elementos plásticos que nuestros ojos ven claramente y que nuestro espíritu mide; su contemplación nos afecta diariamente, impresionan nuestros sentidos, colman nuestros deseos visuales."*

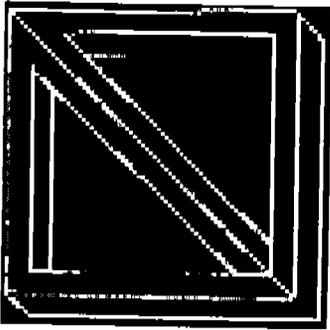
Además de referirse a formas primarias y secundarias, las clasifican en regulares e irregulares, siendo las regulares aquellas que en sus partes se relacionan con un vínculo firme y ordenado. generalmente sus características son estables y sus formas simétricas a uno o mas ejes. Los ejemplos básicos de las formas regulares son la esfera, el cilindro, el cono y la pirámide. La regularidad de las formas se mantiene al alterar las dimensiones y al agregar o sustraer elementos.

Las formas irregulares, son aquellas cuyas partes son desiguales en cuanto a sus características y no disfrutan de vínculos firmes que las unan si por lo general son asimétricas y más dinámicas que las regulares o como la composición irregular de unas formas regulares.

Para Le Corbusier la forma deriva de la función y cambia con la variación de las condiciones, él proponía una arquitectura de formas volumétricas y sencillas que siguen a una heterometría<sup>70</sup> concebida y son consecuencia del espacio interior, que se podría decir fueron las principales directrices de la arquitectura funcionalista.

La tercera línea de pensamiento habla de la postura asumida por lo que confían en los sentidos, como aquello que registra fielmente los estímulos externos, a partir de lo cual se producen imágenes mentales

<sup>70</sup> Diferencia de medidas, una mas larga o grande que la otra



www.yturralde.org/paginas/n-obrae03-es.html

Figura 1.23

isomórficas<sup>71</sup> de las cosas, con su representante Sveen Hesselgren, habla en relación del conocimiento que tenemos del ambiente a través de los sentidos, su punto de vista es que a las impresiones recibidas por medio de los sentidos se forma un concepto inmediatamente verdadero de la naturaleza del mundo físico. Sin embargo, esto es así porque estas cualidades pertenecen a las percepciones propias, a partir de las cuales y mediante el razonamiento se obtiene el conocimiento del mundo físico.

*"El conocimiento que tenemos del ambiente lo hemos adquirido a través de nuestros sentidos (...) el punto de vista del realismo ingenuo verdadero de la naturaleza del mundo físico. Sin embargo esto no es así, porque estas cualidades como el olor, color y otras pertenecen a nuestras percepciones, a partir de las cuales podemos procurarnos, mediante razonamientos del conocimiento del mundo físico, pero cuya naturaleza ha mostrado ser del todo diferente a la del mundo de las percepciones."*

Se pueden distinguir las formas materiales, considerándolas como imágenes, que son solo representaciones mentales de índole más bien figurativa. En donde existen dos tipos de figuraciones o imaginaciones: un tipo de imaginación<sup>72</sup>, es la denominada reproductora, también se le llama memoria imaginativa, esta actualiza más o menos fielmente los preceptos comparándolos con recuerdos e imágenes aunque estas sean por eso indefinidas. otro tipo de imaginación es la creadora o inventiva (esta es fundamental para el diseño innovador) permite la representación mental de los objetos o acontecimientos que no se han percibido con anterioridad, lo que implicaría que estas ideas son originales.

## 1.6 La forma como piel

*"La arquitectura no es un conocimiento de la forma sino una forma de conocimiento"* Tschimi Bernard<sup>73</sup>

<sup>71</sup> Idéntica forma

<sup>72</sup> La Imaginación del latín Imaginatio, es el ejercicio de abstracción de la realidad actual, supuesto en el cual se da solución a necesidades o preferencias, las soluciones pueden ser más o menos realistas, en función de lo razonable que sea lo imaginado.

<sup>73</sup> Oppici Fabio, Walter Enrique. *"Entrevista con Arquitectos"*, 1998, p 24

Según Bernard Tshumi, la forma arquitectónica debe ser un elemento a partir del cual construir el conocimiento. El arquitecto debe crear una serie de relaciones.

El siguiente edificio es un ejemplo de los edificios que usan este concepto de piel, en donde la techumbre se convierte en muro.

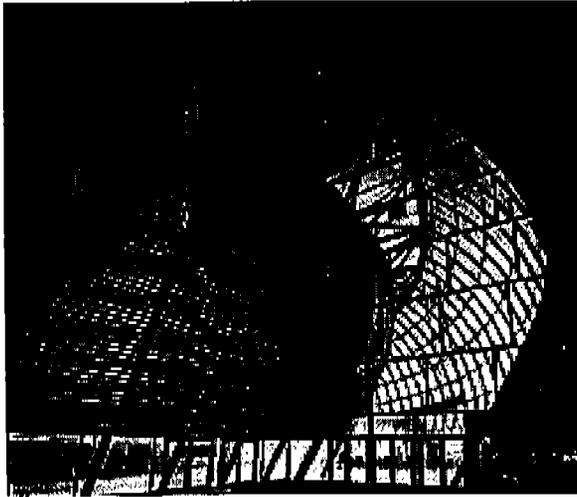


Figura 1.24

[habitat.mundoejecutivo.com.mx/.../upload/980.gif](http://habitat.mundoejecutivo.com.mx/.../upload/980.gif)

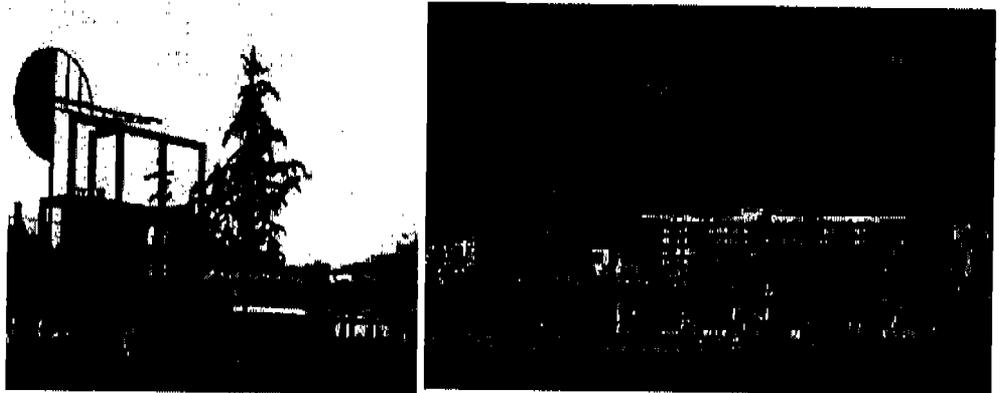
*"Así estoy tremendamente interesado en la confrontación entre arquitectura y las ideas que se desarrollan en otros campos. Este proceso de importación-exportación es esencial. Pero esto no significa que sea un intento de traducir tales ideas a la arquitectura."*

Menciona que la arquitectura se trata de opuestos tanto de equilibrio y armonía como de desequilibrio y discordia, que estas fuerzas desestabilizan de manera simultánea. Esto se hace buscando una serie de "colisiones" entre sólidos, cuerpos que se encuentren en conflicto en su contexto.

Da un ejemplo comparativo en lo que se refiere a su concepción con respecto a la piel de la forma, el edificio T&T (hoy edificio Sony) y el edificio IBM,, los dos en el mismo contexto de Manhattan, los dos tienen armazones (estructuras idénticas), pero el tratamiento exterior es por medio de diferentes pieles. También menciona otro aspecto interesante en el ejemplo de la Villete en París, en donde explica que hay un control estricto en los componentes de los módulos como lo podemos ver en las figuras 1.24 y 1.25, ya que se enclunetran compuestos de solo tres capas mismas que están superpuestas, la capa que denomina follies, la capa de movimientos y la capa de superficies, y la combinación de las tres capas son las que tiene rigurosamente controladas. Así como el juego de sus elementos: el cubo, la rampa y la escalera junto a la red. los elementos los tiene controlados y la disposición de ellos es aleatoria para obtener la propuesta final.

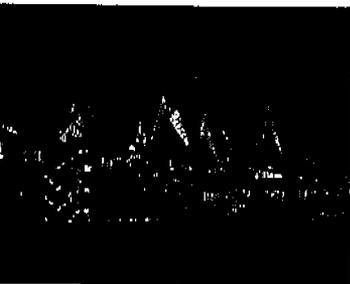
Figuras 1.25, 1.26

www.photosparis.fr/.../01\_parc-villette\_2007.jpg



Define en síntesis a la arquitectura como la materialización de un concepto, es el hacer que éste se vuelva material, pone especial hincapié en los detalles como un medio par llegar a la materialización, ya que estos detalles indican el como se debe colocar cada elemento.

Otro autor contemporáneo que se refiere a esta idea de superposición y pieles es Richard Rogers, se refiere a que la función de un edificio es cada vez menos importante, ya que los edificios cambian de uso continuamente, por ejemplo hay departamentos que se ansforman a mediano plazo en oficinas, y el arquitecto debería buscar que sus obras tengan la vida mas larga posible. Como ejemplo se pude analizar el Palacio de Justicia de Amberes - Bélgica, en donde la figura da la idea de la superposición de ieles en vase a una estructura primaria.



www.photosparis.fr/.../01\_parc-villette\_2007.jpg

Figura 1.27

Menciona que destruir los edificios es un derroche ecológico, por lo que hay que concentrarse en la estructura, en la tradición arquitectónica los edificios tenían una vida útil, hoy se busca lo contrario, que el objeto arquitectónico sea flexible e indeterminado.

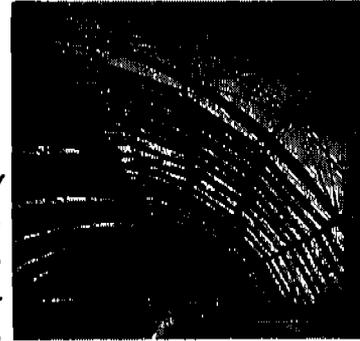
*"Por lo general hablo de skyline, perfil, profundidad, luz y sombra, masa y ligereza, etcétera, pero no en decoración. pienso que en el futuro la piel y la estructura se volverán gradualmente un solo elemento."*

Otro arquitecto reconocido como Norman Foster, dice que se contrapone a la idea de Richard Rogers, ya que sustenta que la forma no se puede separar de la función, ya que una crece a partir de la otra.

*"Uno puede invertir un enorme esfuerzo en la búsqueda de una arquitectura no finita, y existe una gran probabilidad de que cuando los cambios ocurran, estos sigan los patrones que uno había sugerido. Pero también existe igual posibilidad de que ocurran de una forma que uno nunca pudo haber anticipado, que no tengan relación alguna con la arquitectura original y que uno deteste profundamente, de esta forma desconfío de una arquitectura que se basa completamente en una estética abierta."*

Mientras Nicolas Grinshaw dice que recupera de tradiciones antiguas esta idea de la piel.

*"Nuestro colegio en Hréjus, redescubre algunos de los principios de la arquitectura regional mediterránea, tales como la cubierta de doble piel, el brise soleu, y la estructura que, mas allá de simplemente sostener al edificio, forma parte de su sistema ecológico. Cada proyecto es único en relación al lugar y a las condiciones económicas y culturales de dicho lugar. Pero así mismo; gran parte de la arquitectura que nos da confianza, en su momento fue nueva en su área, y nació de la contribución de alguien que llegó dese afuera."*



[www.photosparis.fr/.../01\\_parc-villette\\_2007.jpg](http://www.photosparis.fr/.../01_parc-villette_2007.jpg)

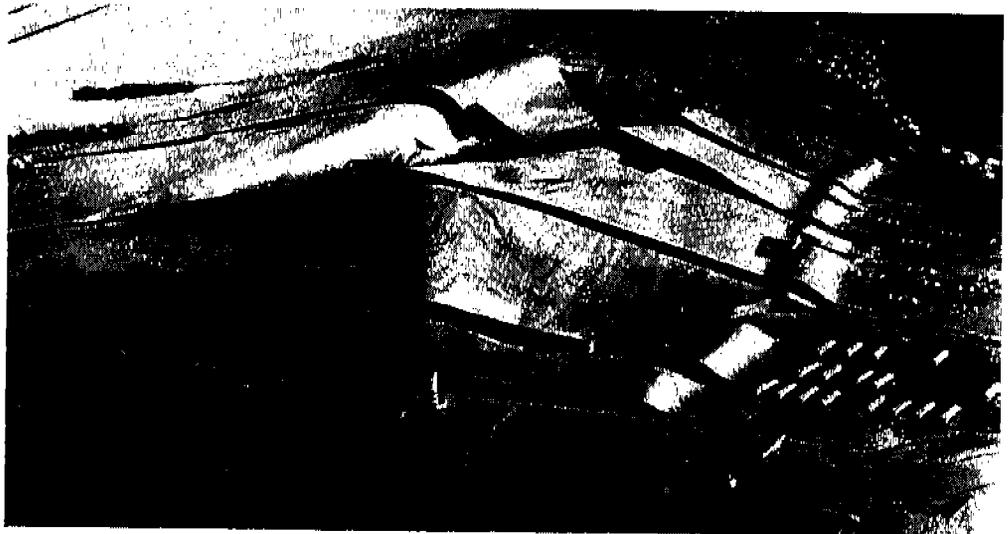
Figura 1.28

Habla también de la noción de flexibilidad, los objetos arquitectónicos como organismos, responden a lo que ocurre dentro de ellos, pone como ejemplo una planta de ensamblaje:

*"en la planta de ensamblaje Hermann Miller, la fachada completa podría ser manipulada. Todos los paneles se podían ser cambiados: donde se necesitaba mas luz natural, se podían agregar mas ventanas, donde se necesitaba mas puntos para entrar en el edificio se podían agregar mas puertas. Luego llevamos este concepto mas allá con la Fabria Agnus en Colonia, donde no sólo la piel podía alterarse completamente, sino que el edificio mismo podía crecer- y en realidad así lo ha hecho."*

Su trabajo busca integrar la estructura, el espacio y la piel, bajo estas tres palabras ha escrito un libro, si se mezclan bien estos tres elementos, se puede obtener un objeto flexible, al combinar la estructura con la piel se debe obtener un edificio con posibilidad de cambiar.

*"nuestros edificios Industriales iniciales, según geometrías más rígidas. Nos preocupamos bastante acerca de las retículas - de no salirnos de la retícula o de los elementos no la controlan. Hasta cierto punto, esto se debe a la propia naturaleza de los edificios industriales que llevan el trabajo en esta dirección. En la actualidad existen herramientas que nos permiten desarrollar estructuras tridimensionales más complejas. Ahora es posible producir formas más fluidas, más cercanas a las formas naturales."*



[www.vitruvius.com.br/.../elisenman\\_06.jpg](http://www.vitruvius.com.br/.../elisenman_06.jpg)

Figura 1.29

El arquitecto Peter Eisenman argumenta que siempre se tiene el control sobre la forma.

*"Si uno usa un computador para construir cierta estructura algorítmica, no está necesariamente seguro del sentido que dicho algoritmo habrá de tomar. Existen muchas direcciones en las que se podría desarrollar. Por lo tanto, el autor es de una naturaleza diferente de aquel que, en un proceso de diseño, posee una idea original en su cabeza y dibuja constantemente hasta que el dibujo se acerca a ella. La idea original está ahora en el computador, por lo cual uno no sabe de que idea se trata. En tal sentido, uno fuerza al computador de modo de encontrarla, para que esta idea sea develada.*

*De esta manera, jamás comenzamos por una forma. Quizás lo hice en mis primeras obras, cuando creía en la importancia de la geometría cartesiana y en la idea de los orígenes del valor- que el cubo tiene un valor en sí mismo, por ejemplo: en la actualidad solo diseñamos en el computador, dado que éste no tiene ningún tipo de estructura narrativa que descarte alguna de las direcciones posibles."*

Menciona tres fases en su obra, la primera es la fase formalista, la segunda la estructuralista y la tercera la post-estructuralista.

Los arquitectos Herzog & de Meuron, mencionan que al principio les interesaba la relación entre la sociedad y la forma, entendiendo a la sociedad como algo dinámico y entendiendo a la forma como valor eterno, como antes se consideraba a la tipología. La arquitectura concebida como una estructura social que genera alguna influencia en las personas.

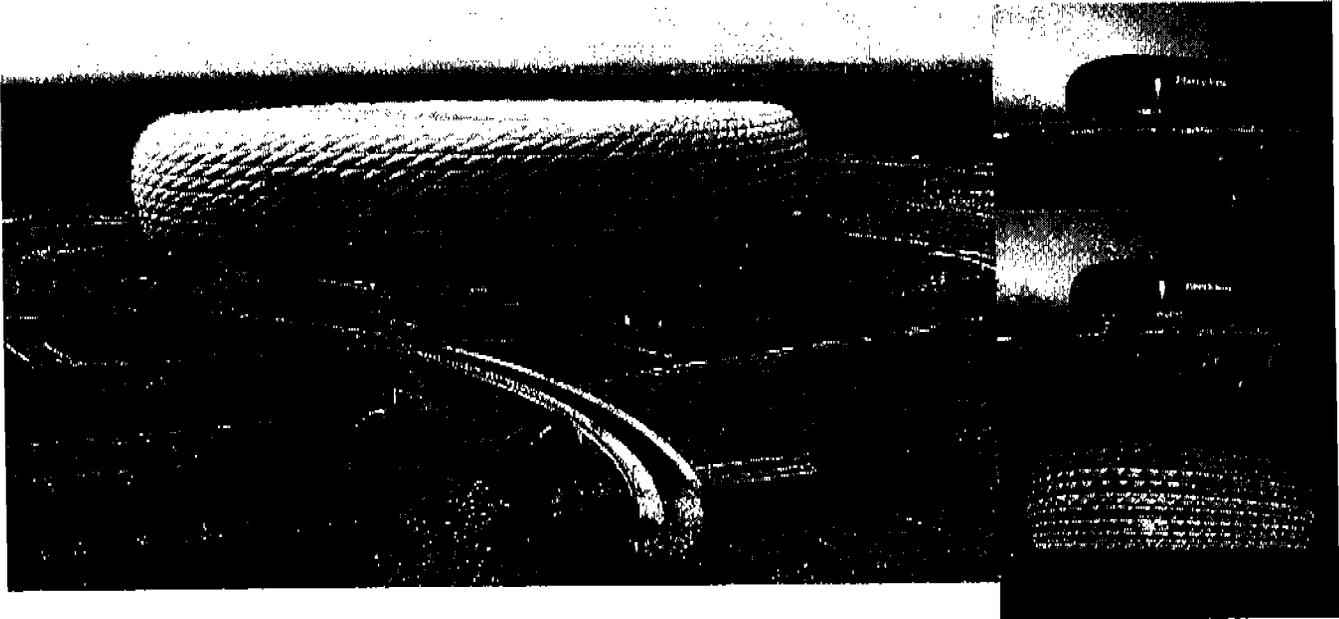


Figura 1.30

[upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/  
thumb/...](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/...)

Con la idea de dinamismo y cambio aplican la idea de cambio de la iluminación. Por otro lado en el ejemplo superior es patente también el concepto de tatuaje como decoración en la piel del edificio.

*" La pregunta es, entonces, que puede hacer un arquitecto para mejorar una determinada situación, para hacerla mas comprensible. Si uno logra, como arquitecto, crear un lugar - ya sea un edificio o un espacio público- éste tendrá un impacto positivo en la sociedad, en la gente que lo use. Sin embargo, esto significa que creamos, que se puede condicionar la sociedad a través de la arquitectura. No pienso que seamos ingenuos, sino ciertamente optimistas."*

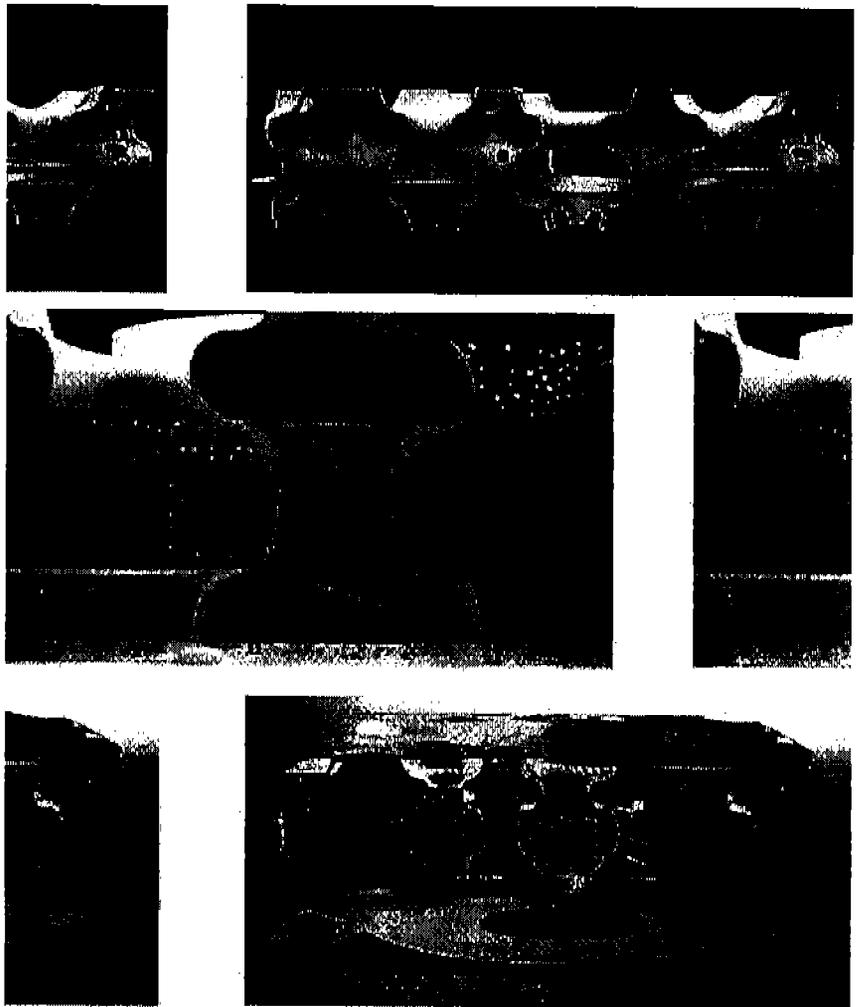
También mencionan otro elemento: el tatuaje, lo relacionan con el tema de la decoración, es la lectura del volumen definido. La primera lectura que se tiene es indefinida ya que esta superficie o piel tatuada oculta el cuerpo inferior, además de ser un medio de comunicación.

Tampoco hay una liga entre los materiales y la forma, para ellos se basa en el uso del material en la investigación del potencial el mismo, así como también la forma se deriva de una investigación y experimentación.

El arquitecto oriental Toyo Ito, menciona que en sus primeras obras su preocupación se enfocaba al espacio per se, se desarrollaban a partir casi del mismo patrón, un espacio Interior cerrado de color blanco, se buscaba una abstracción, se consideraban obras aisladas del contexto exterior; autónomas.

Debido a que Japón entre la década de los 50's y 80's tiene cambios muy fuertes a causa de su gran desarrollo económico, toma otra postura en relación a su obra.

*"La escena urbana se volvió fragmentaria e irreal, la ciudad japonesa comenzó a ser completamente dominada por una serie de fenómenos efímeros, virtuales; por imágenes, luces y sonidos. este cambio introdujo nuevamente a la ciudad en el centro del debate arquitectónico. Gradualmente esto también se volvió central en mis trabajos, que comenzaron a relacionarse nuevamente con el mundo exterior; a abrirse hacia afuera."*



[www.arkinetia.com/\\_recursos/Articulos/Imagenes/...](http://www.arkinetia.com/_recursos/Articulos/Imagenes/...)

Figura 1.31

En el ejemplo de la página anterior de la manipulación de sus formas en donde por medio de una estructura abierta que articula los espacios de las salas e todas las direcciones, entre Interior y exterior; posee la llamada curva de sonido que es una red continua, vertical y horizontal, que antes de entrar a las salas es percibida como un espacio acústico que conecta todo en todas direcciones.

Un arquitecto que se encuentra de acuerdo con algunas de estas posturas de Herzog & de Meuron es Rem Koolhaas, en lo relacionado con el tema de la forma, quien dice que siempre ha tenido en su despacho un interés por su estudio, pero evita inscribir su trabajo en el discurso de la forma, su trabajo en ocasiones es explícito en términos de la forma y en otras muy vago.

*"Creo que, de alguna manera, uno está condenado a investigar todo lo que ocurre en su tiempo. Diría que nuestro trabajo -analizando en retrospectiva- es una investigación de la potencia de la globalización.. Es una investigación del proceso de modernización- el cual casi ha alcanzado una condición global- y sus implicancias en arquitectura, es decir, como éste define, a cada nivel, el potencial y la práctica de la arquitectura"*

En algunas de sus obras los programas son vagos, confronta estos programas con la primera forma que aparece, y en otros casos es muy definido, la forma se convierte en un campo de investigación y experimentación.



graphics8.nytimes.com/.../04rjzo.600.jpg

Figura 1.32

## FIGURAS DEL CAPÍTULO I

- 1.1 Aristóteles y sus discípulos, 350 a.C., Fresco de la catacumba Della Vía Latina. 3 de Enero del 2007 8:00 p.m. [www.cuscatla.com/cristianismo.htm](http://www.cuscatla.com/cristianismo.htm).
- 1.2 Piramides de Ghize en Egipto. Transformacion de figura plana, bidimensional al objeto arquitectónico. 3 de Enero del 2007 9:20 p.m. [www.xtec.es/~jarrimad/antigua/egipto.htm](http://www.xtec.es/~jarrimad/antigua/egipto.htm).
- 1.3 Saussure Ferdinand , esquema sobre la semiotica Signo y lengua, 3 de Enero del 2007 8:18 p.m. [www.archivo-semiotica.com.ar/Saussure1.gif](http://www.archivo-semiotica.com.ar/Saussure1.gif).
- 1.4 Ordenes Griegos. [www.uv.es/~vento/grecla/imagenes/grecia\\_3.jpg](http://www.uv.es/~vento/grecla/imagenes/grecia_3.jpg).
- 1.5 ¿Ahora que hacemos? Mi clienta es una cborg, Mitchell William, Me++, the cyborg self and the networked City, Mett Press, Cambridge 2003, p 24.
- 1.6 Dibujo de Mach.Perspectiva curvillnea, Barre Andre, Paidos esttica, México 1968, p 156.
- 1.7 The diaries of Paul Klee 1898-1919, univ. California Press USA,1986 p 246,Die scane mit aufenden, Paul Klee. 1925
- 1.8 Desnudo bajando la escalera. <http://artecomps.com/desnudo-bajando-la-escalera.jpg>. 3 de Enero del 2007, 8:00 p.m.
- 1.9 Columnata de San Pedro en Roma. 3 de Enero del 2007 8:20 p.m. [www.xtec.cat/.../catala/columnata-sant-pere.html](http://www.xtec.cat/.../catala/columnata-sant-pere.html) .
- 1.10 Scanning Photographic, Andrew Davdhazy, [www.designboom.com/weblog/imagenes/foto\\_blg.jpg](http://www.designboom.com/weblog/imagenes/foto_blg.jpg)
- 1.11 Pelican In flight fotografías de Étienne-Jules Marey, que trataban de capturar el movimiento mediante fotografías repetidas, como éstas. 3 de Enero del 2007 10:05 p.m.,[www.neatorama.com/.../marey-blrd-flight.jpg](http://www.neatorama.com/.../marey-blrd-flight.jpg).
- 1.12 Monasterio de la Oliva, 8 de Febrero del 2007 11:10 p.m., <http://www.arteguias.com/gotica>.
- 1.13 Ley del cierre Gestalt, 8 de Febrero del 2007 11:43 p.m., [http://einfilinux1.uoc.edu/~grf/index.php/Usuario:María\\_Slm%C3%B3/AC](http://einfilinux1.uoc.edu/~grf/index.php/Usuario:María_Slm%C3%B3/AC).
- 1.14 Aristóteles y Platón de Rafael, 8 de Febrero del 2007 12:11 p.m., [www.univie.ac.at/klassphil/projekte.html](http://www.univie.ac.at/klassphil/projekte.html).
- 1.15 Modelo de una mónada deLeibniz, 8 de Febrero del 2007, 1:15 a.m., [www.temakel.com/textfilleibniz.htm](http://www.temakel.com/textfilleibniz.htm).
- 1.16 Hypercubo Escher. 3 de Enero del 2007, 1:54 a.m., [www.math.ohio-state.edu/~fedorow/math655/hypercube.html](http://www.math.ohio-state.edu/~fedorow/math655/hypercube.html) - 8k -.

- 1.17 Cristo sacramental, Dall, 8 de Febrero del 2007, 1:38 a.m. ,[www.mcs.csu Hayward.edu/.../surrealism/dall1.jpg](http://www.mcs.csu Hayward.edu/.../surrealism/dall1.jpg).
- 1.18 Iglesia Románica San Pedro Ad Vincula SXVIII, 12 de Enero del 2007, 10:34 p.m., [www.fuenterrebollo.com/.../Perorrublo/Foto-2.jpg](http://www.fuenterrebollo.com/.../Perorrublo/Foto-2.jpg).
- 1.19 Fotografía Iglesia San Bravo de Pleter Jansz Saenredan Pintor holandés 15 de Noviembre del 2006, 11:00 p.m., [www.almendron.com/.../Images/catedralleon.jpg](http://www.almendron.com/.../Images/catedralleon.jpg).
- 1.20 Monjes Budistas generando una Mandala, 20 de Marzo del 2007, 10:55 p.m., [sepiensa.org.mx/.../2004/l\\_mandala/mandala\\_2.htm](http://sepiensa.org.mx/.../2004/l_mandala/mandala_2.htm).
- 1.21 Arquitectura India, perteneciente a la cultura Maya, 20 de Marzo del 2007, 10:50 p.m., [sepiensa.org.mx/.../2004/l\\_mandala/mandala\\_2.htm](http://sepiensa.org.mx/.../2004/l_mandala/mandala_2.htm).
- 1.22 Representación gráfica del Dzian, 20 de Marzo del 2007, 11:04 p.m., [sepiensa.org.mx/.../2004/l\\_mandala/mandala\\_2.htm](http://sepiensa.org.mx/.../2004/l_mandala/mandala_2.htm).
- 1.23 Figura Imposible Hesselgren Sveen, Con este tipo de figuras, es importante entender que las representaciones isomórficas se crean de manera confusa en relación al conocimiento que tenemos del ambiente., 3 de Enero del 2007, 1:45 a.m., [www.yturalde.org/paginas/nobrae03-es.html](http://www.yturalde.org/paginas/nobrae03-es.html).
- 1.24 El Zenhit de Rouen, Francia Bernard Tschumi, 10 de Febrero del 2007, 12:00 p.m., [habitat.mundoejecutivo.com.mx/.../upload/980.gif](http://habitat.mundoejecutivo.com.mx/.../upload/980.gif).
- 1.25 Parc de la Villete Bernard Tschumi, 12 de Febrero del 2007, 11:23 p.m., [www.photosparis.fr/.../01\\_parc-villette\\_2007.jpg](http://www.photosparis.fr/.../01_parc-villette_2007.jpg).
- 1.26 Parc de la Villete Bernard Tschumi , 12 de Febrero del 2007 11:45 p.m., [www.photosparis.fr/.../01\\_parc-villette\\_2007.jpg](http://www.photosparis.fr/.../01_parc-villette_2007.jpg).
- 1.27 Palacio de Justicia Amberes Bélgica Richard Rogers Febrero 12 2007 12:06 pm.[www.plataformaarquitectura.cl/cpgarq/albums/u...](http://www.plataformaarquitectura.cl/cpgarq/albums/u...)
- 1.28 Terminal Internacional de la Estación de Waterloo, Nicholas Grenshaw. 10 de Enero del 2007, 12:12 p.m., [www.cnca.gob.mx/fin100/Images/nichola.jpg](http://www.cnca.gob.mx/fin100/Images/nichola.jpg).
- 1.29 Ciudad de la cultura Santiago de Compostela Hemeroteca Peter Eisenman, 10 de Enero del 2007, 12:18 p.m., [www.vitruvius.com.br/.../eisenman\\_06.jpg](http://www.vitruvius.com.br/.../eisenman_06.jpg).
- 1.30 Allianz Arena Herzog & de Meuron, 10 de Enero del 2007, 12:48 p.m., [upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/...](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/...)
- 1.31 Taichung Metropolitan Opera House Toyo Ito, 10 de Enero del 2007, 2:16 a.m., [www.arkinetia.com/\\_recursos/Articulos/Images/...](http://www.arkinetia.com/_recursos/Articulos/Images/...)
- 1.32 Torre de Nueva Jersey Rem Koolhaas. 10 de Enero del 2007, 2:20 a.m., [graphics8.nytimes.com/.../04njzo.600.jpg](http://graphics8.nytimes.com/.../04njzo.600.jpg).

Las herramientas que regulan la forma son sistemas de ordenamiento, que tienen una relación matemática (numérica) con su correspondiente geométrico de tipo gráfico.

A lo largo de la historia han existido diferentes sistemas de regulación con diferentes denominaciones, enseguida se mencionan las más relevantes para el objeto de este análisis.

La arquitectura forma parte de las disciplinas Intelectuales a partir de que deja de ejercerse como un oficio ejecutado por la tradición de la práctica que pasa de maestro a aprendiz. El Renacimiento es la época en que hay un interés por la universalidad de la cultura, precisamente en ese periodo se dan algunos de los tratados más interesantes en la búsqueda de una regulación y un orden con base teórica para la arquitectura. En dicha búsqueda surgen temas como la proporción y la relación con las matemáticas.

El ordenamiento de las formas establecidas, también denominado estilo, posee regulaciones que dependen de su época y necesidades, de manera que los métodos de proporción son diversos y guían los órdenes rítmicos de los objetos, dotándolos de características particulares que ayudan a identificarlos y a ubicarlos en categorías de asociación formal.

Los cánones y reglas exploran la configuración del objeto arquitectónico, que responde a la necesidad de tener un orden estable a seguir durante el proceso de producción, así como a la necesidad de un lenguaje también estable que logre responder a formas arquitectónicas por medio de convenciones establecidas en épocas determinadas, conformándose así los denominados estilos.

El orden como concepto es uno de los principios fundamentales que menciona Vitruvio, correspondiendo a la relación de las partes y a la totalidad, por medio de la proporción.

Las fracciones o partes del objeto se subordinan a un orden específico establecido por relaciones matemáticas, generando un acomodo de las partes sujeto a reglas de ubicación para conformar el objeto en su totalidad.

En relación a las propiedades de las formas geométricas es necesario aclarar conceptos como regularidad y la relación intelectual, como en el caso de un cuadrado que no mantiene ninguna relación con lo orgánico sino que responde a la parte intelectual.

La forma, hasta que posee existencia en la materia, sólo existe en la mente como una mera especulación en un espacio reducido a una intangibilidad geométrica. La arquitectura se liga al peso, densidad, luz y color, considerándolos la materialidad con la que se construirá la forma. Toda forma arquitectónica lleva implícito un sistema constructivo, técnicamente se pueden establecer dos niveles en el manejo del material, el que se refiere al programa de decoración en el que las tecnologías sólo requieren la capacidad de conocimiento práctico de los materiales para la apariencia exterior y el estructural, que plantea los conocimientos de orden de tipo abstracto sujeto a leyes para su construcción y sustentación.

## 2.1 Antropometría

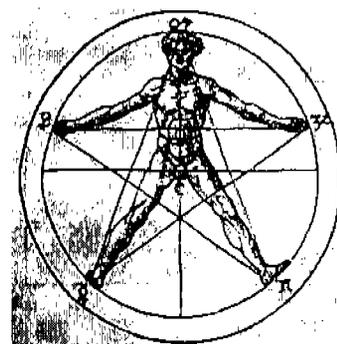
En el estudio sobre las proporciones hay teorías contrapuestas. Claude Perrault<sup>1</sup> establece un sistema de ordenes simplificado en el que las proporciones estaban basadas en el "sentido común", concebidas en forma de relaciones modulares que son determinadas por el uso y costumbre, siendo las proporciones arbitrarias y cambiantes. Del lado opuesto, Francois Blondel define que las proporciones son inmutables y universales.

Vignola sintetiza los órdenes a una selección estandarizada de vocabulario y proporciones, dando también un sistema de representación de los órdenes de manera tridimensional en un sistema bidimensional.

En sí, los sistemas de proporciones responden a la necesidad de establecer medidas de tipo aritmético y de representaciones gráficas de carácter geométrico, para lo cual ha sido tomado como referencia el cuerpo humano (en un inicio sólo el masculino), para generar un método auxiliar de representación. Una de las observaciones a las que llegaron algunos tratadistas, es la diferencia entre el cuerpo del hombre y el de la mujer, por ejemplo la relación cuello cabeza, siendo la cabeza más larga en la mujer que en el hombre.

De las proporciones se regulan las formas, el cuerpo masculino aparece vinculado a la línea recta y al cubo, sobre todo en las figuras de atletas, mientras el femenino deriva en formas cilíndricas y globulares.

La primera regulación en la materia de proporciones que se tiene registrado procede de Egipto, donde el planteamiento de la escultura es similar al de la arquitectura. La estatua se inscribe en un cubo concebido como un sillar. Es el comienzo de los sistemas modulares de representación, en dos épocas el cuerpo de 18 o de 21 cuadrados.



upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/P...

Figura 2.1

<sup>1</sup> Perrault, *Oedonnance*, 1708 p. 79

Según Marcus Figs, hay evidencias de que los griegos usaban la proporción en sus templos. Tenían una cultura antropocéntrica, Policleto fue un gran teórico de las proporciones, se sabe que escribió un tratado de las proporciones del cuerpo humano bajo el principio de que las partes están en relación con el todo. Es la teoría de la armonía que mantienen los órdenes arquitectónicos.

La figura humana es un tema recurrente en muchos autores, por ejemplo en la Edad Media se pueden mencionar las esculturas de Ellpoli, que demuestran una continuidad iconográfica. Una figura humana al centro de un círculo, como el significado del microcosmos y con los signos de influencia celeste, aparece en el código *Liber divinatorum operum* de Ildegarda di Bingen, de la primera mitad del siglo XIII, el cual se encuentra en la Biblioteca di Lucca.

En la Edad Media se conciben esquemas fragmentados para ayudar sobretodo a los escultores en la ejecución de sus obras, por medio del uso de formas geométricas sencillas (triángulo, cuadrado y otras figuras), pero sin llegar a integrar un sistema de proporciones. Personajes como Villard de Honnecourt realiza un compendio de esquemas con relaciones proporcionales, sin embargo es en el renacimiento en donde florecen los tratados sobre proporciones, estableciéndose diversas tipologías que se apoyan en la teoría y estatuaría clásicas, resurgiendo así los conceptos de Policleto y Vitruvio.

Alberti por su parte usa para medir el *Finitorium* y el ple como unidad. Leonardo Da Vinci se inspira en Vitruvio, aunque a partir de sus estudios en la fisiología, analiza el movimiento de los músculos, las flexiones, llegando a definir varias topologías que dependían de la edad y sexo del cuerpo que estudiaba. Alberto Durero en sus estudios también de carácter experimental formuló varios cánones, considerando además de la edad y el sexo, la posición frontal o de perfil.

Vitruvio no sólo aporta elementos prácticos de diseño como tipos, formas o técnicas, sino que también formula principios teóricos acerca de la estética arquitectónica, basándose en conocimientos de aritmética y geometría, generando una serie de reglas que se combinan con métodos de relaciones y participaciones de tipo geométrico.

Vitruvio tiene como preocupación fundamental el uso de los órdenes y las proporciones de éstos, que surgen a partir de analogías con la figura humana, de la armonía musical, de la simplificación y estandarización de las partes de los órdenes. En su tratado de arquitectura estudió la interrelación de las artes y estableció fracciones matemáticas, considerando el ombligo del cuerpo humano como centro del cuerpo

y de las relaciones proporcionales. Otro tratadista que utiliza analogías humanas en la arquitectura y fórmulas matemáticas en su confrontación es Francisco di Giorgio Martini.

Las proporciones de tipo modular que se relacionan con las proporciones del cuerpo humano se pueden ver en la famosa figura de Vitruvio del hombre en el círculo y el cuadrado, en la que establece una relación entre la proporción y simetría, tomando el cuerpo humano como el modelo de la perfección de proporciones. Si lo largo de la historia el cuerpo humano es uno de los ejemplos de creación modular de la naturaleza, hay autores, como el mismo Vitruvio, que lo toman como paradigma<sup>2</sup> para sus reglas de proporción.

En su tercer libro, Vitruvio señala que las proporciones de la figura humana debían reflejarse en las proporciones de los templos. Como prueba de la armonía y perfección del cuerpo humano, describe cómo un hombre bien formado, con los brazos y piernas extendidos, encajaba perfectamente en las figuras geométricas como el círculo y el cuadrado. Esta idea la retoman Leonardo Da Vinci y Fra Giocondo en su *homo ad quadratum* y *ad circulum*.

El canon vitruviano<sup>3</sup> es contrapuesto a la tratadística del renacimiento de Verronese, este canon retícula la figura humana. El hombre de Vitruvio es el dibujo realizado por Leonardo Da Vinci alrededor del año 1492, en uno de sus diarios acompañado con notas anatómicas; dicho estudio de las proporciones del cuerpo humano lo realiza a partir de los textos del arquitecto romano.

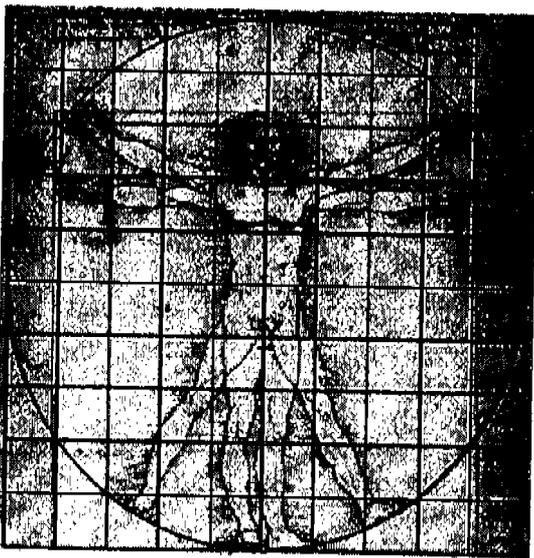


Figura 2.2

[www.arqweb.com/vitrum/hombre.jpg](http://www.arqweb.com/vitrum/hombre.jpg)

<sup>2</sup> Ejemplo que sirve de norma.

<sup>3</sup> *El estudio de proporciones* o *Canon vitruviano* que realiza Leonardo Da Vinci, se le llama a uno de sus dibujos más perfectos y conocidos.

Lucca Pacioli hace investigaciones sobre el hombre vitruviano, agregando una tercera figura: el triángulo equilátero. En su compendio de la *Divina proporzione*, en 1509, hace recomendaciones especialmente a la tercera dimensión de la forma usada en arquitectura.

Sin embargo, al igual que Vitruvio no da preceptos concretos de proporción para aplicarlos en la arquitectura, sino solamente una serie de reglas teóricas de base matemática. Sebastiano Serlio propone un sistema modular siguiendo la tradición de Pacioli, un ejemplo es el diseño de columnas por un sistema modular relacionado como todo y en sus partes.

En el renacimiento surge la idea de que la arquitectura es una ciencia y cada parte del edificio está integrada en un sistema matemático, por lo que no se puede aplicar el sistema de proporciones que el arquitecto quiera, las relaciones proporcionales deben responder a criterios de orden y el edificio debe reflejar las proporciones del cuerpo humano. Miguel Ángel en una carta fechada en 1560 escribió que "no cabe la menor duda de que los miembros arquitectónicos son un reflejo de los miembros del hombre y que aquellos que no conocen el cuerpo humano no pueden ser buenos arquitectos."<sup>4</sup>

Girolamo Savonarola menciona en su escrito sobre proporciones del cuerpo humano<sup>5</sup>, que en la arquitectura religiosa no tiene importancia la elección del lugar con las características formales del edificio en el que se ejercita el culto, lo importante es lo que se relaciona con el fin litúrgico, el programa y el contenido de la acción religiosa, de ahí que prefiera una arquitectura simple, severa y serena, en donde esta ausente la vanidad y las fastuosas decoraciones.

En otros textos se pueden encontrar reminiscencias de Vitruvio y de Alberti, es el caso de De Bruyne<sup>6</sup> que en general busca una correspondencia directa y no genérica, entre el edificio y el cuerpo humano. En el Códice Magliabechiano<sup>7</sup> y el código Torinese Saluzziano hay un estudio sobre molinos y de la hidráulica para generar energía cinética.

Proyectos como el nuevo San Pedro, así como la bíblica arca de Noé, se dice que deberían ser acordes a las proporciones de un hombre, como lo indican algunos tratadistas que ya se han mencionado<sup>8</sup>.

4 Buonarroti, *Las letras*, 1875, p. 63.

5 *Speculum Physiognomie* (1442) dedicado a Lionello d'Este en su capítulo denominado De Simetría Hominis.

6 Bruyne, *Etudes*, 1978, pp. 343-68.

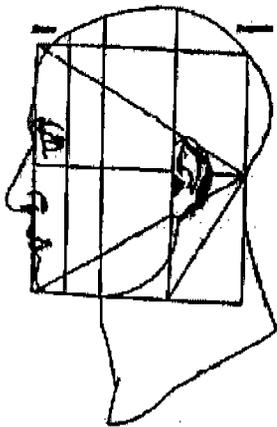
7 El código contiene secciones sobre el calendario antiguo, fiestas mensuales y otros festivales. Los dibujos finos, junto con el comentario corto en español, hace de este un tesoro de información etnográfica. W Ruwet *American Antiquity* Vol3, No. 3

8 Cfr. Vitruvio III, I; L.B. Alberti, *De re aedificatoria* IX, 1, p834 Francesco di Giorgio, *codice Magliabechiano* f.31V.



[www.ajoj.us.es/.../images/-66.jpg](http://www.ajoj.us.es/.../images/-66.jpg)

Figura 2.3

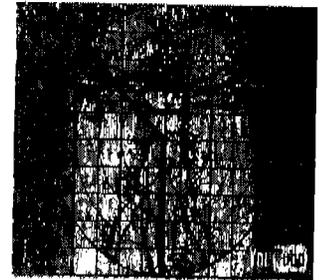


[http://ca.wikipedia.org/wiki/Lucca\\_Pacioli](http://ca.wikipedia.org/wiki/Lucca_Pacioli)

Figura 2.4

Steadman lo sostiene, diciendo que *"At one level, it is urged that the layout of the building match the body part for part. Vasari, for example, in his recommendations for the design of an ideal palace, compares the façade with the façade, the central door with the mouth, the symmetrically placed windows with eyes, the courtyard with the body, staircases with the legs and arms (...), the typical proportional ratios to be detected in the measurements of the human figure and limbs are to be employed for sizing the elements of the building, without any sense at all of the plan or façade corresponding to the body in general disposition."*

Para su estudio sobre el hombre vitruviano Leonardo Da Vinci realiza un dibujo según el procedimiento siguiente: dibujó primero la circunferencia © con centro en el punto O. Sobre ella marcó los puntos sur (S) y este € como se indica en el dibujo. Con centro en el punto medio del segmento OS (M) trazó la circunferencia que pasa por E y que corta a la prolongación de SO en el punto P, justo donde situó el extremo superior de la cabeza del hombre.



[www.alof.us.es/.../images/-66.jpg](http://www.alof.us.es/.../images/-66.jpg)

Figura 2.5

Con los datos anteriores no es difícil calcular la razón entre el lado del cuadrado en el dibujo de Da Vinci (la altura del hombre, la longitud del segmento PS en nuestro esquema) y el radio de la circunferencia (la altura a la que se encuentra el ombligo).

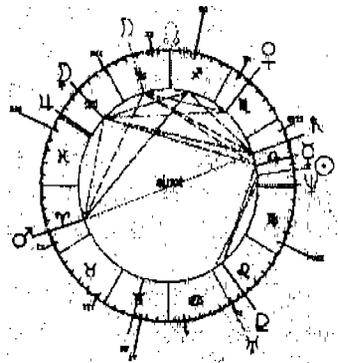
Como se ha expuesto existen abundantes ejemplos que permiten estudiar los sistemas con la proporción antropométrica. Desde los escritos más antiguos como los cánones que tratan sobre la aplicación de normas geométricas que se derivan del estudio del cuerpo humano. Eugenio Battisti Hill<sup>10</sup> menciona que Grecia ha dado muchos ejemplos en los que la aplicación de cánones es muy clara. El tratado escrito por Vitruvio en los inicios del periodo imperial romano, describe los criterios sobre la aplicación de la antropometría. Mientras en la Edad Media, con las aportaciones de Bizancio y el Islam, se establecen interpretaciones metafísicas sobre la visión tradicional de la estructura del cuerpo como microcosmos, llegando a normas prácticas de aplicación.

Durante el renacimiento se centra la atención en la antropometría greco-romana que redescubre Vitruvio en el siglo XVII. Se puede citar la antropometría descrita en el manuscrito del año 1681 de Simón García,

9 Bruschi, Scritti, 1978, p. 17. *"En un nivel,,s urgente esta línea en la construcción del cuerpo parte por parte, vasari, por ejemplo, en estas recomendaciones de diseño del espacio ideal, comparando dechada con fachada, la puerta central con el modo del espacio simétrico, teniendo dos ventanas a modo de ojos, conformando el cerpo, sfungiendo las escaleras como brzos y piernas,(..), los típicos radios de proporción son detectados en las medidas de la figura humana y en el empleo de medidas en los elementos de la construcción, en cualquier sentido de este, en la planta o fachada corresponde a el cuerpo general de disposición"*

10 Battisti, *Proportion*, 1966, p. 112.

llamado *Simetría de los templos*, en el cual recopila escritos como el de Juan de Arfe *De varie commesuración para la escultura y architettura* y el de Fray Lorenzo de San Nicolás *Arte y uso de arquitectura*, del año 1633.



www.constelar.com.br/.../savorarola.gif

Figura 2.6

Los estudios de Fray Lorenzo lo llevan a considerar que "fue disposición del cielo el nuevo uso de edificar los Templos en forma de cruz y aún no falta quien diga, que los mismos cielos fueron creados en forma de cruz y el hombre también tiene la misma forma: y así como la cruz es el arma más fuerte para la defensa del Cristianismo contra la fuerza del enemigo, así esta forma de plantar es la más fuerte y más vistosa y agradable a la vista; agradable por su composición; fuerte por recibir en sí los empujes que la altura de la obra hace: y así hallarás, que a los cuatro arcos sirven de estribos los mismos brazos de la cruz, siendo fuerte por lo dicho y provechoso por ahorrar de nuevos estribos, gastos escusados, siendo el edificio como queda dicho."<sup>11</sup>

Otras culturas también realizan estudios sobre el cuerpo humano, aunque bajo otro enfoque, un ejemplo es la ciencia de los árabes, quienes buscan deducir las formulaciones corporales en un trasfondo psíquico y los estados de conciencia del individuo, de estos estudios se deriva la ciencia denominada fislognomía, que es una visión antropométrica detallada; existen escritos y manuscritos fislognómicos que se atribuyen a Fajar al-Din al-Razi y a Idn Arabi de Murcia<sup>12</sup>.

Según lo menciona en su Investigación el Zafer Sagdric, en la arquitectura otomana se pueden ver formas centralizadas, estructuras de tipo oval, cuyas dimensiones se generan teniendo como base al cuerpo humano. Estas dimensiones se observan sobre todo en las fachadas, en la elección de proporciones de elementos construidos como ventanas y puertas, en el cálculo de las relaciones proporcionales de elementos y de detalles (los cuales establecen un sistema de formas a través de la arquitectura basada en la geometría) y en consideraciones funcionales y formales a partir del cuerpo humano.

Por su parte Wittkower sostiene que "*Francesco di Giorgio demonstrates by means of the inscribed human figure how to weld together organically the centralized and the longitudinal parts of such a church design. The centralized eastern end is developed from the basic geometrical figures of circle and square.*"<sup>13</sup>

11 San Nicolás, *La Fortificación*, 1639, p. 128.

12 Viguera, *Das*, 1977, p. 56.

13 Wittkower, *Architectural*, 1988, p. 10. *francesco di Giorgio demostro por medio de inscripciones de figura humana, como pertenece a la conformación orgánica, la centralidad y la s partes longitudinales en la búsqueda dl diseño para la iglesia, la centralidad del este es desarrollada po figuras geométricas básicas de círculos y cuadrados.*

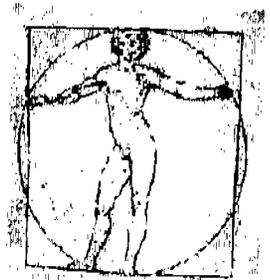
El término que emplearon los griegos para la proporción es el de simetría lo cual en la actualidad podría causar confusión, ya que este término se usa concretamente bajo el entendimiento básico de la equidistancia de dos cosas a un centro o eje en sentido inverso, mientras el término proporción se otorga a las relaciones de medida.

Bajo esta premisa se entienden dos tipos de proporción geométrica: la que establece una razón simple entre dos elementos, que se expresa como dos múltiplos de una unidad o un módulo, por ejemplo  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , siendo esta una proporción estática; y la que relaciona dos valores por una razón Inconmensurable, como un radical de 2, 3, 5, el número  $\rho$ , razón áurea, representando una proporción dinámica.

La figura humana y las fachadas de los edificios han sido importantes en la aplicación de las razones proporcionales, por ejemplo por medio de sistemas modulares basados en la repetición de una unidad o módulo, como los relieves y pinturas egipcios o en documentos de tratadistas como Arfe y Villafañe.

También sistemas simbólicos de adaptación a formas geométricas, son creados por Villard de Honnecourt, en Bizancio y en el canon varrónico.

Se puede considerar que la proporción antropométrica y la geométrica, tienen la finalidad de lograr la armonía de las partes que integran un edificio. Mientras que las relaciones numéricas constituyen un sistema de carácter aritmético, lo cual permite identificar y establecer la proporción que el diseñador considere adecuada para cada elemento del objeto arquitectónico. Los trazos geométricos son en cambio los instrumentos que le permiten aplicar la proporción que ya ha seleccionado, para los distintos elementos del conjunto en donde se integren de forma armónica. Sin embargo, los dos instrumentos tanto el aritmético como el geométrico, son importantes para la armonía, el primero se puede decir que tipifica las relaciones de medida y el segundo las ejecuta en el proyecto arquitectónico.



www.ajo.us.es  
ges7-66/pg. 2.9

/.../lme-

Figura 2.8

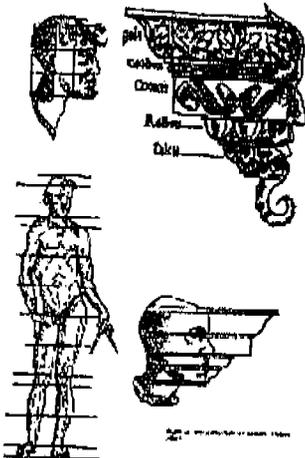


Figura 2.7

www.ajo.us.es/.../imagenes/-66.jpg

## 2.2 Sección áurea

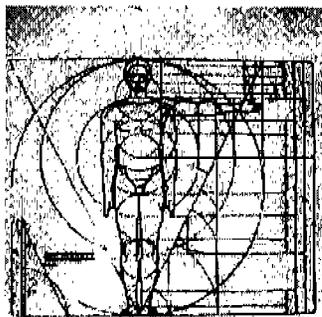


Figura 2.9

[www.aloj.us.es/.../images/-124.jpg](http://www.aloj.us.es/.../images/-124.jpg)

*A tí, maravillosa disciplina, media, extrema razón de la hermosura que claramente acata la clausura viva en la malla d tu ley divina.*

*A tí, cárcel feliz de la retina, áurea sección, celeste cuadratura, misteriosa fontana de medida que el universo armónico origina.*

*A tí, mar de los sueños angulares, for de las cinco flores regulares, dodecaedro azul, arco sonoro.*

*Luces por alas un compás ardiente.*

*Tu canto es una esfera transparente.*

*A tí divina proporción de oro*

*Rafaél Alberti.*

La sección áurea tiene íntima relación con la proporción generada en la naturaleza. Alberti lo deja claro al señalar: "Pero no, como tenemos determinado, proseguiremos el negocio según las fuerzas de nuestro ingenio, no repitiendo aquellas cosas porque razón del número de las partes se perciba en conocimiento macizo de los enteros, sino comenzaremos aquí lo que haga más a propósito notando que cosa sea la que de su natura hace la hermosura. Somos amonestados con muy claras razones de los antiguos (como dijimos en otra parte) que el edificio es como un animal, en el terminar del cual, es menester imitar a la natura. Investiguemos pues, porque sea así en los cuerpos producidos por la natura, que unos se dicen más hermosos, otros menos hermosos y otros feos. Cosa manifiesta es de las cosas que se cuentan en el número de hermosas."<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Bautista, *Los diez*, 1582, p. 280.

Este concepto se encuentra desde la antigüedad, se buscó una forma de división perfecta para todos los objetos, lo que llevó a una fórmula a la que se le dio el nombre de: regla áurea, divina proporción o sección áurea.

La sección áurea es un sistema de proporción usado y estudiado por muchos, como Francesco di Giorgio Martini con su tratado de arquitectura civil y militar, en el cual combina operaciones geométricas del cuadrado con relaciones modulares. En la realización de la Cúpula de Millán habla sobre la sección áurea, misma que es aludida con anterioridad en los estudios de Vitruvio.

Otro estudioso de esta proporción fue Luca Pacioli, con *De Divina proportione quantitatis y de ludi*. Uno de sus alumnos fue Leonardo Da Vinci, quien ilustró un manuscrito de Pacioli denominado la *Divina proportione*, Pacioli enseñó perspectiva y proporcionalidad a Da Vinci, a quien estas enseñanzas lo ayudaron a crear el mural *La cena pasada*, en la pared norte del templo de Santa María de Graia Doménica.

En 1509 Pacioli, publicó su *Divina proportione* y también un trabajo sobre Euclides en Venecia, así como dictó una conferencia sobre la proporción y la proporcionalidad, en donde se hace evidente el lazo con la religión, encontrándose los cinco atributos de Dios entre los que está la proporción espacial, los cuatro primeros son unidades únicas, la trinidad, la imposibilidad de definir los términos del radio humano y la inmutabilidad y el quinto es la divina proporción.

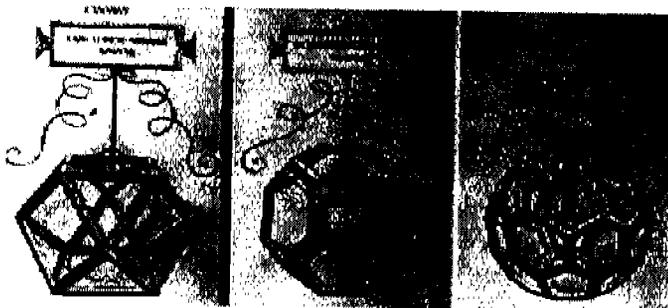


Figura 2.10

[http://www.usm.es/personal\\_pcd/ciencias/barcelo/pacioli/divina.html](http://www.usm.es/personal_pcd/ciencias/barcelo/pacioli/divina.html)

Pacioli afirma: *"Si como el dios le confiere la virtud celeste por otro nombre detta quinta essentia a meditante quella ali altri quattro corpi semplici cioe ali quattro elemento terra (...). E per questi l'essere a cada una altra cosa in naa esso cielo atribuiendoli la figura del corpo detto Duodecedron, altramente corpo de 12 pentagoni."*<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Pacioli, Luca, 1994, p. 32. Traducción: Si como el dios le confiere la virtud celeste, dicho de otro modo la quinta esencia y mediante aquella otra de los cuatro cuerpos simples esto es el quinto elemento la tierra (...). Y esto es lo que se llama el ser de cada cosa en la naturaleza. Así esta nuestra proporción del ser formal (según Timero) a este cielo se le atribuye la figura del cuerpo denominado Dodecaedro, esto es un cuerpo conformado por 12 pentágonos.

Adolf Zeising, ya en el siglo XIX, hace grandes descubrimientos y estudios sobre las proporciones de la naturaleza, sosteniendo que "la división del conjunto de las piezas desiguales parecía proporcional cuando el cociente de las partes del conjunto entre sí mismo es igual que el cociente de ellos al conjunto, es decir de que, el cociente, que da la sección de oro."<sup>16</sup>

Zeising estudió los cuerpos divinos celestiales en relación a sus distancias, encontrando el mismo cociente en la construcción del cuerpo humano, en la configuración de los minerales, en plantas, en acordes de sonidos musicales y en objetos arquitectónicos, todos en relación al número de oro, desarrolla así su propia estética en donde la sección de oro ocupa el papel importante como el equilibrio perfecto entre la unidad absoluta y la variedad absoluta.

Este tema también es estudiado por Ernest Neufert en 1936, quien explica los sistemas de proporción y las armonías en la arquitectura, consecuencias estéticas de las normas, el dibujo de dimensiones de función y la técnica de producción.

También en el siglo XX Le Corbusier, trabaja con sistemas de proporción recomendando al inicio el uso de medidas-reglas, para la organización geométrica del diseño, esta escala de proporciones la determinó posteriormente el Modulor, sistema modular que combina la sección cuadrada y la sección de oro.

Buscando la racionalización de los procesos de producción de los objetos y una construcción rápida, poco costosa y en grandes cantidades, pero que compaginará con la calidad plástica que se pretendía en la época de la segunda guerra mundial, Le Corbusier propone una serie dimensional con carácter antropométrico tomando la medida de 1.829m (6 pies) que correspondía a la media normal de un hombre (europeo), esta es la base de las dos series de razón (1.618) que lo integran, la roja va hacia arriba y la serie azul se obtiene mediante la duplicación de la roja.

El Modulor es una escala proporcional mediante la cual "*les mathématiques sont l'édifice magistral imaginé par l'homme pour sa compréhension de l'univers*" o donde "*on (...) rencontre l'absolut et l'infini, le préhensible et l'insaisissable.*"<sup>17</sup> Le Corbusier intenta con ello conciliar las proporciones "irracionales" dadas de la sección áurea con el antropomorfismo clásico.

Los rastros más antiguos del uso de la sección áurea se descubrieron en la tumba de Khesi-Ra, se cree que era contemporáneo de Imhotep,

16 Zeising, *Neue*, 1845, p. 67.

17 Le Corbusier, *Le Modulor*, 1945, p. 73. Traducción: las matemáticas en el edificio magistral imagina para el hombre por su comprensión del universo ...reencuentra el absoluto infinito, lo previsible

en su cripta había 11 tableros, hay una proporción de 1 raíz de 5 en el panel. Después de varios estudios, egiptólogos afirman que las reglas de armonía codificadas por medio de la geometría permiten ver en estos paneles la comprobación de la sección áurea, en una amplia gama de variaciones.

Este principio armónico en apariencia, surge en la cultura egipcia en el florecimiento del periodo de Zoser, faraón por el que es probable que la pirámide que lleva su nombre sea la primera diseñada bajo la supervisión de Khesi-Ra. La pirámide de Ghizé también se ha calculado bajo la proporción de oro y ha quedado definido que concuerda con este sistema de proporción.

El cociente de la sección áurea ha sido considerado el más agradable al ojo, durante la segunda mitad del siglo 5 a. C. es importante el estudio sobre la geometría, es cuando se incluye el número de oro en las edificaciones y obras artísticas. La construcción de Atenas se realizó bajo la dirección del escultor ideas, ahí se ve el uso de la geometría y la óptica como directrices del diseño, logrando una belleza de la armonía conseguida por una geometría calculada.

La academia dirigida por Platón centraba su enseñanza principalmente en las matemáticas, en parte pitagóricas, se disertaba entonces sobre la geometría llamada *Eudox Cnidus*, que abordaba el número de oro, a partir del estudio del número irracional de una figura geométrica.

Los romanos no desarrollan un sistema de proporciones, pero sus preceptos de diseño son un inicio para unificar métodos de sus tradiciones romanas y griegas. Mientras en Grecia, Pitágoras como geómetra estaba interesado en la sección áurea, probando que era la base para las proporciones de la figura humana y demostrando que el cuerpo humano está construido en una proporción de oro. Pitágoras crea su regla de tres, conocida como la escala armónica 6, 8, 9, 12. Algunos arquitectos la relacionan con el diseño modular y posteriormente Andrea Palladio afirmó que los espacios podían diseñarse con una relación musical, de modo que la organización se genera por medio de una serie de que producirá una armonía espacial.

La regla áurea se cree que es una fórmula perfecta para relacionar música, pintura y arquitectura. Vitruvio genera un sistema gráfico, basado en la bisección del cuadrado y empleó la diagonal de una serie de mitades, todas estas leyes perviven del siglo XVI al XVIII.

En contraposición, los ensayos de Hogarth, Hume y Burke sustentan que no es posible trasladar las ciencias musicales a las proporciones visuales, no sólo las matemáticas no tienen nada que ver con la belleza

según su postura, sino que la verdad objetiva es Independiente del ojo del espectador, en el cual se basa la estética renacentista.

Euclides en su obra *Elementos* Incluye la primera fuente documental importante sobre el concepto de la sección áurea, dedicando varias proporciones a la media y extrema razón tanto geométrica como algebraica, siendo la forma de partición asimétrica más lógica por sus propiedades matemáticas y estéticas.

Para Johannes Kepler, esta proporción representaba la perfección, junto al teorema de Pitágoras. En 1850 Zeising lo redescubre, basado en las ideas del pintor Piero della Francesca.

Luca Pacioli tiene aspectos sobre la precisión de detalles. Hay que considerar que muchas de las ideas de Pacioli fueron transmitidas por su profesor Piero della Francesca.

Leon Battista Alberti dirige sus intereses hacia la especulación filosófica, influenciada por los neoplatónicos florentinos y junto a la aplicación práctica de la ciencia matemática viendo al número como el elemento regulador y unificador del universo.

El tratado referente a la divina proporción, dedicado a Piero Soderni, editado en 1509, consta de tres partes. La primera está dedicada a Ludovico il Moro, llamada *Compendium de divina proportione*, fue escrita en Milán en 1497, en el periodo en el cual Pacioli está en la corte de Sforza, particularmente ligado por amistad con Leonardo Da Vinci, quien dibujará la famosa serie *Poliedro solidi e vacui*. La segunda parte, *Trattato de l'architettura*, es un breve libro con dedicatoria a "suoi carissimi discipuli..." del Borgo San Sepulcro, son diseños de lápidas, esculturas y objetos arquitectónicos. La tercera, llamada *Libellus* en tres partes *tractatus dicitus*, en síntesis la traducción en vulgar del *De corporibus regularibus* de Piero della Francesca que Pacioli hace pero no menciona al autor de la obra original<sup>18</sup>.

Este documento es el punto de partida para numerosos estudios sobre proporciones del cuerpo humano y de la arquitectura, escritos a partir del siglo XVI. Por ejemplo, Francesco Sansivino con su escrito *L'edificio del corpo umano*, del año 1550, influenciará, entre otras, la teoría de las proporciones de Dürero y aquella para el proporcionamiento de las letras de Geoffroy Troy. Otra obra que se conecta con la obra de Pacioli, es la de Julien Mauclerc, quien propone en su *Traité de l'architecture* (escrito entre 1566-1576 y publicado hasta 1648), la figura de cinco cuerpos regulares de Platón, copiados de las ilustraciones de la *Divina proportione*.

<sup>18</sup> Bruschi, *Scritti*, 1978, p. 112.

Según Cholsy, también parece haber tenido influencia sobre Le Corbusier, con relación a su búsqueda de la experiencia figurativa de vanguardia y junto a su base de la tradición cultural e histórica francesa, iniciando una serie de Indagaciones a partir de dos ideas fundamentales, la ley del ángulo recto y la sección de oro, como instrumentos de una metodología artística nueva.

### 2.3 Relación con la naturaleza

Otro tratado que intenta demostrar que las proporciones arquitectónicas al igual que las musicales, derivan de las relaciones armónicas de la naturaleza, es el de Briseux. Él considera que la demostración de Newton de que los colores del arco iris guardan entre sí la misma relación que los intervalos musicales, es una confirmación de que la naturaleza opera de un modo unitario en todos sus objetos. Asegura que no sólo los sonidos o los objetos naturales están sometidos a las mismas leyes de proporción armónicas, sino que también a la construcción del hombre. Realiza varios estudios en modelos propios, con la intención de que los arquitectos empleen las proporciones armónicas de un modo creativo.

En el siglo XVII surgen tratados como el de Claude Perrault, que no siguen los principios de Vitruvio, ya que sustentan que el arquitecto debe guiarse por su propio gusto, por lo que proponen otras reglas que deben tener los órdenes para las proporciones, considerando que debe haber mayor libertad artística sin sujetarse a normas previas.

Se puede mencionar en particular el pensamiento de Ficinoquien, quien habla de que el espacio no sólo es "ininteligible", en cuanto a que esta atravesando por la luz que se propaga según las leyes geométricas, ya que además es "mesurable" y también tiene un orden lógico y racional en su organización, por medio de una estructura matemática.

Según lo anterior, en las artes la naturaleza aparece a través del empleo de los instrumentos matemáticos y la geometría, mediante la perspectiva, entendida como dominio racional del mundo a través de la proporción o como decían Vitruvio, Plinio y Plotinio, a través de la simetría.

Manetti concluye en que "como aquello que era buen ojo después mental y dado en todas las cosas, ve el mundo de los muros de los antiguos y de su simetría; y parece conocer un cierto orden de miembros y de cosa muy evidentemente, como aquel que de Dios respeto y grandes cosas eran iluminadas."<sup>19</sup>



[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/barcelo/piccioli/divina.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/barcelo/piccioli/divina.html)

Figura 2.11

<sup>19</sup> Manetti, *Vitta*, 1976, p. 98.

## 2.4 Construcción

Existen diversos análisis sobre la parte constructiva del objeto, como el de Philibert Delorme relacionado con la construcción de tejados, bóvedas y techos de madera; Jean Chétreau ha incursionado en el tema de la esterorotomía; por su parte Alonso de Valdelvira creó un tratado dedicado a la montea, recopilando la tradición de la cantera oralmente transmitida de maestros a aprendices; Marthurin Jousse<sup>20</sup> elaboró el primer tratado dedicado completamente a la estereotomía; William Halpenny<sup>21</sup> configuró un método para el dibujo de elementos por medio de la Intersección de líneas, invento que se le atribuye, generando bóvedas nervadas, hornacinas y barandillas curvas, además parte de su estudio lo dedica al tema de los órdenes.

Según el artículo de *Science and Images* Hayes Leslie D., Welland David, la progresión similar aparece en la historia de la arquitectura, los principios de los cuales surge la arquitectura, por ejemplo mencionan los arcos romanos semicirculares, su aparición fue una consecuencia de creer en la primacía del círculo, como este ejemplo hay en la época medieval y a lo largo de la historia. Esta forma, la catenaria<sup>22</sup> puede ser construida sólo colgando una cuerda sostenida en ambas manos, la cuerda se encuentra sin resistencia por efecto de la gravedad, esto da una forma pura de tensión, precisamente la catenaria. La forma invertida construida con piedra es la consecuencia de la contención de fuerzas de compresión, esta técnica de inversión es desarrollada y empleada con altos niveles de complejidad en la arquitectura por Antonio Gaudí, en la que debajo de los complejos diseños creativos hay un uso racional de la estructura.

El desarrollo de la arquitectura del siglo XX tiene relación con la geometría no euclidiana, la cuarta dimensión y el arte moderno desde la mitad del siglo XIX, en donde la relación con las matemáticas y el arte son tendencias de rompimiento y abstracción. Surgen ciencias opuestas en teorías del espacio físico, de las artes visuales y del espacio percibido. La geometría no euclidiana y la cuarta dimensión las usan los artistas, rechazando la tradición, por ejemplo Cezanne explora los nuevos efectos espaciales en las pinturas de Mont Sainte-Victorie, que son construcciones visuales análogas acerca de componentes en la escena situada a varias profundidades.

20 Marthurin, *Le Secret*, 1642, p. 92

21 Halpenny, *The art*, 1725, p. 72

22 la catenaria como la cicloide son dos curvas importantes en la física y en las matemáticas. La curva que describe un cable que está fijo por sus dos extremos y no está sometido a otras fuerzas distintas que su propio peso es una catenaria. La catenaria se confundió al principio con la parábola, hasta que el problema lo resolvieron los hermanos Bernoulli simultáneamente con Leibnitz y Huygens.

En 1903 se desarrolla el cubismo, E. Jouffer usa geometría descriptiva y superposición axonométrica de proyecciones para crear dos dimensiones hypersolidos, Picasso y otros pintores cubistas donde estos dibujos, en particular dibujos clertamente representativos de cualquier artista y científico donde conserven espacio y tiempo.

La tercera dimensión se refiere a las dimensiones de longltud, altitud y profundidad, su parte la cuarta dimensión es ortogonal a esa otras tres dimensiones. También los tres puntos cardinales son arriba/abajo (altitud), norte/sur (longitud) y occidente/oriente (latitud). Para referirse a la cuarta dimensión es necesario usar una nomenclatura creada por Ruby Rucker con términos como *ana/kata* (a veces llamado *spissitude* o *spassitude*), *vinn/vout* y *epsilon/delta*. En física se hace referencia a la cuarta dimensión cuando se habla del tiempo, tomando en cuenta la teoría de la relatividad, en este caso, se necesita de un componente adicional que es la quinta dimensión.

En lo referente a la construcción hay que considerar como elemento importante en el siglo XX a la base modular, la cual proporciona unidad a cada conjunto permitiendo un manejo bastante libre del espacio. La industrialización genera la necesidad de estandarizar, de modular elementos, la tecnología permite una serie de tipos, posibilidades de armado y diseños tan variados, que ayuda al dimensionamiento de la producción en fábrica. La modulación es el método que permite coordinar las dimensiones de las partes del edificio, dando flexibilidad en su uso y factibilidad para su construcción. Este uso de elementos dimensionales suscita el cambio del enfoque del diseño y de los métodos de trabajo.

## 2.5 Música

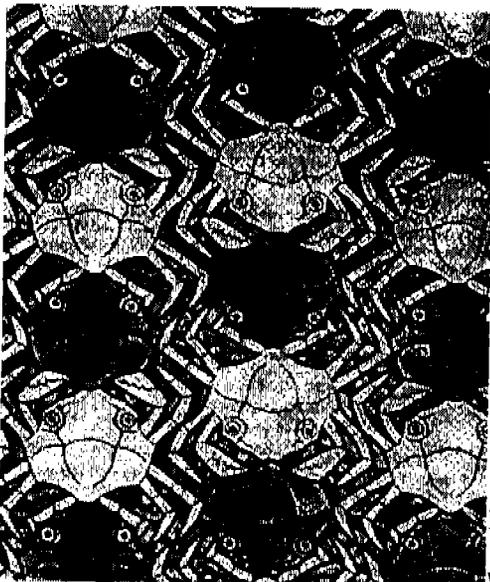


Figura 2.12

La teoría de la música ha considerado una especie de geometría en los fenómenos acústicos. Pitágoras le da a la música un puesto central en su escuela, ya que mantiene un papel importante dentro de la cosmogonía<sup>23</sup> y metafísica<sup>24</sup>. Las matemáticas y la música se unen en el concepto pitagórico "armonía", que significa la proporción de las partes de un todo, orden por el cual se rige el cosmos el cual es dinámico.

Por ejemplo, Una de las interacciones más claras entre la obra de Escher y la de Bach es el grabado "*Crac canon*", literalmente "*canon cangrejo*". Entre las posibilidades estructurales del canon musical está el llamado "canon cancrizante o retrógrado"; donde la melodía principal se supone a otra que es exactamente igual pero que procede de forma retrógrada desde el final, es decir el canon mantiene una simetría tal que si se tocara de forma invertida el único cambio sería que una de las voces tomaría la melodía de la otra y viceversa.

En el concepto pitagórico se establece un paralelismo entre los intervalos acústicos considerados como base de la música y las distancias entre de los planetas. Por lo que se entiende por ejemplo que de la tierra a la luna hay un tono, de la luna a Mercurio un semi tono y así sucesivamente.

En la búsqueda de las proporciones la escala pitagórica es probablemente la más antigua, pero no la única elaborada en el ámbito de la compleja teoría musical griega, sin embargo por su fuerte valencia simbólica, con los números 1, 2, 3, que gobiernan reinterpretaciones en clave trinitaria, será la base de la teoría musical medieval.

En 1619 Kepler en su *Harmonices Mundi Libri Vno* expone sólo la célebre ley que demuestra la geometría elíptica de las órbitas planetarias, se extiende a la definición de medidas producidas de cualquier planeta, transcribiendo su propuesta sobre el pentagrama.

Aristóteles dice que los pitagóricos afirman que "la tonalidad del universo era armonía y número". El número alude al aspecto visual, geométrico y astronómico de los cuerpos del cosmos, la armonía alude al sonido de los instrumentos afinados que hacen del cosmos una orquesta sinfónica.

Según el testimonio de Aristóteles, después de justificar el hecho de que tal clase de sonido no la oiga el ser humano, arguye que la causa de ello se halla en algo que se da siempre, desde el instante mismo del nacimiento: la carencia de todo contraste con el silencio, lo que nos impide distinguir este, a pesar de que sonido y silencio se puedan discernir el uno del otro, justamente por ser contrarios.

23 Ciencia que estudia la formación de los objetos celestes.

24 Parte de la filosofía que estudia las propiedades, principios y causas primeras del ser.

Una de las preocupaciones durante el renacimiento y concretamente de Alberti, es la determinación de las medidas proporcionales, ya que sin ellas era imposible establecer las consonancias musicales tan importantes para la construcción arquitectónica, medidas que según demostraba el *Timeo* constituyen todos los intervalos de la escala musical.

Como se mencionó anteriormente es Francesco Giorgio quien interpreta el *Timeo* y encuentra esas medidas tanto geométricas, aritméticas y armónicas, como números enteros entre los términos de la serie original de Platón. Basándose en ellas, Palladio establece sus propias reglas para construir una habitación o espacio cualquiera según su proporción adecuada, inicia por ejemplo en la relación 6 (ancho), 9 (alto), 12 (largo), la medida aritmética 9 en relación 4.6.9. la medida geométrica es 6 y en relación 6, 8, 12 la medida armónica es 8.

Esta concepción como otras de la misma época, está basada en la validez universal y en la conmensurabilidad<sup>25</sup> de los cocientes. De ahí que Alberti sostenga que "los números por medio de los cuales el acorde de sonido afecta a nuestros oídos con placer, deben ser los mismos que agraden a nuestra vista y nuestro pensamiento. Por tanto, todas nuestras reglas para determinar proporciones debemos obtenerlas de los músicos que son los grandes maestros de esta clase de números"<sup>26</sup>.

Estas analogías con la música son desarrolladas posteriormente por Cardan, criticadas en el siglo XVII por Perrault en su libro *Ordennance des cinq especes de colonnes* del año 1683, en el que menciona que "el conocimiento que tenemos por medio del oído de lo que resulta de la proporción de las cuerdas, que es en lo que consiste la armonía, es completamente diferente al del conocimiento que percibimos por la vista, de lo que resulta de la proporción de las partes que componen la columna."<sup>27</sup>

Durante el siglo XVII, se continúan haciendo estudios con la analogía musical y se llega a negar la aplicación de la figura humana a cualquier sistema de proporción matemática, ya que en la perspectiva estas proporciones aparentemente varían.

Marsilio Ficino difunde la forma en que Platón relaciona la arquitectura y la música. Este último en *La República* habla sobre la dignidad particular del arquitecto, que basa su obra sobre "la verdad eterna" de lo que le denomina el asunto "intangible" de la geometría y la matemática.

25 Se aplica a cualquier cantidad que tenga con otra una medida común.

26 Alberti, *De re Aedificatoria*, 1996, p. 45.

27 Perrault, <theory of Claude Perrault hermann Wolfgang, 1975, p185

Ficino considera que la arquitectura en la segunda mitad del siglo XIII, con la intervención en la construcción de escultores, pintores y orfebres (como Arnolfo, Giotto, Orgagna, Ghilberti y Brunelleschi), tiende a dirigirse, de manera más marcada después de los escritos de Alberti, en representaciones figurativas, en imágenes visuales antes que en construcción, la arquitectura se encontró resumida a término de pintura y escultura, llegando a ser en el *cinquecento* una de las tres artes denominadas como artes del diseño.

San Agustín en su *De música da los fundamentos de la métrica poética*, el orden, el simbolismo musical, es posible encontrar relaciones armónicas si se toma en consideración el número de los elementos similares presentes sobre varios entre el número de diversos elementos como los intercolumnios.

La teoría de la música se ha considerado como una especie de geometría de los fenómenos acústicos. La idea de relación entre las ciencias se hace patente en la organización pedagógica del *trivium*<sup>28</sup> y *cuadrivium*<sup>29</sup> medievales.

En el periodo medieval es cuando se están sentando las bases para la futura música europea y también se está desarrollando el estilo gótico. Lo que se puede decir que distingue al arte musical europeo es el grado en que se ha explorado la armonía, entendida esta como el sonar simultáneo de uno o más tonos. El primer intento que se puede decir que resultó positivo por reunir dos melodías simultáneas ocurrió alrededor de 1160 en Notre-Dame de París<sup>30</sup>, creándose un repertorio de música armónica que se volvió popular.

La armonía se considera importante porque es a través de ella que se pueden percibir las proporciones con la que el cosmos es creado, esto es lo que sustentaban los pitagóricos, explicándolo de la siguiente manera: si se toman los números 1, 2, 3, 4, 5, se está hablando de aritmética, si con estos números se construyen estructuras como dimensiones se le puede llamar geometría, pero cuando estos números corresponden a cuerdas o tonos la armonía es un hecho audible.

Esto quiere decir que las combinaciones numéricas producen consonancias y disonancias y de la tensión de estas surge la música. Hay

---

28 Entre los romanos y durante la Edad Media, conjunto de las tres artes liberales relativas a la elocuencia: gramática, retórica y dialéctica.

29 En la Edad Media, conjunto de las cuatro artes liberales (aritmética, música, geometría y astrología o astronomía); el cuadrivium y el trivium constituían las enseñanzas medievales que se impartían en las escuelas.

30 Se puede mencionar como ejemplo la misa Leonin, primer compositor de Notre Dame.

Investigaciones que mantienen la tesis de que los edificios construidos con proporciones armónicas son acústicamente mejores que los que no poseen esta proporción.

La acústica de las catedrales góticas y de otras iglesias de menor tamaño pero construidas con los mismos principios; en las iglesias anteriores al gótico la música era armónicamente simple y destinada a voces de acompañamiento, esto se refiere a la música románica instrumental, la cual suena caótica en los espacios góticos, en cambio los edificios románicos intensifican aparentemente las armonías naturales que están presentes en cada tono.

Se han realizado varios estudios como el de la pequeña intervención de Alberti en la capilla anexa al convento Vallambrosiano de S. Pancrazio, en donde en la búsqueda de proporciones realiza un análisis de las relaciones armónicas musicales. El paralelismo albertiano que se encuentra entre la armonía numérica de la música y el ritmo apreciable con el oído y aquella de los objetos tridimensionales que pueden ser apreciados por la vista:

*"dunque queste cose belle piacciono a causa del numero in cui, come abbiamo già mostrato, si ricerca l'uguaglianza. D'altra parte tale numero non si trova soltanto nella bellezza pertinente all'udito e che si fonda sul movimento del corpo, ma anche nelle stesse forme visibili, a proposito delle quali si parla più comunemente di bellezza."<sup>31</sup>*

Más de un siglo después, Severino Boezio dice que el oído es tarea de los sonidos, en el mismo modo que el ojo de las impresiones ópticas y de este modo también es posible reencontrar la misma armonía de tipo numérica.

En documentos sobre teología cristiana del año 1124 escritos por Abelardo, se pone en evidencia una directa relación entre la música y la arquitectura, subrayando como las principales dimensiones del Templo de Salomón, estableciéndose reglas de relaciones armónicas: longitud, ancho y altura siendo 60,20 y 30.

Los resultados de un análisis computacional realizado en el Baptisterio de Pisa sobre las resonancias de su estructura circular, sugieren que los arquitectos del renacimiento diseñaron las pipas del órgano de la iglesia. Por medio de una serie de estudios de modelos matemáticos se ha buscado entender cómo se usaron los ángulos para manipular los sonidos.

31 Agostino, *de Musica*, 1997, p. 349. Traducción: Aunque estas cosas bellas gustan a causa del número en el cual, como hablamos mostrado, se busca la igualdad. Por otro lado tal número no se encuentra solo en la belleza pertinente a oído y que se unda sobre el movimiento del cuerpo, pero así en esta forma visible el propósito por el cual se habla más comunemente de la belleza.

Leonello Tarabilla profesor de música de la Universidad de Pisa junto con Silvano Buralassi, escriben un libro acerca de la plaza y en sus investigaciones acústicas concluyen que *"there is music that can exist only in this place and we intend to create it. The resonante, the vibrations, are incredible."*

Xenakis no solamente fue arquitecto, sino que trabajó 12 años en el estudio de Le Corbusier durante sus primeras experiencias como autor de un nuevo género musical, en un estudio sobre el concepto de simetría, sobre la idea de las masas, el espacio-tiempo. Las operaciones a través de las cuales transfería conceptos, formulas y símbolos matemáticos en su composición eran siempre dictados de una opción filosófica.

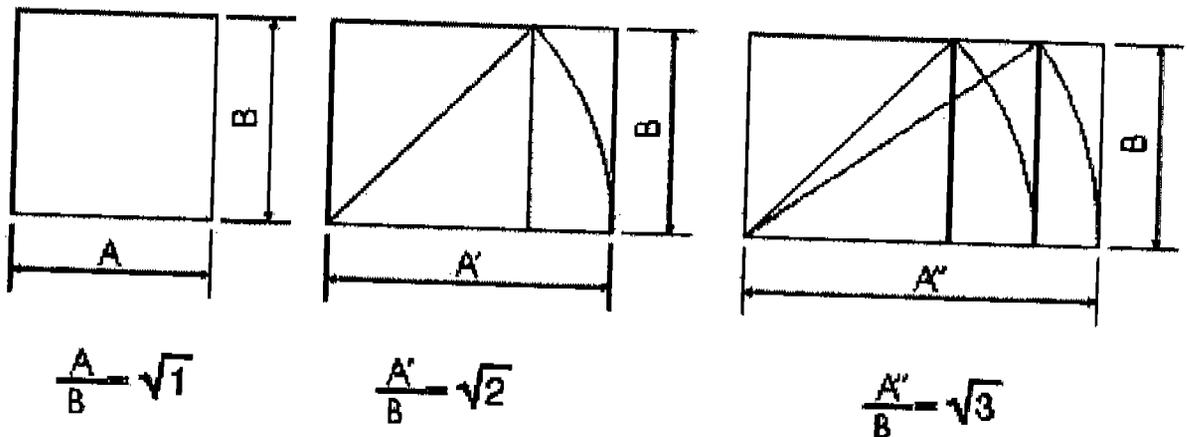
Menciona que la composición arquitectónica no es sólo una metáfora de tinte lógico, es una representación proyectiva del mundo de los sonidos, en aquel del espacio o en dos universos al unísono a través de la complicada estructura de la luz, espacio y sonido son los politopos<sup>32</sup>, verdadera y propia arquitectura sonora.

En el libro *The theory of proportion in architecture* de P.H. Scholfield, se discuten tres sistemas de proporción y uno de ellos es la proporción musical usada durante el renacimiento, desarrollado principalmente por Alberti siendo un sistema ya usado por los romanos y en el modulator de Le Corbusier. Todos sus sistemas tienen nociones matemáticas y presentan sistemas proporcionales de sistemas musicales, siendo en el sistema romano por medio de la rotación del número  $\sqrt{2}$  y  $\theta = 1 + \sqrt{2}$  el modulator se basa en cambio en el número de oro  $\phi = (1 + \sqrt{5})/2$ , la base del sistema romano es la ley de repetición de radios y la construcción geométrica sección sacra.

Por ejemplo en la capilla de los Medici se ilustran la ley de repetición y la sección sacra y expresiones geométricas de propiedades aditivas del sistema romano y con este estudio Kappraff asegura la presencia de proporciones musicales en su diseño.

32 En matemáticas un politopo regular convexo de 4 dimensiones (o polícoro), es un politopo tetradimensional que al mismo tiempo es regular y convexo. Son los análogos en cuatro dimensiones de los sólidos platónicos en tres dimensiones y los polígonos regulares en dos dimensiones.

## 2.6 Rectángulos armónicos



El rectángulo armónico es la figura geométrica que sigue en importancia al rectángulo áureo. Esta figura se obtiene del cuadrado, cuyo lado y diagonal pasan a ser las medidas de los lados del rectángulo. Las proporciones de sus medidas son raíz de 2.

<http://www.grafikas.es/epuntes/fpapel.htm>  
 Figura 2.13

También existen rectángulos armónicos de series dinámicas de raíces varias, estos rectángulos tienen utilización práctica, por ejemplo el formato raíz de 2 es el que permite ampliar al doble de superficie en una fotocopiadora un documento sin tener que hacer ajustes ni recortes, por eso en las máquinas siempre están los valores de raíz de 2 y su inverso, 141% y 71%.

Según Rykwet Joseph Eignth<sup>33</sup> existen modalidades en la proporción, con carácter matemático propio de la razón, que determina las relaciones que se dan entre las dimensiones de los objetos urbano-arquitectónicos, estas modalidades a las que se refieren son las siguientes:

**Progresiones de tipo aritmético:** se dan a partir de un número inicial y por adición o sustracción de otro número constante (razón aritmética) se puede construir una serie de números creciente o decreciente, que puede ser tomada como base para seleccionar los que corresponderán a las dimensiones del objeto.

**Progresiones de tipo armónico:** son las que se mencionan en el tema de la proporción áurea, la serie Fibonacci, entre el número de progresiones geométricas que pueden desarrollarse a partir de la enorme cantidad de razones distintas existentes. El matemático italiano del siglo XIII construyó progresiones geométricas en las que cada término es igual a la suma de las dos anteriores, con una razón armónica; esto da una sucesión creciente o decreciente en la que se reproduce una y otra vez, con un ritmo ordenado y

<sup>33</sup> Rykwert, *On the art*, 1999, p. OJO PAGINA.

cambiante, gradualmente acelerado o desacelerado, la relación cuantitativa establecida entre los términos de la progresión dentro de un proceso evidente y dinámico.

Desde el punto de vista geométrico y matemático, tales relaciones corresponden a lo que Euclides llamó "división de una longitud en media y extrema razón", construyendo por tanto la partición más "lógica" de una recta en dos segmentos asimétricos, esto es, desiguales, siendo su expresión matemática  $a+b/b=b/a$ . Esta es el sustento de la progresión armónica y dinámica que se ha usado como base de proporción a lo largo de la historia.

El investigador norteamericano Jay Hambridge, se basa en los estudios del Inglés Theodore Cook para encontrar y desarrollar un procedimiento que permite producir series dinámicas (de razón geométrica armónica), el cual ofrece otras alternativas para el dimensionamiento del proyecto con una mayor o menor correspondencia entre los tamaños de sus partes y el conjunto y con el consecuente efecto de unidad.

## 2.7 Otras construcciones geométricas

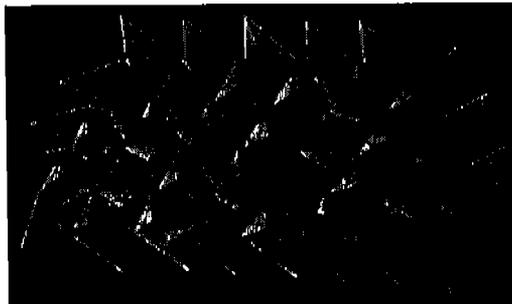


Figura 2.14

[cfurrianca.files.wordpress.com/.../modulo-2.jpg](http://cfurrianca.files.wordpress.com/.../modulo-2.jpg)

Hay dos conceptos diferentes para el término módulo, uno que lo define como unidad de medida y el que lo define como coeficiente numérico, ambos se refieren a la base para lograr una correlación de tamaños.

El módulo como unidad de medida en el periodo clásico de Grecia y Roma, era una unidad de proporción la cual se relacionaba con diferentes dimensiones de las partes del edificio y cada una de estas partes era un múltiplo exacto del módulo, en general múltiplo o submúltiplo exacto de las cosas en tanto la unidad de medida es la base bidimensional.

Mientras el módulo como coeficiente numérico significa una regla o una norma que permita relacionar diferentes números y tamaños en una serie geométrica, el módulo es un multiplicador constante, la razón de

la progresión y proporción, la correlación de los términos de la serie o en su caso de los tamaños, se refiere a una secuencia.

Existen otras construcciones geométricas que son estudiadas para obtener técnicas de composición espaciales. Rachel Fletcher que hace un estudio sobre el cuadrado por medio de ejes horizontales y verticales, simbolizando polaridades en el tiempo y espacio, expansión y contradicción, la tierra y el cielo.

Para Fletcher que el eje vertical representa la comunicación de la humanidad con lo divino, mientras el horizontal alude a la comunicación entre los hombres. En su estudio menciona la relación tiempo-espacio, partiendo de la idea de que el cubo como representación masiva y sólida en la filosofía platónica simboliza la tierra y la forma ideal.

También establece asociación con las cuatro estaciones (primavera, verano, otoño e invierno) y los cuatro elementos (fuego, tierra, aire y agua), otorgando características de expansión y contracción entre ellos, como calor y frío, las cuales se interpretan de diversas maneras en muchas culturas orientales y occidentales.

La definición matemática de Alberti, inspirado en Vitruvio, dice que la belleza se basa en la integración racional y proporcional de todas las partes del edificio, de tal modo que cada elemento muestre unas dimensiones y una forma absolutamente estable y que nada pueda añadirse o quitarse sin que con ello se destruya la armonía del conjunto. Esta conformidad de proporciones y correspondencia de todas las partes, esta geometría orgánica, debe observarse en todos los edificios pero sobre todo en las iglesias. Alberti sostiene entonces que "*Sed quemadmodum in animante capuz, pes: et qualcunque vellis membrum ad caetera membra atque ad totum reliquuum corpus referendum est: ita et edificium maximeque in templo conformandae universae partes corporis sunt: ut Inter. Se omnes correspondeant; ut quavis una illarum sumpta eadem ipsa caeterae omnes partes sorporis sunt: un Inter. Se omnes partes dimentiantur.*"<sup>34</sup>

Pero del mismo modo en el ser animado, la cabeza, los pies o cualquier otro miembro ha de armonizar con los restantes y con todo el cuerpo, así en una construcción, sobre todo en el templo, las partes del edificio han de ser acordes, de manera que todas se corresponden entre sí y sean medidas según un módulo elegido entre dichas partes.

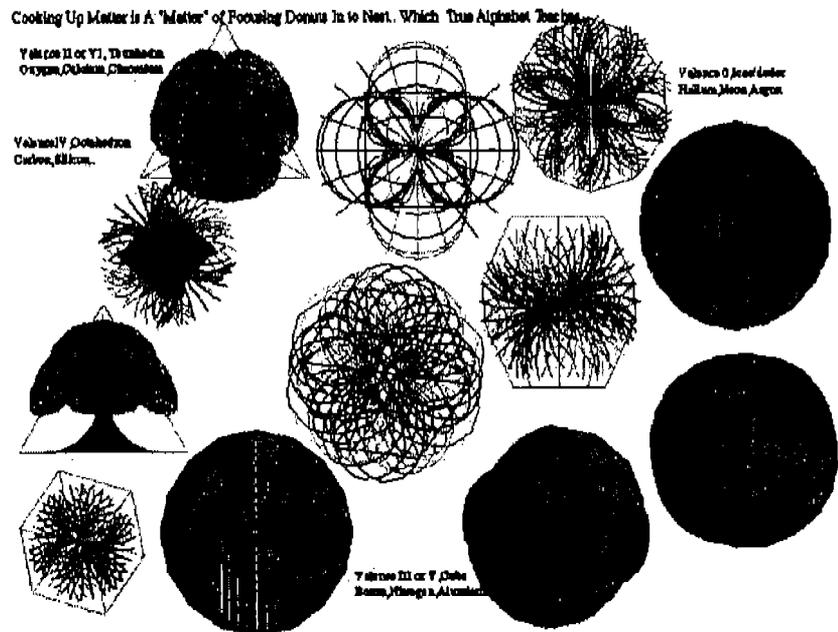
El padre franciscano Francesco Giorgio escribió el tratado *De armonía mundi*, en el cual toma la tesis de Pleroma della Mirandola y la tradición numerológica pitagórica-platónica, uniéndola a la idea sobre la armonía universal y la teoría de la arquitectura de Vitruvio, pone en relación

34 Alberti, *De re Aedificatoria*, 1996, p. 45. OJO TRADUCCIÓN

la jerarquía con los planetas y su Influencia, pero sin anular el libre albedrío, haciendo sólo una clasificación de las influencias planetarias.

Otros arquitectos habían empleado relaciones proporcionales aritméticas para las fachadas o para las habitaciones interiores, como Palladio que emplea por primera vez para una totalidad, en las villas, sosteniendo que "las habitaciones mayores deben guardar tal relación con las medianas y estas con las menores que, como dije en otro punto, una parte del edificio posea de suyo cierta armonía de los miembros que lo tome perfectamente bello y grácil."

## 2.8 Geometría sagrada



[www.portaldeimlento.com.ar/.../index.html](http://www.portaldeimlento.com.ar/.../index.html)

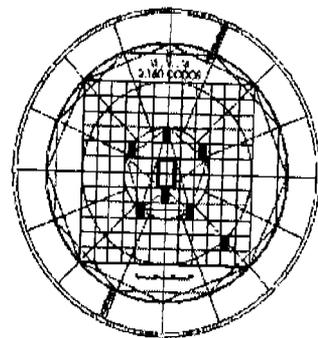
Figura 2.15

Hay dos aspectos fundamentales en las matemáticas de las edificaciones sagradas. El primero es el aritmético, que consiste en escoger un módulo (por ejemplo la medida del pie) y sus múltiplos. Los constructores de catedrales a veces escogían los números por su valor simbólico. Por ejemplo en la Catedral de Chartres, las dimensiones principales, expresadas por las unidades de la época, corresponden a la geometría de expresiones como *Beata Virgo Maria Mater Dei* (Bendita Virgen María, Madre de Dios). Nadie supo de esto desde que fue determinado por el arquitecto John James en su redescubrimiento hacia el 1970.<sup>35</sup>

35 Godwin, *Anales*, OJO AÑO, p. OJO PAGINA.

El otro aspecto de las matemáticas sagradas es la geometría, la cual utiliza las herramientas del compás y la escuadra (la aritmética usa el ábaco). La aritmética dicta las dimensiones, la forma geométrica; por lo tanto es responsable de la ingeniería del edificio.

Se decía que la catedral era calculada para ser el reflejo de la Inteligencia matemática de Dios. La geometría sagrada es básicamente geometría que está enfocada en describir la creación o la conciencia. Se trata de una actividad para hacer (mas que una actividad para "leer" u "observar" recurre directamente al lado racional del cerebro).



[www.srqweb.com/vitrum/lucius.jpg](http://www.srqweb.com/vitrum/lucius.jpg)

Figura 2.16

La geometría sagrada es una metáfora de la ordenación del universo, es el estudio de las proporciones, patrones, sistemas, códigos y símbolos que subyacen en la materia. Se creía que era la génesis de las formas, una ciencia antigua heredada por el antiguo conocimiento hermético egipcio y griego.

Todas las culturas tienen símbolos que representan su origen así como sus valores y creencias para su transformación. Estos símbolos constituyen su geometría sagrada, tienen cualidades como neutralizar la oscuridad, generar energía para mejorar el ambiente o purificar algo.

Los principios fundamentales de la geometría sagrada son tres:

Ley de unidad: teoría del campo unificado o teoría de las supercuerdas.

Ley de tres geométrica o ley de las relaciones: proporción, frecuencia y estructura.

Ley de octava o ley de las transformaciones: explica el proceso que siguen los eventos para desdoblarse en el tiempo y permite conocer la forma en que las ondas se expanden para cambiar la dirección de vida hacia una de mayor plenitud.

Una derivación es la geometría arcana, la cual trasciende en las condiciones religiosas como una ciencia que lleva a la reintegración de la humanidad con el cosmos. La aplicación de los mismos principios, separados por espacios de tiempo, lugar o creencia, atestiguan su naturaleza trascendental.

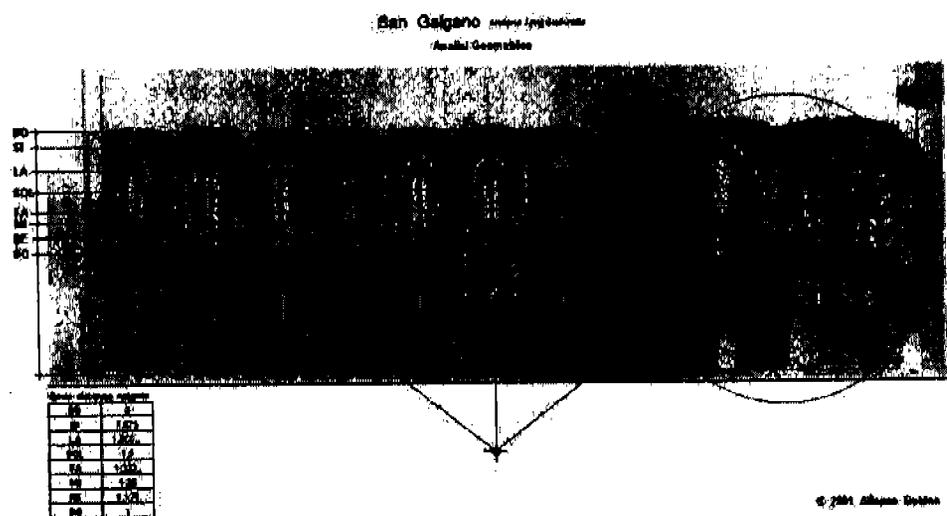
Fue aplicada a las pirámides y templos del antiguo Egipto, los templos mayas, los tabernáculos de Jehová, los zigurat babilonios, las mezquitas islámicas y las catedrales cristianas. Uno de los principios se encuentran en la máxima hermética: como es arriba, así es abajo. También se basa en la premisa de que aquello que se halla en el pequeño mundo, el microcosmos, refleja lo que se halla en el gran mundo o macrocosmos.

La geometría sagrada no trata únicamente sobre las figuras geométricas obtenidas a la manera clásica con compás y escuadra, sino también de las relaciones armónicas del cuerpo humano, de la estructura de animales y plantas, de las formas de los cristales y de todas las manifestaciones de las formas del universo.

Estos conocimientos fueron transmitidos sólo de un iniciado a otro, por medio de símbolos geométricos. Se cree que cada una de estas formas geométricas estaba investida de un significado simbólico y psicológico. Algunas de estas geometrías subsisten pero ya como lo que se ha denominado arquetipos de fe, como el hexagrama (símbolo del judaísmo) o la cruz del cristianismo.

Todas estas formas geométricas básicas tienen su propia simbología, como por ejemplo el círculo que se asocia a los primeros símbolos dibujados por el hombre, representando la totalidad. El cuadrado representa el microcosmos y con ello la estabilidad del mundo. La llamada *Vesca Piscis* es la forma producida con dos círculos de igual tamaño que se dibujan hasta el centro del otro, representa el surgimiento de la vida, fue utilizada en los antiguos templos y hasta en las grandes catedrales medievales. El número de oro es una relación que ha sido usada desde el antiguo Egipto.

Hay ejemplos como la Catedral de Chartres en Francia, en donde se presentan las relaciones de la escala diatónica natural y las aplicaron a la geometría constructiva de la Iglesia.



[www.sanalgano.info/rubino/Chartres-r\\_p.jpg](http://www.sanalgano.info/rubino/Chartres-r_p.jpg)

Figura 2.17

## 2.9 Perspectiva

La función más evidente de la perspectiva fue la de racionalizar la representación del espacio. Con la aparición de la perspectiva resultó más fácil representar escenas de grupo, organizadas de un modo especialmente complejo. El concepto de representación visual para entender la óptica implicada en esta definición, para extraer la geometría que subyace en la óptica y finalmente encontrar procedimientos para traducir abstracciones a reglas prácticas generales que cualquiera pudiera aplicar al dibujo de escenas que se encontraran en perspectiva.

En el renacimiento surgió un tratado con diez libros, en él la perspectiva se entiende como el instrumento más prelado por el arquitecto, se concibe como la proporción y el equilibrio entre todas las partes del objeto, como una armonía perfecta, en la que nada debe sobrar ni faltar. En este periodo se adopta el concepto pitagórico según el cual todo es número. Platón y los neoplatónicos, apoyándose en teólogos como San Agustín, reafirman la existencia de una estructura armónica y matemática en el universo y toda la creación.

Artistas encabezados por Alberti y Da Vinci tienen un papel importante en la consolidación de la interpretación matemática de la realidad material. Elaboraron correlaciones entre el mundo visible y el inteligible, que eran ajenas tanto a la teología mística como al escolasticismo aristotélico de la Edad Media. Consideraron a la arquitectura como una ciencia matemática basada en unidades espaciales, en partes de ese espacio universal cuya clave de interpretación científica habían encontrado en las leyes de la perspectiva.

La arquitectura se expresa mediante un diseño perspectivo y proporcional, propio a identificarse con la representación bidimensional o tridimensional de sí misma; esta representación no es la del volumen espacial, por lo tanto se vale de otros medios para ser más realista como la pintura y la escultura.

Es así como en el renacimiento se conocen los escritos de Vitruvio, que son criticados en los apartados referentes a la teoría de las proporciones. El canon vitruviano es contrapuesto al que le denominan la tratadística renacentista con el nombre de Verrone, este canon hace referencia a la construcción de la figura humana según una retícula.

En sus tres libros *De prospectiva pingendi*, Piero della Francesca habla sobre la perspectiva, el dibujo y el color, constituyéndolos como la base de la pintura. Desarrolla sus tratados con riguroso método matemático, partiendo de Euclides y procediendo desde el examen de puntos, líneas y planos, hasta los sólidos.

En realidad son manuales técnicos y prácticos que Incluyen ejercicios de dificultad creciente, que permiten al pintor el aprendizaje para dar resolución a problemas de representación.

Es así como Piero della Francesca da la posibilidad de que a través de la perspectiva sea entendida la arquitectura, explicando y ejemplificando de manera práctica la idea de Brunelleschi y de Alberti, de que la perspectiva es un elemento ordenador de la realidad visual, con base en la norma matemática y geométrica, traduciendo en términos científicos el espacio arquitectónico, tanto el Imaginado como el construido.

En el tratado de Alberti denominado *De Pittura*, se puede apreciar que la arquitectura pintada o dibujada, presenta una importancia mayor que la propia obra construida.

Para colocar en perspectiva cualquier objeto arquitectónico situado en el espacio, es necesario primero proyectarlo en su consistencia espacial, delinearla en proyecciones ortogonales y mediante operaciones proyectivas de tipo científico, representadas en un plano bidimensional, pero que en su percepción visual nos permite entender el espacio tridimensional.

Se pueden encontrar once teorías perspectivas de Piero della Francesca, nueve de ellas son ilustraciones de ejemplos arquitectónicos en donde se pueden ver los procedimientos perspectivos y algunas imágenes o soluciones ilustradas de dibujos de este tratado aparecen en la arquitectura pintada y en la arquitectura construida.

Mediante la perspectiva, las matemáticas y la geometría se relacionan con las artes visuales y particularmente con la arquitectura, entendiendo la perspectiva como un medio de dominio visual racional del mundo por medio de las proporciones, como se puede ver en la terminología de Vitruvio o a través de la simetría mencionada por Plotino.

En Florencia a principios del siglo XV, la concepción del espacio fue traducida en términos artísticos, como se ha podido ver a través del uso de la perspectiva, siendo uno de los hechos fundamentales en la historia del arte. En la perspectiva lineal cuando se le observa de lejos, los objetos se encuentran trazados sobre una superficie plana, sin tener referencia alguna con sus formas absolutas o en sus relaciones, es de esta manera por lo que un dibujo o una pintura en su conjunto se encuentran calculados para ser vistos desde un único punto de observación. En comparación con la época medieval, en donde existía la concepción plana y desarticulada del espacio, el principio de la perspectiva originó en el siglo XV un cambio en la concepción artística. En una representación en perspectiva cada elemento se halla relacionado con un único punto de vista, el del propio espectador.

En tanto que la perspectiva del barroco se basa en la idea de lo ilimitado, con una composición nueva, con elementos basados en el movimiento.

La capilla Pazzi es una superficie lisa, construida por una sucesión de recuadros iguales, al igual la fachada de San Carlo alle Quattro Fontane expresa movimiento, cada uno de sus recuadros parece dividido entre sí, este movimiento se expresa hacia adentro como se puede observar en las figuras 2.18 y 2.19, dando flexibilidad a la piedra, lo hace un muro de apariencia dúctil, provocando que la planta también de esa impresión.



Figura 2.18

[www.essentialarchitecture.com/ARCHITECT/180p...](http://www.essentialarchitecture.com/ARCHITECT/180p...)



Figura 2.19

Por ejemplo Vasari realiza la obra en perspectiva, con profundidad en la calle de los Uffizzi, por medio del uso de las líneas horizontales continuas este efecto se puede apreciar en las figuras 2.20 y 2.21, con el uso del tejado saliente, de las tres cornisas, siendo estos elementos los que acentúan más este efecto.

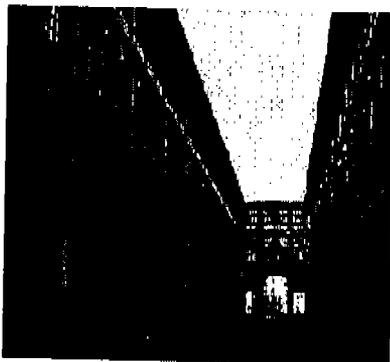


Figura 2.20

[www.ciao.es/.../SortOrder/2/Start/5](http://www.ciao.es/.../SortOrder/2/Start/5)

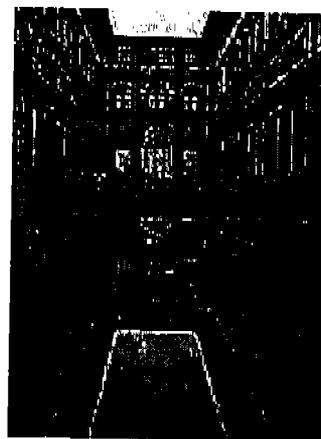


Figura 2.21

La fusión entre el espacio exterior y el interior se logra, otro arquitecto Tatlin adopta la forma espiral con el movimiento que le es inherente a esta forma.

San Lorenzo de Guarino Guarini usa algunos medios arquitectónicos que desafían a la gravedad, en la cúpula se puede ver una malla compuesta de arcos secantes que atraviesan de un punto a otro del círculo.

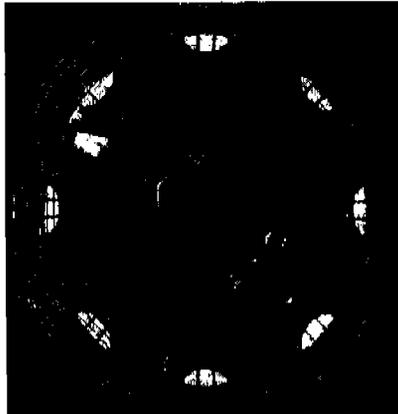


Figura 2.22

[www.goitre.it/.../060922\\_sanlorenzo1.jpg](http://www.goitre.it/.../060922_sanlorenzo1.jpg)

Se puede considerar que la *distancia* es un concepto integral en la perspectiva. Tomás García Salgado<sup>36</sup> en su libro proporciona un análisis histórico del concepto de distancia, da los diferentes modos en que se han representado de manera geométrica las distancias en las teorías referentes a la visión, las técnicas de observación, los métodos en que se ha desarrollado la perspectiva del espacio, haciendo un contraste con la perspectiva de los objetos y examinando diversos métodos de trazos.



[www.cge.udg.mx](http://www.cge.udg.mx)

Figura 2.23

Sin embargo la impresión del espacio ilimitado no se logra mediante el empleo de la ilusión perspectiva, se hace por medio de la luz que penetra por la cúpula, dando el efecto de desmaterialización, este efecto se da en algunos edificios, como ejemplo se puede citar la mezquita de Hlajem, en Córdoba.

Con Borromini se puede ver la idea de trasladar el movimiento de un determinado esquema del espacio interior al exterior, esto anticipa uno de los conceptos que desarrollará posteriormente la arquitectura moderna, como la obra de Teo Van Doesburg.

Se pueden observar el uso de planos horizontales y verticales en 1920, se ve la relación entre los planos como elementos de expresión arquitectónica. La aparición de nuevos materiales y nuevos elementos como el hierro forjado, el hormigón armado, o la estructura metálica.

<sup>36</sup> García-Salgado, *Instrumentos*, 2003,

Desde el renacimiento hasta el siglo XX, la perspectiva ha sido uno de los más importantes elementos de la pintura, permanece como un elemento constante a través de todos los cambios de estilo. El espacio tridimensional del renacimiento es el espacio de la geometría euclidiana, pero en 1830 se crea una geometría que difiere de la euclidiana por el empleo de más de tres dimensiones.<sup>37</sup>

Un punto importante es el espacio, la física moderna lo concibe en relación a un punto de vista móvil, no como la entidad absoluta y estática del sistema de Newton. Por ejemplo el cubismo rompe con la perspectiva del renacimiento, la representación de objetos desde varios puntos de vista introduce un principio de simultaneidad.

La cuarta dimensión es una característica o propiedad también de tipo matemática, adquirida por el espacio, tiempo y materia. Por ejemplo la perspectiva es la representación gráfica de las tres dimensiones (altura, profundidad, ancho), cuando parecía claro y técnicamente entendible, se encuentra la idea de la cuarta dimensión, precisamente en lo que se le denominó la revolución dimensional cubista en el periodo anterior a la guerra de 1914.

A partir de la realidad de un objeto se intenta representarla, pero no se puede lograr en tres dimensiones que son las que permite la perspectiva; para representarla íntegramente tendría que hacerse un sin fin de perspectivas desde los infinitos puntos de vista que hay. Por lo cual se entiende que hay otro elemento, además de esas tres dimensiones, este elemento es precisamente ese desplazamiento sucesivo del ángulo visual, de esta manera se puede hablar de una cuarta dimensión.

La cuarta dimensión responde a las necesidades de la arquitectura, entendiendo que el objeto edificado requiere del elemento tiempo para ser recorrido. De este modo el espacio da una idea de la realidad de manera integral, el entendimiento del volumen, las limitantes que definen este espacio, interior y exterior. Esta experiencia espacial se vuelve propia de cada individuo, teniendo una prolongación en la ciudad.

Hay algunos tratados en que se estudia otro aspecto, la perspectiva en relación con el arte y no con la óptica, entre los que se encuentra el de Jean Pélerin Viator<sup>38</sup>. Dando la aportación de que el ojo es un punto fijo y la llamada línea de diametralis o línea de visión móvil, con esta posición se coloca en contra de lo sustentado por Alberti.

Al hablar de este aspecto es indispensable retomar los estudios de Piero de la Francesca, considerar los de Durero y algunas observaciones de Serlio o de Guillebaldo del Monte, este último establece el concepto

<sup>37</sup> Perelló, *Poincaré*, 2000, p. 64

<sup>38</sup> Pélerin, *De artificiali*, 1965, p. 94

punto de fuga. Por su parte Vaulezard hace un estudio esquemático de la perspectiva lineal, realizado por medio de rigurosos cánones matemáticos, en donde se describe el compás de perspectiva, que servía para aumentar las dimensiones de las figuras, Instrumento que Galileo en 1606 ya había descrito con la finalidad de determinar las proporciones. También hay estudios interesantes sobre efectos especiales de diferentes tipos de anamorfosis<sup>39</sup>, en los que se establecen normas para estas configuraciones.

Otra visión es aquella que parte de la escenografía, que da la pauta para argumentar que la arquitectura procede de la pintura y de la perspectiva como técnica imprescindible, idea que sostiene Andrea Pozzo: "chi e buon pittore, e buon prospettico, dunque sara buon architetto."<sup>40</sup>

El tratado de Pozzo se enfoca principalmente a problemas de tipo arquitectónico real y ficticio, estructuras permanentes y provisionales.

Métodos como el de Gaspard Monge son concebidos para la Ingeniería militar, representando proyecciones paralelas, proyección ortográfica. Sin este método hubiese sido muy difícil el desarrollo de la maquinaria del siglo XIX, ya que es la base del dibujo Industrial.

Otros autores como Linneo, simplifican el proceso designando con un nombre latino al indicar género y otro con nombre abreviado para la especie obtiene un nombre denominado binomial de la especie de la misma manera que Palladio obtiene lo que se ha denominado el orden gigante palladiano, en el interior de un arco alto único en donde existen dos o más plantas, una ventana se abre encima de la puerta, la forma genérica del arco es una envolvente, sin confundirse los elementos que forman parte de la composición.

Para Alberti un ornamento importante es la columna, su teoría respondía a lo que denominaba el espíritu de la arquitectura clásica, no conocía los templos griegos, edificios en los que la columna es el elemento fundamental, la columna es el residuo de un muro perforado, una idea opuesta a los griegos, con ellos la columna es una unidad escultural autónoma. Para Alberti la columna es parte integrante del muro, remite a los edificios toscanos del siglo XII, descendientes de obras clásicas tardías y bizantinas, como es el caso de San Francisco en el que se usan columnas como el principal adorno de la fachada.

En Santa Maria Novella se puede apreciar el trabajo de proporciones sencillas que se inscribe en un cuadrado; otro cuadrado, cuyo lado mide la mitad del lado del cuadrado grande, define la relación entre los pisos, el piso inferior se divide en dos de estos cuadrados pequeños,

39 Dibujo deformado de un objeto, que visto en un espejo cilíndrico y cónico recupera su forma real.

40 Pozzo, Perspectiva, 1971, p. 126

mientras el piso inferior se divide en dos de estos cuadrados establece entre el conjunto del edificio y sus partes principales es de uno o dos, lo que en términos musicales se denomina una octava y esta proporción se repite en la relación existe entre la anchura del piso superior y la del piso inferior.

En dos construcciones posteriores se puede ver un cambio en sus planteamientos teóricos, ya que en San Sebastiano y San Andrea hay una ausencia de columnas. En el renacimiento se considera la simetría como un requisito teórico del diseño, la comparación sin embargo de la villa paladiana con otros edificios se puede apreciar la ruptura, la sistematización de la planta se convierte en la característica que define los palacios y las villas de Palladio, según lo afirma Wittkower.

Existen estudios que por medio de un acercamiento y método de construcción espacial perspectivo, se dirigen a distinguir y explicar la composición de las pinturas del renacimiento. Como el de Richard Talbot que busca, por medio de la construcción espacial de diferentes pinturas, explicar como la geometría y métodos se relacionan a partir de la arquitectura de Brunelleschi. Este estudio se realiza a partir de dos obras la trinidad de Masaccio que tienen una disminución espacial sistemática y *La flagelación* de Piero della Francesca. El estudio menciona que en 1435 Alberti descubrió los principios generales para crear con regularidad la disminución de la red del piso y proveer la primera teoría al respecto.

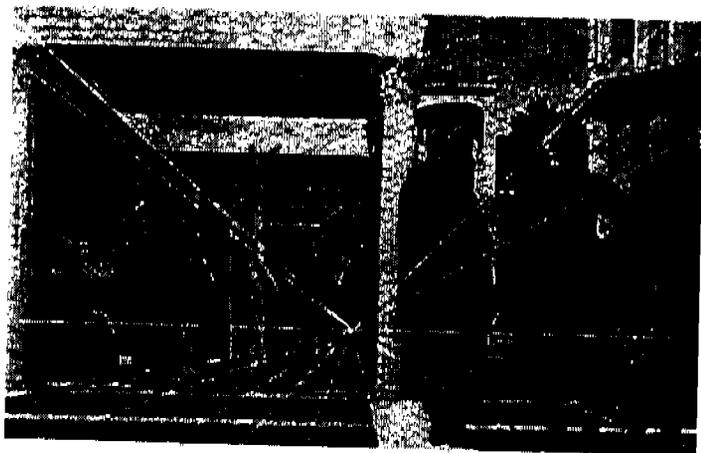


Figura 2.24

<http://coranequena.blogspot.com/perspectiva-imagenes/>

Otra investigación es de Edgerton, cuya interpretación es más específica y resulta en una construcción con contenidos muy particulares geométricos y propiedades de números, adicionando ortogonales fácilmente insertados donde las transversales tocan los lados de un rectángulo, resulta en un espacio no confinado por dos dominantes ortogonales.

García-Salgado sostiene que "la habilidad de medir afuera del contacto físico ha sido una búsqueda a través de la Historia de la ciencia"<sup>41</sup>.

El descubrimiento de la perspectiva central por ejemplo señala un cambio en el pensamiento, marca la preferencia por una orientación específica por la reproducción mecánica y los constructores geométricos en lugar de la Imaginería que hasta ese momento predominaba.

Cambia la relación que se establece con el observador, sus principales líneas estructurales son un sistema de rayos que emanan de un foco situado dentro del espacio pictórico y que al ir hacia delante y atravesar el punto frontal niega la existencia de éste.

La deformación es el principal de los recursos mediante los cuales se representa la profundidad dentro del plano; siendo la oblicuidad la deformación más elemental de la forma que se traduce en percepción de la profundidad.

## 2.10 Simetría



Figura 2.25

<http://es.wikipedia.org/wiki/Simetr%C3%ADa>

Desde los griegos se anteponía el concepto de medida al de belleza en las formas, según Aristóteles lo bello está presente en muchos objetos matemáticos y para alcanzarla se utiliza un orden, la simetría y la limitación.

De acuerdo al pensamiento griego, una forma tiene simetría cuando hay cierta regularidad en su conformación desde el punto de vista de la medida, la palabra simetría etimológicamente quiere decir con medida.

<sup>41</sup> García-Salgado, *Distance to the Perspective Plane*, Nexos journal.com/Salgado.html

La simetría es una característica de la forma, la cual no depende del movimiento, esta permanece constante bajo ciertos tipos de movimiento del plano y el espacio. A mediados del siglo XIX, a partir del estudio de conceptos de tipo geométrico mediante el movimiento, se abrió una nueva línea de pensamiento en las matemáticas. De esta fusión nació lo que hoy se llama geometría de las transformaciones, un método de estudio de la geometría, usando coordenadas, transformaciones lineales en el plano, álgebra lineal y teoría de grupos. Dentro del marco de esta teoría se exponen los conceptos de simetría.

Palladio entendía la simetría como algo más que un sistema de relaciones proporcionales, una relación significativa de números, en sintonía con ese orden cósmico que Pitágoras y Platón habían revelado.

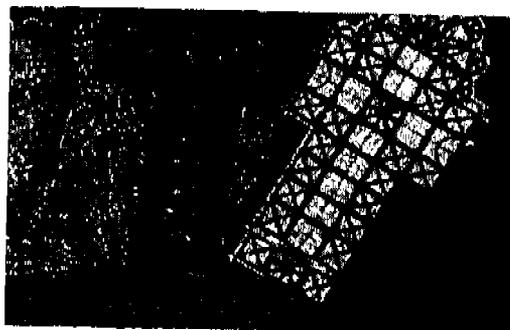
Las transformaciones se combinan entre ellas, dando lugar a estructuras de tipo algebraico que se denominan grupos de simetría o grupos cristalográficos planos. Federov demostró en 1891 que hay 17 estructuras básicas para las infinitas combinaciones. En los últimos años se han puesto nuevas maneras de generar procedimientos no periódicos, especialmente por parte del especialista Roger Penrose.

Como antecedente se puede mencionar que fueron Fedorov, Schoenflies y Barlow, quienes descubren por investigaciones diferentes que son de tercera dimensión, hay 230 grupos cristalográficos que dan explicación a la estructura de las materias cristalinas. Según Rafaél Pérez Gómez, son los matemáticos Pólya y Niggli quienes en este siglo demuestran la existencia de 17 grupos de isometrías del plano.

Este tema ha sido estudiado por muchas disciplinas, es interesante mencionar a H. Weyl quien asegura que las 17 simetrías eran conocidas por el artesano egipcio Fejes-Tóth y asegura que en la Alambra hay la representación geométrica de cada uno de estos 17 modelos. En oposición a éste autor, B. Günbaum dice que solamente se usaron 12 de ellas, los egipcios y en la Alambra sólo se pueden encontrar 13.

Sin embargo, la nomenclatura usada para estos grupos a nivel internacional aceptada es la del teorema de Fedorov. En México Tomás García-Salgado ha realizado investigaciones y trabajos con alumnos sobre este tema, creando una nomenclatura propia que a continuación se describe.

Figura 2.26



Internacional	Dr. Tomás García Salgado	Descripción
P1	W1	Dos traslaciones
P2	W2	Tres simetrías centrales (o giros de 180°)
P3	W3	Dos giros de 120°
P4 giro de 90°	W4	Una simetría central ( o giro de 180°) y un
P6	W6	Una simetría central y un giro de 120°
Pm	W2/1	Dos simetrías axiales y una traslación
Pmm	W2/2	Cuatro simetrías axiales en los lados de un rectángulo( p.e. 2 horizontales y 2 verticales)
Pmg	W3/2	Una simetría axial y dos simetrías centrales
Cmm simetría central	W1/2	Dos simetrías axiales perpendiculares y una
P31m	W2/3	Una simetría axial y un giro de 120°
P3m1	W1/3	Tres simetrías axiales en los lados de un triangulo equilátero ( ángulos 60-60)
P4g	W2/4	Una simetría axial y un giro de 90°
P4m triángulo	W1/4	Tres simetrías axiales en los lados de un
P6m	W1/6	Tres simetrías axiales en los lados de un triángulo de ángulos 45-45-90
Cm	W1/1	Una simetría axial y una simetría con deslizamiento perpendicular
Pg	W3/1	Dos simetrías con deslizamiento paralelas
Pgg perpendiculares.	W4/2	Dos simetrías con deslizamiento

Se presentan algunos ejemplos de las operaciones en la Alambra realizados por Ceferino Ruiz Garrido, para entender más claramente como estas operaciones tienen su utilidad cuando se han usado como herramientas de graficación en el proceso proyectual.

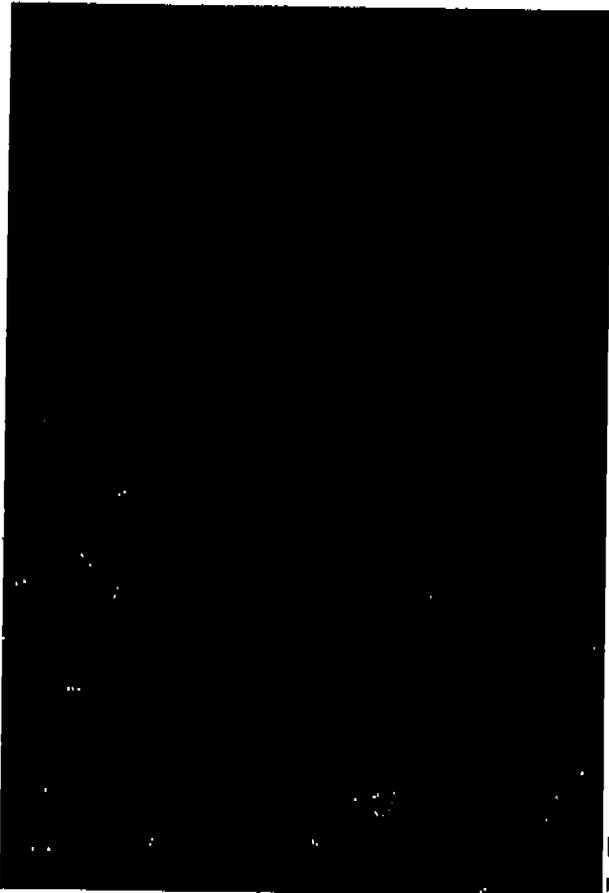


Figura 2.27

<http://www.cienciatoca.com/simetria.html>

La simetría es una herramienta que se ha usado en la arquitectura en ocasiones de manera regulada con geometrías como la fractal. El estudio a nivel científico de estos conceptos fundamentales referidos a la simetría, ha llevado a la graficación por medio de sistemas computacionales de representaciones matemáticas. Los científicos matemáticos han expresado un profundo interés en este tipo de formas gráficas con el uso de las simetrías y sus operaciones.

Este estudio, como se mencionó al inicio del documento, parte de los estudios realizados por Isván y Magnolla Hagaittal, por lo que se usarán sus definiciones para tener la misma línea en la especulación ejemplificada por medio de objetos arquitectónicos. Según su teoría, la simetría se puede lograr a partir de una base geométrica de correspondencia, teniendo así geometría generada por reflexión, rotación y por repetición, buscando por medio de esta herramienta una unificación.

Existen tres clases de simetría:



www.telecable.es/personales/angel1/arqbar/  
...er...

Figura 2.28

- Simetría bilateral o de espejo: es la más común, es aquella en que existe un eje a partir del cual se puede ver un lado del elemento igual al otro, la denominada reflexión se da cuando una cara del objeto reconstruye la cara del mismo objeto, creando de esta manera una imagen completa con un eje que divide el patrón que repite la exacta geometría que lo compone, obteniendo una equivalencia y armonía en el conjunto. Como ejemplo en la vida natural se pueden encontrar flores como la orquídea que por medio de trazar un eje vertical en ellas se ve la simetría bilateral o de espejo en el lado izquierdo y derecho. También se puede apreciar en las representaciones del cuerpo humano como en el famoso dibujo de Leonardo Da Vinci sobre las proporciones del cuerpo humano, o en esculturas aún desde la época de los egipcios. Factores como el movimiento no interfieren en la percepción de la bilateralidad, al recorrer la arquitectura se puede entender racionalmente se posee esta característica, como por ejemplo el Panteón de Agripa, apareciendo en infinidad de objetos arquitectónicos como el palacio Schönbrunn, o la Plaza de San Pedro.



static.flickr.com/30/38003804\_61f472d06\_  
m.jpg.

Figura 2.29

- Simetría cilíndrica, simetría esférica, eje vertical en movimiento: esta simetría requiere de un eje vertical, en donde gira el objeto, repitiéndose una opción de cara, al recorrer el objeto se ve que su periferia es equivalente entre sí, la base de su composición gráfica es que el elemento gira a partir de un eje vertical. Un ejemplo es la característica de la corteza de los árboles, hongos o de las conformaciones volcánicas. Una variante de la simetría esférica, es a partir de un punto como base del giro, produciendo una repetición en cualquier dirección. Se puede observar en algunas plantas, en el polen y en algunas estructuras minerales.



://www.arteguias.com/catedra/colegiatatala-  
a.htm

Figura 2.30

- Simetría rotacional: cuando un objeto es rotado alrededor de sus ejes, aparece en la posición dos o más veces. Rotar es la acción de girar sobre sus ejes, para ejemplificar esta simetría el mejor ejemplo es un rehilete, en el cual se puede girar 1/4, 1/2, 1/3, o una rotación completa de 360°, existen varios ejemplos, como en las hélices de algunas máquinas, en las propelas, en las flores, la repetición de un elemento también se puede encontrar en algunos rosetones de catedrales, como en la de Millán o en la de Nueva York, o el ejemplo de la figura 2.30, que se generan a partir de patrones rotacionales.

La combinación de las operaciones de simetría como la reflexión y la rotación, se da a partir de elementos como la reflexión de planos y la rotación de ejes y pueden aparecer juntos, esta combinación se encuentra en las estrellas de mar, algunas flores, dándose primero la simetría de espejo y luego la rotacional, así como en elementos de tipo urbano como luminarias o candiles y es más notorio en la configuración de las bóvedas esféricas.

Se puede apreciar en San Basilio en Moscú figura 2.31, o en las cúpulas del Taj Mahal, en Santa Maria del Fiore o en el Monumento a la memoria de la bomba atómica en Hiroshima, en Japón, figura 2.32.



[http://images.google.com.mx/url?q=http://es.wikipedia.org/wiki/Catedral\\_de\\_San\\_Basilio&usq=AFQJCNFLTue1FpSPu8eHcQLmTYOYZuYsCw](http://images.google.com.mx/url?q=http://es.wikipedia.org/wiki/Catedral_de_San_Basilio&usq=AFQJCNFLTue1FpSPu8eHcQLmTYOYZuYsCw)

Figura 2.31



Figura 2.32

<http://www.geocities.com/SoHo/Studios/6656/Hiroshima.html>

Si se aborda la simetría de los polígonos regulares, se puede ver que todos sus ángulos son los mismos y todos los lados son equivalentes en longitudes, como en el hexágono, en donde algunas simetrías planas de los hexágonos regulares se dan a partir de sus esquinas opuestas, conectando puntos opuestos de los lados. Tiene seis planos de simetría que se dirigen al centro, esta es la simetría que se genera en los copos de nieve. Mientras el pentágono regular tiene cinco ejes rotacionales generando secciones de simetría planas y perpendiculares.

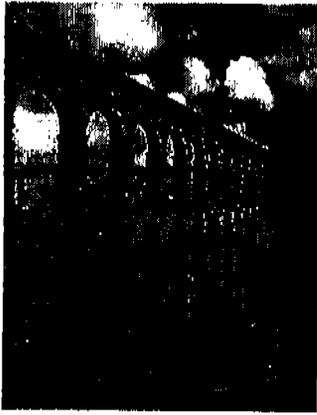
El hexágono y el pentágono tienen una simetría adicional plana, este es el plano de polígonos en sí mismos; el círculo tiene un número infinito de planos simétricos, e infinitos ejes de rotación, por lo que tiene simetría cilíndrica o radial.

En el plano de la arquitectura se puede hablar de estructuras famosas como el monumento a Washington, la torre Eiffel, el castillo de San Marcos, St. Auguste en Florida.



[www.conatred.info](http://www.conatred.info)

Figura 2.33



, poesiadelmomento.com  
Figura 2.34

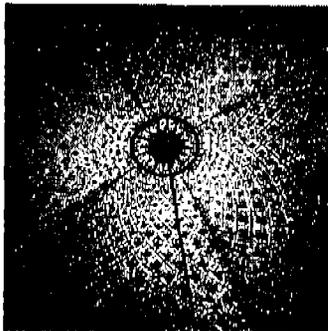
- La simetría por traslación se da por medio de la representación de un motivo simple en una distancia constante. Esto es generando una periodicidad. Es el fenómeno que se ve en una columnata o en elementos repetitivos como en la columnata de San Pedro, el Palacio de Carlos V el acueducto romano, o en las decoraciones de los techos tradicionales coreanos.

La repetición por medio del eje rotacional lleva a helicoides, mismas que se han desarrollado en la época contemporánea en edificios completos. Se puede apreciar en el Guggenheim de Nueva York figura 2.35 o en la torre Tatlin para el monumento de la tercera exposición Internacional, o en las torres de Copenhague y mas contemporáneamente la torre Turning de Calatrava figura 2.36.



Figura 2.35

www.arknetia.com/\_recursos/Articulos/  
Imagenes/...



www.auretes.com  
Figura 2.36

Otros trazos geométricos de consideración son por ejemplo la serie Fibonacci, considerada como la simetría espiral que se encuentra por anisotropía en la naturaleza, esta secuencia se da de modo que las espirales son consecutivas y ha sido usada tanto en la pintura como en la arquitectura desde la antigüedad, como en la plaza del Capitolio de Miguel Ángel figura 2.37, hasta algunos cielos rasos en el Hermitage de Leningrado figura 2.38.



Figura 2.37

www.waytalia.net/rootes/img/capitolino\_p.jpg

La simetría por medio de patrones de círculos se da por medio de herramientas repetitivas de planos en espejo para reflexión, ases en rotación y cambio constante por traslación.

Estos patrones pueden ser circulares, hexagonales, triangulares etcétera. Se puede observar en diseños de pavimentos, en mosaicos o techumbres como en la Catedral de Budapest.

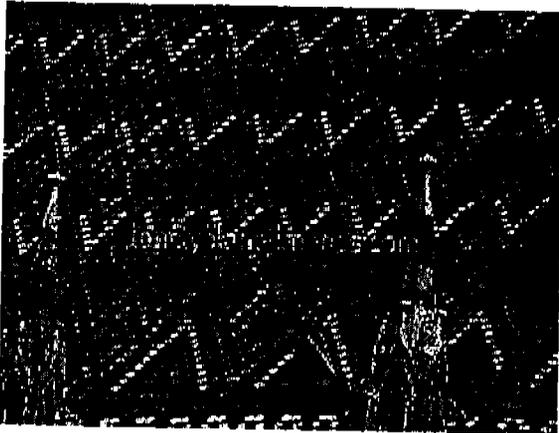


Figura 2.38

[visionesdelmundo.blogspot.com](http://visionesdelmundo.blogspot.com)

Se podría diseñar que el principio de simetrías en un intento de simplificar los objetos en términos matemáticos y abstractos. A este propósito es interesante mencionar el teorema que Emma Noether enunció en 1918, demostrando que existe una relación entre simetrías continuas, siendo estas las que resultan de operaciones sin restricción en la magnitud, y las leyes de la conservación.

La simetría se encuentra en todo nuestro entorno, la simetría bilateral de los cuerpos por ejemplo, pero en el Siglo XIX cuando se intenta describir de manera matemática todas las posibles operaciones de simetría, mediante una disciplina nueva denominada teoría de grupo.

Las traslaciones y rotaciones de simetría usadas en el espacio tridimensional, pueden ser usadas en el cuatridimensional, espacio-tiempo propuesto por Minkowski, principios que se relacionan directamente con las teorías de espacio temporal de Einstein.

Con lo anterior se llega a un punto medular de esta investigación, que sería el paso a la geometría no euclidiana, hiperbólica, elíptica, topológica y fractal, importante también para entender algunas formas producidas por procesos proyectuales de finales del siglo XX y lo que va del Siglo XXI.



www.ificsalud.com  
Figura 2.39

La geometría hiperbólica fue inicialmente explotada por Giovanni Gerolamo Saccheri en el siglo XVIII, quien de manera contradictoria pensó que no era consistente. Más adelante otros estudiosos como János Bolyai, Carl Friedrich Gauss, Nikolai Ivanovich Lobachevsky, siendo este último el que le da nombre a esta geometría a partir de ciertas obras matemáticas, existen modelos que se usan comúnmente en la geometría hiperbólica, con los modelos de Klein, el disco de Poincaré y el modelo de Lorente.

Por ejemplo el modelo de Klein, que también se conoce como modelo proyectivo del disco o modelo de Beltrami-Klein, usa básicamente el interior de un círculo como plano hiperbólico. Este modelo en primera apariencia puede parecer simple pero tiene como ventaja que los planos hiperbólicos se distorsionan. Su diferencia con la geometría euclidiana es que desacredita el quinto postulado de Euclides. En donde comúnmente la recta que posee esta cualidad recibe el nombre de paralela, pero en la geometría hiperbólica este postulado es falso porque hay al menos dos rectas distintas.

se ejemplifica este teorema, en objetos de todo tipo como modelos para medicina (figura 2.39) y formas arquitectónicas en la figura 2.40.



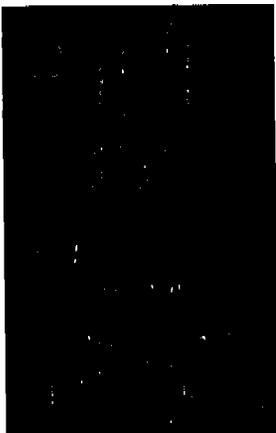
http://www.cadotec.es/castellano/actividades/datos/memoria1999/oshopu.html

Figura 2.40

Las herramientas de graficación tanto pertenecientes a la geometría Euclidiana, como a la no Euclidiana, han sido utilizadas tanto en la decoración como en la forma arquitectónica a lo largo de la historia hasta el siglo XXI.

Con un estudio más profundo de este tipo de herramientas de graficación de tipo geométrico, se pueden encontrar de manera aventurada también sus correspondencias y pertenencias en obras arquitectónicas de autores como Gaudí en la Sagrada Familia (figura 2.41), el edificio de artes en Viena de BKK-3, la torre Agbar en Barcelona, el Art Institute en Chicago de Renzo Piano y la terminal del Aeropuerto de Barajas de Richard Rogers.

Es importante mencionar también a Mendelbort quien en varias ocasiones subrayó la importancia de los fractales en el arte<sup>42</sup>



www.artio.org/images/artigos/gaudi.jpg

Figura 2.41

42 Mendelbort, *La geometría*, 1998, p. 68

A las operaciones de simetría también se les conoce como grupos cristalográficos planos, las primeras personas que estudiaron este tema fueron G. Pólya y P. Niggli a fines del Siglo XIX, según lo menciona Rafael Gómez.

La investigación está basada en la que hicieron Lionel March y Phillip Stedman publicada en el libro *The geometry environment*, en donde se define la simetría como la transformación aplicada a un objeto, sin que este pierda sus dimensiones lineales ni su tamaño.

El principio de simetría es aparentemente un intento de simplificar las cosas en términos matemáticos y abstractos. Así, la simetría existe cuando se le hace algo al objeto sin que este cambie. Por ejemplo en 1918 Emmy Noether demostró que hay una relación entre simetrías continuas y leyes de conservación de alguna magnitud básica. Simetrías continuas son las que resultan de operaciones sin resolución de magnitud (por ejemplo al hacer girar un plato circular será siempre continua su simetría). En el siglo XIX los matemáticos ya habían intentado describir matemáticamente todas las posibles operaciones de simetría de este tipo, basándose en la nueva disciplina denominada teoría del grupo, cuya idea básica es descubrir simbólicamente operaciones de simetría como rotaciones, utilizando álgebra.

### 2.11 Matemáticas.

Pitágoras en primer lugar y Platón posteriormente, elaboraron una compleja filosofía en la que los números ocupaban una posición central en la que el universo y su conjunto respondían a una estructura matemática y armónica.

Los pitagóricos realizaron experimentos acerca de la mayor y la menor intensidad de vibración en cuerdas de diferente tamaño, que guardan una exacta proporción entre sí (lo que lleva al origen de la octava, la quinta y la cuarta musical o a la proporción del diapasón 1:2, diapasón 2:3 y diatesarón 3:4). También desarrollaron la idea de que las notas musicales pueden interpretarse especialmente y de que las consonancias musicales se hallan detenidas por cocientes de números enteros menores, viéndose perfectamente reflejados en el microcosmos los llamados cocientes cósmicos. Se encuentra su continuación en la concepción platónica de que el orden y la armonía del cosmos obedecía a ciertos números, más precisamente se centra en siete números 1,2,3,4,8,9,27, que "contienen la eurytmia secreta de macrocosmos y microcosmos por igual"

En estos números y sus proporciones (cocientes armónicos) se hallaban condensada toda la perfección del alma y del mundo entero ( aunque para Pitágoras los números perfectos son el 3, el único que tiene comienzo, medio y fin y el 10 porque comprende a todos los demás números).

Esta tradición matemática y musical se desarrolla a partir de la segunda mitad del Siglo XV por Franchino Gaffurlo, Francesco Giorgi, Ludovico Fogliano y Gioseffo Zarino, estos tienen relación en los círculos de arquitectura en Venecia y a través de Giorgio Trissino y Daniele Barbaro. Las indicaciones sobre proporciones en Quattro Libri de Palladio, no son arbitrarias, remiten a las reglas matemáticas. Dan una serie de líneas generales para establecer la relación proporcional entre las tres dimensiones que configuran una habitación, altura, anchura y longitud; recomiendan el uso de siete formas, circular, cuadrada, con una longitud equivalente a la diagonal del cuadrado y dos tercios 3:5, de dos cuadrados 1:2, estas tres relaciones permiten establecer las proporciones adecuadas para una habitación.

Otro autor que trata sistemas de proporciones es Alberti, que distingue entre tres tipos de plantas, medianas y grandes y cada uno de ellos tiene tres formas diferentes, a las pequeñas, les corresponde el cuadrado 2:2 y formas de proporción de uno por uno y medio 2:3 y uno por un tercio 3:4, las de tamaño mediano duplican esas proporciones.

Alberti define la belleza como una armonía de todas las partes en cualquiera que sea el objeto en que aparezca, ajustada de tal manera y en proporción y conexión tales que nada puede ser añadido, separado o modificado más que para empeorar.

León Batista Alberti dice que los instrumentos fundamentales del arquitecto son el diseño y las matemáticas. Según Federico Montefeltro pasan a ser un elemento objetivo para entender la naturaleza en las leyes para encontrar las correspondencias de orden geométrico.

Las proporciones matemáticas y su aplicación derivan necesariamente del conocimiento y habilidad del artista para generar un objeto bien resuelto, la proporción también es un concepto matemático, cuyo nacimiento debe buscarse en los inicios de la geometría.

La arquitectura clásica y las matemáticas se relacionaron por medios numéricos basados en álgebra, geometría, problemas analíticos y topológicos, en cambio la enseñanza de la arquitectura y las matemáticas se basaban en eventos constructivos.

Según estudios de Alexandra Capanna, en relación con el Pabellón Philips en Bruselas, lo califica como el primer trabajo de arquitectura que conecta la evolución de las matemáticas a través de series armónicas y coordinación modular con la idea de la tercera dimensión con la idea de continuidad. Así como menciona la relación de Le Corbusier con Iannis Xenakis un músico.

## 2.12 Trazo Regulador

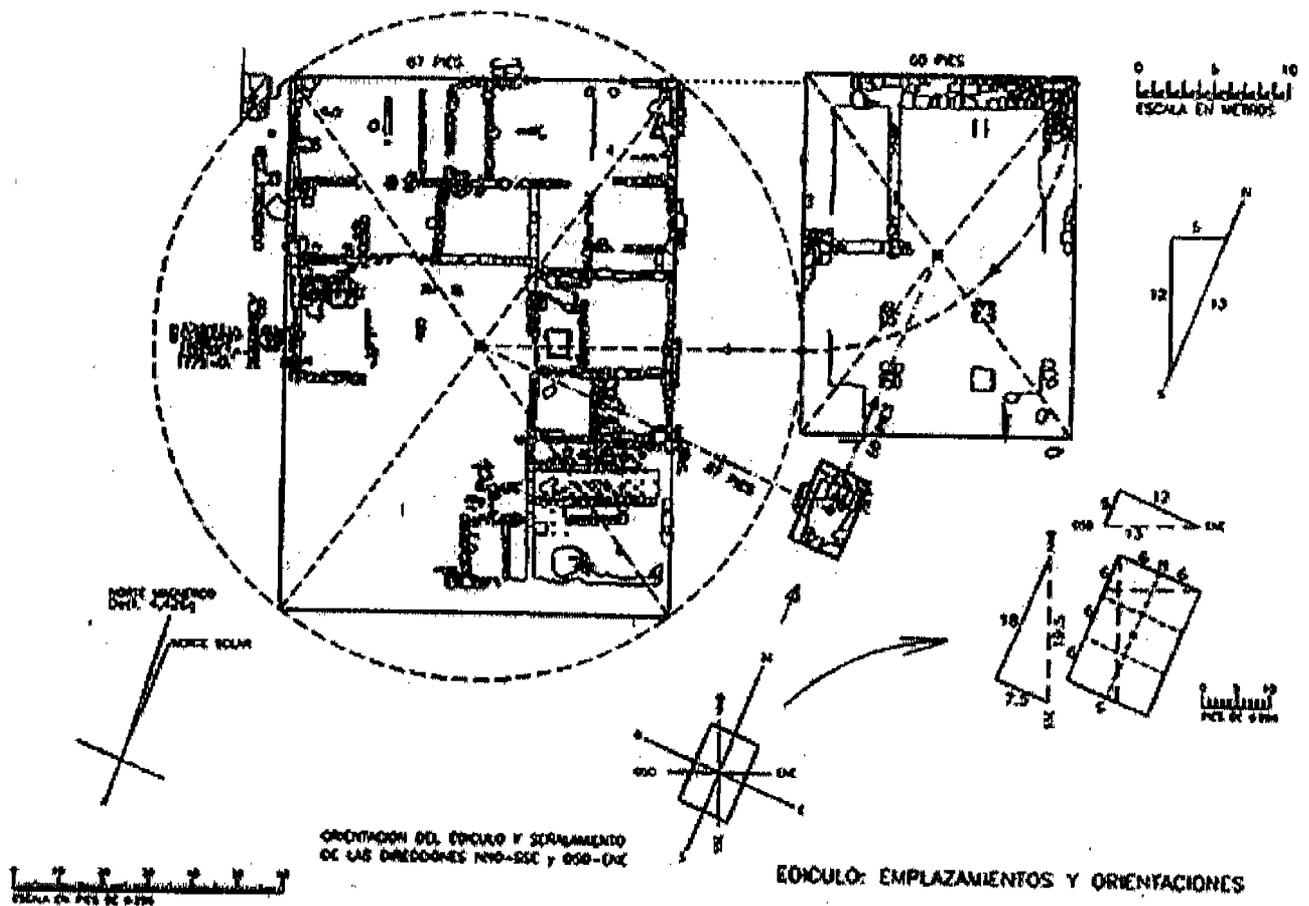


Figura 2.42

[http://palmaromana.calb.es/ciudad\\_romana.htm](http://palmaromana.calb.es/ciudad_romana.htm)

Los trazos geométricos son el resultado gráfico de las relaciones del objeto, sin estos trazos no se puede aplicar la proporción a cada uno de los distintos elementos; tanto el número como el trazo son importantes para obtener la armonía.

Hipócrates fue el primero que entendió el problema de la duplicación del cubo, para lo cual buscó encontrar las medidas proporcionales entre el lado del cubo y su duplo. Según la investigación de Juan de la Torre y Menecmo, son a los que se les atribuye la invención de las secciones cónicas. Euclides trata en sus escritos sobre el análisis y la duplicación del cubo. Arquímedes por su parte encuentra la razón del diámetro de la circunferencia del círculo, gestando las primeras ideas que producen la invención del cálculo, gestando las primeras ideas que producen la invención del cálculo infinitesimal, midiendo la esfera y el cilindro, los conoides y esferoides, además cuadró la parábola y las propiedades de la espiral.

Uno de los trazos relevantes es el doble cuadrado, el cual es un canon para proporcionar el cuerpo humano en 1946, en donde la subdivisión progresiva de los lados de un rectángulo por medio del trazo de diagonales no cambian a pesar de que las proporciones del rectángulo varíen, este trazo sirve para analizar algunos trazos de catedrales góticas.

Los trazos de proporción de Willars de Honecout y de casi todos los maestros constructores del siglo XIII, dejan en claro que la mentalidad del constructor tenía que ser una mentalidad geométrica. La utilización tan variada de los sistemas y trazos correspondían a la manera en que cada individuo lo utilizara, en el caso de Willars se identifican tres grupos diferentes de trazos, mismo que ejemplifican el completo conocimiento y la depurada aplicación en la edificación de las catedrales.

Para explicar la geometría y la manera en que contribuye el simbolismo de la arquitectura existen ejemplos como el de la diferencia que establece Guideon entre el ágora griega y el foro romano. Considera que el trazo irregular del ágora junto con su carácter peatonal, sus áreas porticadas y la falta de monumentos político religiosos, todo sugiere que representan el lugar de encuentro. En cambio, la estructura del foro indica, simboliza, su carácter político-religioso con su gran escala y trazo regular

### 2.13 Geometría no Euclidiana

En el siglo XVIII las matemáticas eran vistas probablemente como una continuación de la física, de la mecánica y de la cinemática, mismas que pueden predecir eventos en la realidad, en el siglo XIX sin embargo hay diversas visiones que establecen una distancia en la relación de las matemáticas y el mundo común.

Hasta el siglo XIX y después de la obra de Euclides que establece una sistematización de la geometría antigua, se realizó un cambio de visión sobre las matemáticas y esto es muy importante ya que surgen teorías en contradicción a las geometrías euclidianas.

La geometría euclídiana se dice que describe el mundo o las percepciones que se tienen de él.

La evolución de la formación de la imagen que es influenciada por los progresos de la ciencia y de las matemáticas, según Edwin Panofsky dice que en la historia los conceptos son concurrentes en la física y metafísica, que el espacio es de alguna manera la manifestación de las artes visuales.

Hablar sobre el espacio Isotrópico es un largo desarrollo desde la helenística a través de las nociones medievales basadas en la religión, esto está documentado en la concepción del espacio influenciado por el desarrollo de la línea perspectiva, hasta el siglo XIX y el XX en el que los matemáticos y científicos descubren la geometría no euclídiana y estudian el espacio de la cuarta dimensión. Modernos artistas empiezan a pintar el espacio, surgen inexplicables formas de desarrollo con la introducción de la fotografía, con la influencia de la pintura moderna, se hace bajo el uso de herramientas científicas.

## 2.14 Lenguaje

El medio de comunicación de la forma es el lenguaje gráfico, construido con las herramientas geométricas que la regulan.

Vitruvio recoge tradiciones griegas y define tres cualidades: firmitas, unitas y vetustas; con ellas se regula la actividad edificatoria de las subsecuentes épocas históricas. En el renacimiento los tratadistas hacen una clasificación estética lingüística, a través de los órdenes que se pueden encontrar en el documento de Vignola, *Delle cinque ordini d'architettura*.

Guido utiliza los términos spazio, tempo y architettura, libera los estilos para acentuar los conceptos de espacio y tiempo, habla del concepto de materialidad y técnica, de la forma del espacio considerando los elementos figurativos, de volúmenes y lineamientos, de la forma del espíritu como un proceso de pensamiento, símbolos, expresión y comunicación. Además aporta la definición de forma en el tiempo, relacionándola con los cambios históricos y los avances tecnológicos.

Según William J. Mitchell, para entender la composición de un objeto arquitectónico es posible segmentarlo o descomponerlo y nombrar cada una de sus partes para diferenciarlas. En la tradición clásica arquitectónica se determinan diversos tipos de clasificación generando un lenguaje compuesto por un vocabulario de símbolos formales, determinados por su figura, colocación y función dentro de la composición.

En 1468 Federico de Montefeltro sostiene lo siguiente : *"d'ingegno e di virtù dell'architettura fundata en l'arte dell'aritmética e geometría, che sono delle sette arti liberali, e delle principall, perché sono in primo gradu certitudinis."*

Alberti en su documento de Re Aedificatoria afirma que los Instrumentos fundamentales del arquitecto son el dibujo y las matemáticas y que es indispensable que conozca a profundidad la geometría, ya que a través de las matemáticas se pueden ver las artes figurativas y la arquitectura puede cambiar el rango de conocimiento empírico, para dar el paso de arte manual al de arte liberal.

Por medio de las matemáticas se construye una herramienta objetiva para analizar la naturaleza un método para entender las leyes objetivas y a profundidad por medio de una correspondencia científica de orden geométrico.

Alberti al intentar racionalizar el conocimiento teórico empírico de los textos de Vitruvio busca darles una explicación científica por medio de una representación de las leyes matemáticas existentes en la música y la arquitectura y logra identificar la estructura racional y geométrica de las cosas.

Sobre la base del neoplatonismo y el neopragmatismo de la academia florentina. Las matemáticas no se consideran solamente un instrumento capaz de suministrar indicaciones prácticas o de dar certeza de ciencia a las artes. Las proporciones matemáticas no son como en la Edad media sólo geometría, también son números, sirvieron probablemente a Brunelleschi como un medio de racionalización y de control del proyecto.

Para Alberti en sus estudios sobre obras de Pitágoras, Platón y Boezio, las proporciones en la arquitectura se vuelven musicales, entendiendo que los números dan una regulación de armonía al universo.

Ficino tiene la idea de una correspondencia entre la mente humana y la realidad visible, entre el hombre y el cosmos, una correspondencia individual a través de las matemáticas en la cual se genera el ritmo según el cual Dios creó el universo. Para él el espacio no solamente es

intangible en cuanto a que esta enteramente atravesado por la luz que se propaga según las leyes geométricas, ya que es medible y puede ser ordenado lógicamente y racionalmente en una organización según la estructura matemática.

El bagaje teórico es olvidado para caer en una matemática de organización modular y geométrica de la forma. Las tentativas de Pacioli de leer la figura humana en la arquitectura a través de las proporciones, es un momento significativo ya que en el renacimiento existe la tendencia a poner al hombre como parámetro universal del hacer artístico. Las líneas de la perspectiva y la autonomía constituyen otros ámbitos de investigación que se relacionan con esta propuesta antropocéntrica.

Los humanistas consideran el documento De Architectura como un código lingüístico, estructurado y profesional.

Para Filarete los modelos arquitectónicos son sólo soportes para restituciones románticas de atmósferas fantásticas. Para otros como Francesco di Giorgio y Leonardo Da Vinci, el texto de Vitruvio no es un instrumento de apoyo útil sino sólo un tratado para profesionistas que buscan el clasicismo.

Para Arnheim la forma esta hecha de principios que organizan el material visual para ser captado por la mente humana. Se supone que representa la forma de un contenido, sin importar si se percibe consciente o inconscientemente. Sirve de este modo para informar acerca de la naturaleza de las cosas a través de lo que comunica por su aspecto exterior.

La forma va más allá de la función práctica de las cosas, en la que se encuentran cualidades visuales, la forma es semántica. Pero no es determinada únicamente por las propiedades físicas del materia, sino también por el estilo de representación de una cultura o de un artista en particular.

La forma se puede considerar como simbólica, según Arnheim además de las funciones físicas como la de proporcionar refugio, las formas transmiten a partir de su apariencia un significado espiritual y filosófico de sus funciones. El simbolismo de un edificio debe ser para los espectadores entendida a través de su tamaño, volumen, y sus relaciones espaciales.

Hay edificios que van más allá de los símbolos cerrados, mismos que se asocian a su función convencional y en cambio si se asocian a símbolos abiertos, tomados de la espontánea expresión de las formas visuales, el significado se atribuye a la visión y la actitud humanas que expresen y no a su aplicación práctica.

Mitchell dice en cambio que la forma de una edificación es una estructura física interna descrita bajo alguna conceptualización adecuada y cita a Clive Vell: "relations and combinations of lines and colors, significant form"

Mitchell propone un sistema que puede ser entendido como una especie de lenguaje de análisis por medio de un sistema de orden que existe en el mundo y que en las artes se desarrolla por la preocupación explícita por formalizar reglas y disciplinas en las composiciones.

Redondo (columna)

Forma (columna)=redondo

Simétrico (forma(columna))

Simetría (forma(columna))=simetría rotacional

Agraciado o elegante (simetría (forma (columna)))

Rítmico (repetición (columnas))

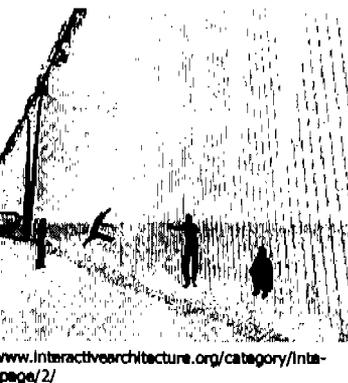


Figura 2.43

En la interpretación lógica en el ámbito del diseño, el lenguaje es la serie de operaciones que pueden ser construidas con un vocabulario específico, de acuerdo a ciertas reglas determinadas, Mitchell propone de una manera semántica de un lenguaje crítico es por medio de la enumeración de todas las operaciones posibles en el lenguaje, enumerando todos los posibles estados del diseño y asociar un valor verdadero o falso a cada oración, dando estados en el producto de tipo cartesiano en dos series; otra manera es generar una sola serie en dónde toda función es verdadera.

Esta idea surge con el filósofo Alfred Tarski, después es desarrollada por Rudolf Carnap en sus escritos sobre semántica, convirtiéndose en fundamento de la teoría moderna sobre los modelos teóricos semánticos.

Hace también un paragón entre el vocabulario arquitectónico y el verbal, estableciendo que los tipos de elementos arquitectónicamente reconocibles en un cuerpo específico de composiciones constituye un vocabulario, de la misma forma en que un vocabulario hablado es un juego de tipos de palabras, cuyo símbolo se encuentra en un cuerpo específico de oraciones. Resulta común que en los estilos de arquitectura el vocabulario clásico de arquitectura incluya la columna dórica, el arco, esto se puede constatar en el libro de historia de la arquitectura de Sir Banister Fletcher, quien realiza un método comparativo por medio de elementos de vocabulario propio, a través de culturas y periodos diferentes, de la misma manera que se hace en un trabajo de filología comparativa para las palabras.

Francesco Millicia en sus principios de arquitectura civil del año 1832, da varios tipos de elementos constructivos y explora sus variantes. También Jules Gaudet en su compendio de diseños tradicionales de bellas artes, elementos y teorías de arquitectura de 1894, enlista y describe elementos de composición y elementos de construcción. Más recientemente, en 1988, Thies-Evensen argumenta que la creatividad es inicialmente la manera en la cual ciertas formas básicas son combinadas y tienen variaciones ( es relevante mencionar que también habla sobre sistemas de diseño asistidos por computadora que representan varias formas en sus bases de datos, por medio de estructuras de indicadores o tablas en un sistema de base, de lo cual se profundizará en el capítulo cuatro).

Según el arquitecto Peter Zumthor, el dibujo arquitectónico intenta traducir en imagen el objeto que se encuentra en determinado lugar. Para él los bocetos sirven para señalar expresamente una realidad que aún no existe pero que ya se piensa, por esta razón al desarrollar sus dibujos busca generar atmósferas que desea obtener.

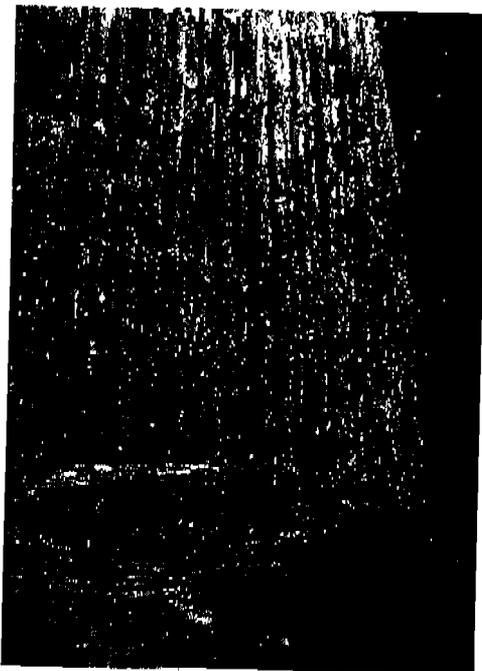


Figura 2.44



Figura 2.45

Dice que estos dibujos le permiten dar un paso atrás para contemplar y entender el objeto que todavía no es real, pero que por medio de ese lenguaje comienza a ser real. La arquitectura tiene el desafío de configurar un objeto a partir de todos sus detalles integrantes, mismos que tienen diferencias entre sí como la función, la materialidad, dimensiones y otras características.

El dibujo tradicional y los dibujos técnicos tienen una profunda influencia en el desarrollo de la arquitectura. Las construcciones medievales se construyen de acuerdo a dibujos preliminares. Con las construcciones góticas se puede ver que su composición es por medio de formas complejas, requiriendo una nueva manera de dibujarlas. Son necesarios algunos trazados novedosos, por lo que el uso de técnicas como la estereotomía es importante.

Sin embargo, las técnicas tradicionales de representación de la arquitectura son una limitación para introducir por ejemplo la idea que Tschumi tiene como evento. Este concepto es muy importante, ya que él busca nuevas formas de representación, cuyas maneras de expresión son mediante la combinación de representaciones espaciales, como diagramas de movimiento y fotografía de acciones a manera de introducir componentes de tipo dinámico en la definición de la arquitectura.

Tschumi hace referencia de que el debate actual de la arquitectura es la composición, se preocupa por la representación y propone lo que denomina montaje, que no tiene nada que ver con la armonía ni con el equilibrio. Propone el montaje sólo como una de las técnicas para abordar su propio trabajo, equiparándolo con el trabajo que se realiza en las computadoras, la información se organiza en base a layers, por ejemplo un dibujo puede tener 20 o 30 layers o mascarar diferentes de información, se puede ver en la figura 2.46. En su obra *Le Festoy*, maneja una serie de layers con los cuales organiza el proceso de diseño, uno para los edificios existentes, otro para las estructuras y así sucesivamente para todos los elementos. Para Tschumi lo importante en este momento es agregar layers de eventos, como sonido, luces, pero manejándolos de manera independiente, esto involucra un desarrollo en el tiempo. La técnica de layering como la llama es simultánea. Tschumi señala que la importancia de esto es el hecho de que no es una composición.

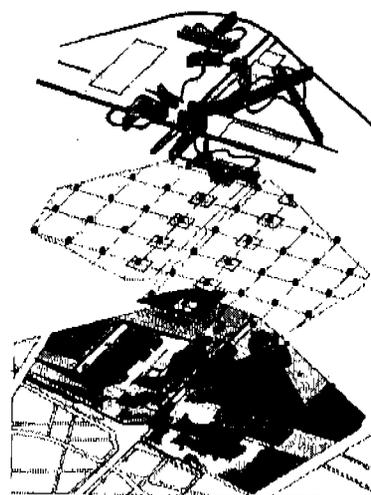
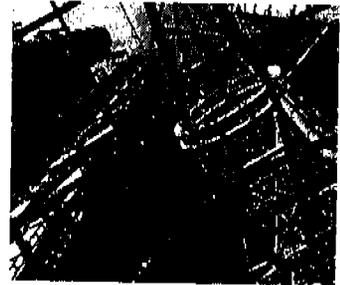


Figura 2.46

En cambio Richard Rogers habla de la importancia de la estructura como marco, en donde se agregarán o quitarán los componentes para lograr el equilibrio del edificio, buscando eliminar los armazones y cambiándolos por pleles, ya que busca transformar estas envolventes capaces de sostenerse sin otra estructura fuera de ella misma. Obtiene así una arquitectura más fluida y con menos partes separadas.



<http://arkimla.nireblog.com/archives/2007/03>

Figura 2.47

Otro arquitecto que usa la técnica de layering es Tom Maine del grupo Morphosis, propone que al diseñar debe dejar que el proyecto trabaje un poco más por sí mismo, que desarrolle su propio curso sin que necesariamente importe que dirección toma. Nuevamente se trata de permitir que el poder de las ideas se desarrolle en un mínimo control. Tiene un interés particular en la noción de cuándo y cómo se puede intervenir un proceso.

Maine considera que las obras siempre están en proceso, le sirve en ocasiones volver a dibujar después de la construcción de los objetos, ubicando esta fase del proceso en medio en vez de al final, convirtiéndose en un punto intermedio que se conecta posteriormente con el proceso de otros proyectos que se desarrollan paralelamente.

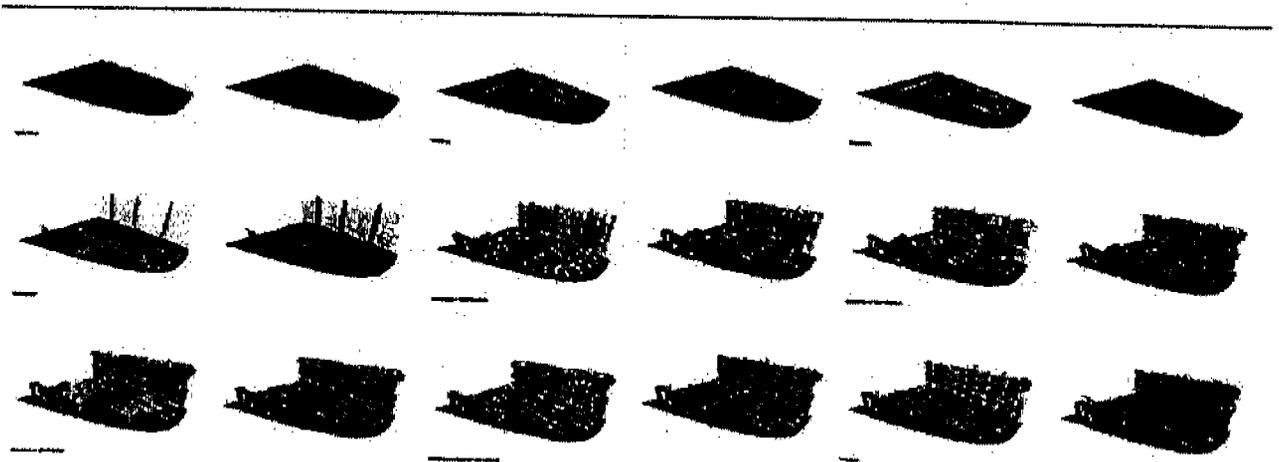


Figura 2.48

<http://arquipo.com/?paged=2>

El Investigador y matemático Michel Emmer maneja otro lenguaje, él habla sobre las relaciones matemáticas y el arte, sumando el uso de las tecnologías informáticas. Al relacionar las matemáticas con la actividad creativa, analiza el fenómeno nuevo como creación de nuevas formas visuales, utilizando el grafismo electrónico y haciendo referencia a cómo estas formas influyen a su vez en los artistas.

Esta relación entre grafismo y las matemáticas es patente en la historia, con monumentos más evidentes (como en el renacimiento) y momentos en los que se diluye (como en el momento actual). Existen personas que se dedican al arte que no conocen las matemáticas contemporáneas, siguen utilizando las matemáticas griegas o las del renacimiento.

Kilne menciona "como en las artes, cada detalle de la obra final no se descubre sino que se compone. El proceso creativo debe, obviamente, producir una obra que posea diseño, armonía y belleza. Estas cualidades también están presentes en la creación matemática"

El matemático George David Birkhoff en su libro *Mathematics: quality and order space today*, da una fórmula explícita de la sensación del placer estético, se basa en el hecho de que todos los fenómenos psicológicos y sociales tienen conceptos y métodos matemáticos, que tanto el mundo objetivo como el subjetivo son de naturaleza matemática.

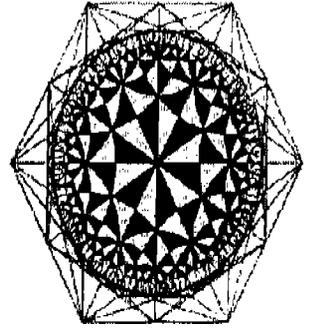
Con esto se puede entender cómo en el ámbito de la estética se observa, reconoce y cualifica un orden matemático que se determina por medio de factores que le dan este orden como la simetría, la rotación y otros.

Historiadores como Lucy Adelman y Michel Compton en su ensayo *Mathematics in early abstract art*, observan que al principio de siglo se produce un acercamiento entre las matemáticas y el arte.

Adelman sostiene que "ante todo había un interés generalizado por las geometrías no euclidianas y/o no dimensionales (...). En segundo lugar, el periodo señaló la derrota de la perspectiva y su situación con cánones diversos menos sistemáticos. En tercer lugar, los artistas hacían uso de las proporciones numéricas y de parrillas que, como las figuras geométricas se asociaban a la idea de reducir el arte a sus elementos específicos. En cuarto lugar, aparecieron en pintura elementos que se extrañan de textos de matemáticas (...), Por último, simples figuras geométricas se asociaron a las máquinas y a sus productos y de esta manera al progreso o a la modernidad."

En su artículo *Science and images*, Leslie D. Weiland, le da un papel importante a las matemáticas, buscando explorar la representación artística que es influenciada por conceptos matemáticos de espacio y tiempo.

Otro aspecto interesante es el del grabador M.C. Escher, que elaboró un sistema para seleccionar los grupos cristalográficos de color. No usa un método matemático ni cristalográfico convencional, inventa un sistema propio que utiliza como base de datos para elaborar a lo largo de los años para sus mosaicos periódicos. Además se anticipa a algunas posturas como el descubrimiento de Coexter.



[www.um.es](http://www.um.es)

Figura 2.49

Su relación con Penrose y Coexter lo llevan a elaborar formas imposibles. En este caso no se está ante la obra de un artista que ilustra algunas ideas matemáticas para construir y elaborar su propio espacio geométrico.

Un arte que busca en los códigos de armonía es el arte generativo, siendo este la expresión humana que remonta un código como referencia a la complejidad de la naturaleza y la hace factible.

Todos los códigos contienen algunas reglas que tienen ciertos comportamientos. No es por lo tanto una secuencia, una base de datos de acontecimientos, y formas, sino que define comportamientos; las transformaciones.

Diseñar y crear con transformaciones es, sin embargo, una actividad que toma tiempo. El diseño generativo constituye un código virtual y por lo tanto puede permitir al arquitecto diseñar y alcanzar los niveles de la complejidad que reflejan la complejidad de la naturaleza.

Los primeros a considerar como lenguaje pueden ser los órdenes; en el siglo XVI empezó a darse la división en manuales especializados de los temas contenidos en la obra de Vitruvio. La primera de estas divisiones la constituyó el estudio separado de los órdenes. Publicaciones sobre los órdenes aparecieron al mismo tiempo que se iban popularizando las ediciones de Vitruvio en lengua vulgar.

La preocupación por el uso de los órdenes la constituyen las proporciones, ya que podían desarrollarse a partir de analogías con la figura humana o con armonías musicales. Por ejemplo Vignola redujo los órdenes a una sección estandarizada de vocabulario y proporciones, al mismo tiempo que a un sistema de representaciones de los órdenes tridimensionales en un hoja bidimensional.

Su Regola alcanzará el mayor número de ediciones de todos los tratados arquitectónicos publicados hasta entonces, incluyendo el de Vitruvio ya fuera en traducciones, reproducciones o revisiones.

Durante el Siglo XVI se da la creación de sistemas de órdenes individuales por arquitectos como Palladio, Scamozzi y el mismo Vignola. Hacia 1650 Roland Fréat de Chambray, presentaba una comparación de todos los sistemas de órdenes más importantes, tanto antiguos como modernos. Y en ella concluye mostrando así su postura conservadora, en la que considera que las proporciones de los antiguos son los modelos correctos. Usando un método comparativo, es utilizado posteriormente para la mayoría de los libros sobre la teoría de los órdenes.



www.answers.com.

Figura 2.50

Por ejemplo la obra de Claude Perrault figura 2.50, en donde se desafía una de las hipótesis básicas ligadas al estudio de la asociación con un supuesto e inalterable sistema de proporciones universales. Pero Perrault introduce un solo sistema de órdenes simplificado, en el que las proporciones estaban basadas en el sentido común y concebido en forma de relaciones modulares fácilmente comprensibles que venían determinadas por la costumbre y el uso.

Otro tratado interesante es el de Sir Baltasar Gerber que es contrario al de Guarino Guarini, quien criticó los errores en que incurrió Caramuel por su excesivo rigor intelectual y falta de experiencia constructiva. Además de esta polémica, es de señalar la que Caramuel tuvo con Bernini en relación con la plaza de San Pedro de Roma, es a causa de estas discrepancias que es proscrito por el Papa.

Caramuel no presenta interés práctico sino especulativo, estudia las distintas formas de habitación de los pueblos primitivos, la perfección artística del templo de Jerusalén es un verdadero enemigo de las reglas clásicas, a las que juzga restrictivas y convencionales. Con un nuevo criterio de belleza (el barroco) estudia la arquitectura recta o común y la oblicua, realizada de acuerdo con el plano inclinado y los efectos de la perspectiva artificial, además reivindica la arquitectura gótica.

El tratado de Tosca Tomás Vicente pertenece al grupo de los innovadores del siglo XVIII, que trata de definir las novedades científicas en su compendio matemático, su libro V lo dedica a la arquitectura civil, la estereotomía, la arquitectura militar, la protécnica y la artillería.

Rodrigo Gil de Hortañón trata de explicar el reparto proporcional de los distintos miembros de un edificio, de acuerdo por una parte a la armonía y simetría del cuerpo humano y por otra a un sistema gráfico de particiones y triangulaciones geométricas.

También por armonías musicales, sus proporciones aritméticas siguen la doctrina clásica del hombre Vitruviano, inscrito en un círculo o un cuadrado.

Giovanni Battista Piranesi tiene por tema central de su obra el uso especulativo de la investigación arqueológica como fuente de inspiración para otros arquitectos. Creó una visión familiar de la antigua Roma, midió, estudió y documentó hallazgos arqueológicos



www.valpo.edu

Figura 2.51

## 2.15 Sistemas

Según William J. Mitchell la arquitectura está compuesta por contrarios y sus relaciones, como por ejemplo, sólido y vacío, interior y exterior, luz y sombra, y la organización de estos elementos componen las diferencias entre las formas habitables que el diseñador produce.

Todo objeto construido tiene una forma y por esto puede ser medido, las catedrales fueron el esfuerzo supremo por imitar a Dios por medio de la geometría y el número relacionado con la materia para su realización. Son principios propiamente matemáticos pero hechos visibles, palpables y habitables, este concepto de materialidad es evidente en cualquier objeto arquitectónico sacro.

El aspecto aritmético es un sistema de proporción por medio de un módulo y sus múltiplos, los constructores góticos a veces escogían los números por un valor simbólico. Las geometrías sagradas, utilizaban el compás y la escuadra, mientras que la aritmética usaba el ábaco.

Al mencionar la cualidad de la armonía, algunos autores sustentan que los edificios construidos con proporciones armónicas son acústicamente mejores.

Otro sistema propuesto es el de Tomás García- Salgado, en su teoría del diseño arquitectónico, que radica en la geometría arquitectónica, entendiéndola como un lenguaje de contenidos, por medio de un análisis celular. Es relevante citar que en las conclusiones de su ensayo sostiene "el estudio de la teoría del diseño arquitectónico (...) pues su concepción se encuentra fundamentalmente impactada hoy día por la incursión de las teorías cibernéticas. Ciertamente, hubo una trascendencia similar en 1903, pues se introdujo en México el método de calca sucesiva; de igual modo ocurrió cuando el simposium de Portsmouth desencadenó mundialmente la inquietud por dar un enfoque metodológico del diseño. Sin embargo el método de calca sucesiva o cualquier otro de corte metodológico es susceptible de procesarse mediante dispositivos de la computadora."

García-Salgado opina que "los diseñadores contemporáneos tendrán que hacer un esfuerzo por introducir la teoría de algoritmos en la teoría del diseño, de manera que, al igual que el método de calca sucesiva, permite desarrollar y formar el pensamiento arquitectónico. La teoría algorítmica del diseño ayuda a no perder este importante principio de diseño"

El conflicto de las elecciones formales realizadas más allá de las condicionantes funcionales y técnicas, según la idea funcionalista según la cual no hay espacio entre la definición de los problemas y al construcción de la forma, es ilusorio.

La geometría elemental no fue un soporte de los proyectos modernistas, muchas obras de principios de siglo son en general paralelepípedos regulares revestidos de decoraciones, sin embargo en las obras de Horta y de Gaudí se puede apreciar otros sistemas formales y estructurales que no existían hasta el momento, ya que se incorporan geometrías cónicas, como las parábolas de los polígonos. Se trata de nuevas formas y nuevas geometrías.



Figura 2.52

Durante esa época se hacen diversas investigaciones como las de Wright, que analizan el módulo hexagonal, la espiral cónica y la interferencia de directrices agudas. Mendelsohn modela la torre Postdam como si actuase sobre materia plástica, investigando las posibilidades expresivas del hormigón.

Herodoto comenta que la ciencia de la geometría nace en Egipto con los trabajos de Iso Harpedonautas, que consisten en dividir las parcelas iguales de las tierras fértiles del Nilo, con la finalidad de distribuir las entre los clanes familiares.

Los escritos de los filósofos y tratadistas a lo largo de los siglos otorgan a la geometría un alcance distinto, la ciencia de la geometría tal como se entiende ahora es diferente del arte del trazado, de la técnica exacta del dibujo a la manera métrica propia de los egipcios.

Incluso la geometría más ligada a la percepción, no tiene una correspondencia precisa en la concepción del espacio. A pesar de que en la óptica de Euclides describe el sistema visual de la pirámide con el vértice en el ojo, ninguna geometría o artista utilizó este teorema para tratar el problema de la representación perspectiva hasta que Brunelleschi ideó la intersección de la pirámide de la visión con un plano.

La arquitectura de las leyes según las cuales se entiende la estructura de una forma no coinciden necesariamente como se ha visto con leyes geométricas, o reglas matemáticas, reglas analógicas y otras.

Por ejemplo la recurrencia regular puede producirse a distintas escalas o niveles de la estructura de la obra total.

La idea de la repetición nemotécnica a distintas escalas es la base sobre la que se han construido los modelos matemáticos de fractales, ligados a una concepción de la geometría que parece explicar estructuras de la naturaleza consideradas hasta este momento como amorfas.

Los fractales son entidades matemáticas que contienen infinitos grados de orden. El orden implica unas diferencias parecidas, que incluyen cambios de escala y cambios de otras categorías. Los ejemplos más simples expuestos por Mandelbort construyen un orden generativo a partir de unas figuras sencillas formadas por partes a las que se aplica un generador (que puede ser la misma figura a escala más reducida) se aplican a las mismas figuras homotécnicas respecto a la inicial se les aplica de nuevo el mismo generador, con la correspondiente reducción de escala, procediendo sucesivamente hasta el infinito. Las particularidades matemáticas de los fractales son singulares. Una de ellas es su dimensión fraccional, la noción de orden generativo.

El estudio de Danielle Capó menciona que el arquitecto Carl Bovill realizó un análisis fractal, para medir con el método box counting la dimensión fractal de algunas obras de Wright y Le Corbusier, John Clagett en su análisis dice que los efectos de las nuevas matemáticas, en la arquitectura son una transformación gradual del espacio, siendo este dinámico e interpretativo. Hay arquitectos que usan métodos geométricos por medio de transformaciones operacionales como la rotación, traslación, como Guarini que hace un estudio de transformación de un sistema polar a un sistema cartesiano.

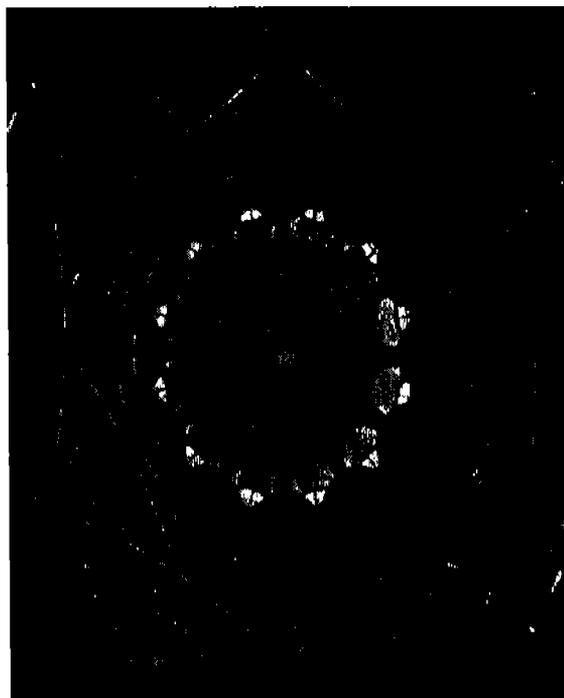


Figura 2.53

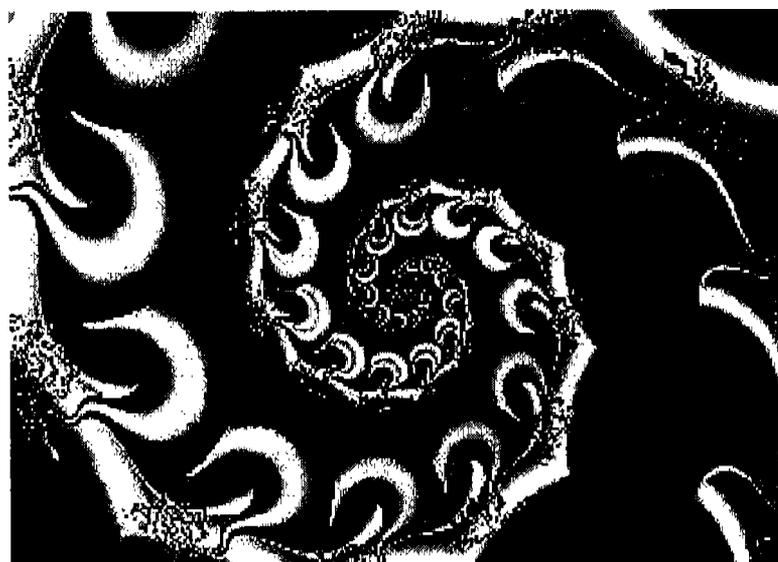
[www.goltre.it](http://www.goltre.it)

Figura 2.54

<http://www.cdec.com.ar/fractales.htm>

- 2.1 El hombre microcosmos de Agripa Von Netteselm, en su obra de *Ocultia Philosophia* (1531), 10 de Junio del 2006, 11:00 p.m., [upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/P...](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/P...)
- 2.2 El hombre Vitruviano en una retícula Leonardo Da Vinci, un círculo de 5 codos de diámetro y un cuadrado de la misma dimensión que forma una cuadrícula de 10 x 10 de módulo, la modulación del número perfecto el 10. El ombligo de su figura es el centro geométrico del conjunto.  
10 de Junio del 2006, 11:38 p.m. [www.arqweb.com/vitrum/hombre.jpg](http://www.arqweb.com/vitrum/hombre.jpg)
- 2.3 Hombre Vitruviano ajustado a las proporciones del modelo, Vitruvio, según la edición de Daniele Barbaro de los "De Architectura" de Vitruvio, Venecia 1567, la cara es el módulo del sistema. 10 de Junio del 2006, 12:50 p.m, [www.aloj.us.es/.../images/-66.jpg](http://www.aloj.us.es/.../images/-66.jpg).
- 2.4 Ejemplo canónico de la Representación de la cabeza humana según la proporción áurea 12 de Junio del 2006, 10:02 p.m., [http://ca.wikipedia.org/wiki/Luca\\_Pacioli](http://ca.wikipedia.org/wiki/Luca_Pacioli).
- 2,5 trazo del hombre Vitruviano, 10 de Junio del 2006, 1:20 a.m., [www.aloj.us.es/.../images/-66.jpg](http://www.aloj.us.es/.../images/-66.jpg).
- 2.6 Carta del cielo Savonarola, 9 de Junio del 2006, 12:15 a.m., [www.constelar.com.br/.../savonarola.gif](http://www.constelar.com.br/.../savonarola.gif).
- 2.7 Esquemas antropométricos sagrado Toledo 1526, 9 de Junio del 2006, 12:50 a.m., [www.aloj.us.es/.../images/-66.jpg](http://www.aloj.us.es/.../images/-66.jpg).
- 2.8 Figura Vitruviana de Francesco di Giorgio Martini, 9 de Junio del 2006, 12:48 a.m., [www.aloj.us.es /.../images7-66jpg](http://www.aloj.us.es/.../images7-66jpg).
- 2.9 Modelo de Zelsing del uso progresivo de la sección áurea, 5 Junio 2006 11:18 p.m., [www.aloj.us.es/.../images/-124.jpg](http://www.aloj.us.es/.../images/-124.jpg).
- 2.10 Dequinque corporibus regulabribus Piero della Francesca, Febrero 12 2007, 10:30 p.m., [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias\(barcelo/pacioli/divina.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/barcelo/pacioli/divina.html).
- 2.11 El modulator Le Corbusier, 12 de Febrero del 2007, 11:12 p.m., [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/barcelo/pacioli/divina.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/barcelo/pacioli/divina.html).
- 2.12 Una de las interacciones más claras entre la obra de Escher y la de Bach es el grabado "Crac canon" literalmente " canon del can-grejo", entre las posibilidades estructurales del canon musical está el llamado "canon cancrizante o retrógrado"; donde la melodía principal se superpone a otra que es exactamente igual pero que procede de forma retrógrada desde el final, es decir el canon mantiene una simetría tal que si se tocara de forma invertida el único cambio sería que una de las voces tomaría la melodía de la otra y viceversa.  
14 de Febrero del 2007, 11:32 p.m. , [www.mclibre.org](http://www.mclibre.org).

- 2.13 Rectangulos armónicos, 18 de Febrero del 2007, 11:30 p.m., <http://www.grafikas.es/apuntes/fpapel.htm>.
- 2.14 Construcción de módulos 17 de Febrero del 2007, 6:03 p.m., [cfurrianca.files.wordpress.com/.../modulo-2.jpg](http://cfurrianca.files.wordpress.com/.../modulo-2.jpg) .
- 2.15 Revisión Pictórica de la Geometría Sagrada por Dan Winter 17 Febrero 2007 4:16 p.m., [www.portaldelmilenlo.com.ar/.../Index.html](http://www.portaldelmilenlo.com.ar/.../Index.html).
- 2.16 Trazo geométrico de la Ciudad Sagrada De arquitectura, Librer I, capuz sextum Libro I Capitulo 3, 17 Febrero 2007 5:29 p.m., [www.arqweb.com/vitrum/lucus.jpg](http://www.arqweb.com/vitrum/lucus.jpg).
- 2.17 Geometría de San Galgano, 17 febrero 2007 6:38 p.m., [www.sangalgano.info/rubino/Chartres-r\\_p.jpg](http://www.sangalgano.info/rubino/Chartres-r_p.jpg).
- 2.18 San Carlo alle Quattro Fontane 20 de Febrero del 2007, 8:00 p.m., [www.essentialarchitecture.com/ARCHITECT/180p...](http://www.essentialarchitecture.com/ARCHITECT/180p...)
- 2.19 San Carlo alle Quattro Fontane, 20 de Febrero del 2007, 8:08 p.m., [www.essentialarchitecture.com/ARCHITECT/180p...](http://www.essentialarchitecture.com/ARCHITECT/180p...)
- 2.20 Los Uffici, Vasari, 20 de Febrero del 2007, 8:32 p.m., [www.ciao.es/.../SortOrder/2/Start/5](http://www.ciao.es/.../SortOrder/2/Start/5).
- 2.21 Los Uffici, Vasari, 20 de Febrero del 2007, 8:42 p.m., [www.ciao.es/.../SortOrder/2/Start/5](http://www.ciao.es/.../SortOrder/2/Start/5).
- 2.22 San Lorenzo Torino, Guarino Guarini, 20 de Febrero del 2007. 9:02 p.m., [www.goitre.it/.../060922\\_sanlorenzo1.jpg](http://www.goitre.it/.../060922_sanlorenzo1.jpg).
- 2.23 Casa de Teo Van Doesburg , 24 febrero 2007 10:00 p.m., [www.cge.udg.mx](http://www.cge.udg.mx),
- 2.24 LA Flagelación de Piero della Francesca, 24 de Febrero del 2007, 9:56 p.m., <http://corarequena.blogspot.com/perspectiva-imagenes/> .
- 2.25 Imagen de las distintos tipos de simetría en las formas orgánicas, Field museum Chicago , 24 de Febrero del 2007, 10:08 P.M., <http://es.wikipedia.org/wiki/Simetr%C3%ADa>.  
p.m.
- 2.26 Simetría bilateral, del Cristo se pasa a su cruz y de ésta a las plantas basilicales. 2 de Marzo del 2007, 10:00 P.M., [http://www.ies-comercio.com/cursos/Russell\\_en\\_%20Atenas/teselaciones.htm](http://www.ies-comercio.com/cursos/Russell_en_%20Atenas/teselaciones.htm)
- 2.27 Simetría de la Alhambra, 24 de Febrero del 2007, 10:18 p.m., <http://www.cienciateca.com/simetría.html>.
- 2.28 Plaza de San Pedro en Roma, 2 de Marzo del 2007, 10:13 p.m., [www.telecable.es/personales/angel1/arqbar/ber..](http://www.telecable.es/personales/angel1/arqbar/ber..)
- 2.29 Columna torcida de Burdeos , 2 de Marzo del 2007, 10:24 p.m., [static.flickr.com/30/38003804\\_f61f472d06\\_m.jpg](http://static.flickr.com/30/38003804_f61f472d06_m.jpg).

- 2.30 Colegiata de Talaveras Rosetón  
<http://www.arteguias.com/catedral/colegiatatalavera.htm>, 2 Marzo 2007 11:02 p.m.
- 2.31 San Basillo Moscú, 2 de Marzo del 2007, 11:16 p.m.,
- 2.32 Monumento a la memoria de la bomba atomica de Hiroshima, 2 de Marzo del 2007 11:23 p.m., <http://www.geocities.com/SoHo/Estudios/6656/Hiroshima.html>.
- 2.33 Torre eiffel , 3 de Marzo del 2007, 11:10 p.m., [www.canalred.info](http://www.canalred.info).
- 2.34 Acueducto Romano, 3 de Marzo del 2007, 11:20 p.m., [poesia-delmomento.com](http://poesia-delmomento.com).
- 2.35 Torre Turnning Suecia Santiago Calatrava, 3 de Marzo del 2007, 12:04 p.m., [www.arklnetia.com/\\_recursos/Articulos/Images/...](http://www.arklnetia.com/_recursos/Articulos/Images/...),
- 2.36 Techumbre del Hermitage Leningrado , 3 de Marzo del 2007, 12.25 p.m., [www.euratlas.com](http://www.euratlas.com).
- 2.37 Plaza del capitollo Miguel Angel, 3 de Marzo del 2007, 12:12 p.m., [www.wayitalia.net/rootes/img/capitolino\\_p.jpg](http://www.wayitalia.net/rootes/img/capitolino_p.jpg).
- 2.38 Techo de la catedral de Budapest, 3 de Marzo del 2007, 7:45 p.m., [visionesdelmundo.blogspot.com](http://visionesdelmundo.blogspot.com) .
- 2.39 Modelo obtenido con ecografia 3D , 3 de Marzo del 2007, 8:25 p.m., [www.slcsalud.com](http://www.slcsalud.com).
- 2.40 Curva hIperbólica de Fedala Marruecos, 3 de Marzo del 2007, 9:47 p.m., <http://www.cedex.es/castellano/actividades/datos/memoria1999/cehopu.html>.
- 2.41 La sagrada Familla Gaudí , 3 de Marzo del 2007, 9:45 p.m., [www.anxo.org/lmaxes/artigos/gaudi.jpg](http://www.anxo.org/lmaxes/artigos/gaudi.jpg).
- 2.42 Trazo Regulador del foro de Pollentia, 3 de Marzo del 2007, 10:26 p.m., [http://palmaromana.caib.es/ciudad\\_romana.htm](http://palmaromana.caib.es/ciudad_romana.htm).
- 2.43 Zaragoza digital mile William J. Mitchel, 3 de Marzo del 2007, 10:29 p.m., <http://www.interactivearchitecture.org/category/interactive/page/2/>.
- 2.44 Peter Zumthor, capilla Bruder Klaus, Mechernich, alemania. Maqueta del suelo de plomo y superficie de agua, Peter Zumthor *Atmósferas*, G.G. barcelona 2006, p 24.
- 2.45 Hans baumgather, residencia de estudiantes en Clausiusstrasse. Zurich Suiza 1936, *Atmósferas*, Peter Zumthor, G.G. Barcelona 2006 p 18

- 2.46 Tschumi-Lignes, Points surfaces  
<http://www.imageandnarrative.be/uncanny/bartvanderstraeten.htm>, 3 marzo 2007, 10 :34 p.m.
- 2.47 Sede corporativa de la Lloyd's en Londres Richard Rogers  
<http://arkimia.nlreblog.com/archives/2007/03>, 3 Marzo 2007, 10 :42 p.m.
- 2.48 Tom Malne Morphosis, 3 de Marzo del 2007, 10:59 p.m., <http://arqtlpo.com/?cat=10&paged=2>.
- 2.49 Simetría no Euclidiana del cuadro " límite III de Escher del círculo" HSM Coexter 3 de Marzo del 2007, 11:06 p.m., [www.um.es](http://www.um.es).
- 2.50 Claude Perrault orden corintio 3 de Marzo del 2007, 11:26 p.m., [www.answers.com](http://www.answers.com).
- 2.51 Grabado de Piranesi vistas de roma, 3 de Marzo del 2007, 11:37 p.m., [www.valpo.edu](http://www.valpo.edu).
- 2.52 Casa Batlló Gaudí , 3 de Marzo del 2007, 11:49 p.m., [www.jorgetutor.com/.../barcelona/Gaudi.jpg](http://www.jorgetutor.com/.../barcelona/Gaudi.jpg).
- 2.53 Cupula de Guarino Guarini , San Lorenzo, 3 de Marzo del 2007, 11:56 p.m., [www.goitre.it](http://www.goitre.it).
- 2.54 Fractales, 3 de Marzo del 2007, 12:24 a.m., <http://www.cdac.com.ar/fractales.htm>.

**T**odo objeto posee una forma ya sea mental, física, natural o generada por el hombre; puede ser entendida como una abstracción y se aplica a las propiedades conceptuales de los objetos. Según Rudolf Arnheim, los objetos son intelectuales, conceptuales, perceptuales, mesurables, intuitivos, geométricos o topológicos.

Schrödinger señala que "sin un modelo absolutamente preciso, el pensamiento mismo se torna impreciso y las consecuencias que se deriven del modelo se tornan ambiguas". De ahí que la psicología estudie la organización de la forma bajo la tendencia del equilibrio.

El psicólogo gestáltico Wolfgang Köhler es pionero en la investigación sobre la ley de la dirección dinámica. Pierre Curle y Ernest Mach, abundan en el tema y establecen que el equilibrio "se caracteriza por una creciente regularidad, simetría y simplicidad en la distribución de la materia y la fuerza dentro del sistema".

En estas ideas de la psicología sobre el equilibrio, se piensa que opera en un vacío, salvo que exista algo que equilibrar, surge entonces el tema de la estructura y la interacción de componentes de la forma, que se presenta en esquemas dinámicos de manera indirecta a través de la percepción. Así, la forma sería el resultado de la interacción de estos dos componentes, esto resulta en lo que los psicólogos de la Gestalt denominan *prägnanz* o *pregnancia*, que no se limita al efecto unilateral de la simplificación.

Al hablar sobre el equilibrio es importante considerar, por un lado, los ojos indican la posición del horizonte visual, es decir la relación del cuerpo con el piso. Permiten reconocer si se trata de un plano inclinado, del vacío, etcétera.

Los oídos en su posición vestibular, captan las diferentes aceleraciones y desaceleraciones lineales o rotatorias, a las que está expuesto diariamente el individuo. En su posición auditiva captan un sonido para adoptar la posición adecuada de acuerdo al origen mismo.

Las articulaciones perciben sensaciones táctiles profundas a la posición en que ellas se encuentren.

Los ojos, oídos y articulaciones (organos sensoriales periféricos) envían sus informaciones al centro del equilibrio, quien las elabora y responde con una respuesta armónica o de equilibrio perfecto.

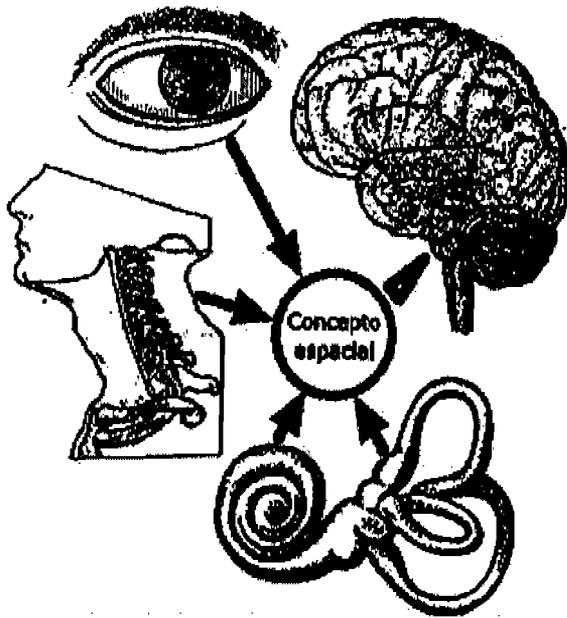


Figura 3.1

[http://www.vertigo-dizziness.com/castellano/patologias\\_equilibrio/que\\_es](http://www.vertigo-dizziness.com/castellano/patologias_equilibrio/que_es)

Gregory menciona que "el papel de los sentidos, consiste más bien en facilitarnos datos para que extraigamos la hipótesis más apropiada sobre lo que vemos; podríamos decir que un objeto percibido, es una hipótesis sugerida y contrastada con datos sensoriales (...), la percepción y el pensamiento, no son independientes, veo lo que deseo ver, no es una frase pueril sino la expresión de una realidad."

Las teorías neurofisiológicas encuentran las siguientes características de la percepción:

**Configuración:** sustenta que la percepción es siempre estructurada o configurada, ya que la interacción de distintas modalidades sensoriales es una manera especial de la percepción.

**Selectividad:** se refiere a que la percepción es siempre selectiva, no obstante lo percibido es determinado por un ordenamiento de los estímulos reales, es posible atender prioritariamente sólo determinadas partes, lo que en términos fisiológicos representa probablemente una sensibilización preliminar a favor de algunas partes del sistema neural sobre otras.

**Relación y proporcionalidad:** se refiere al poder de estructuración y selectividad, responde a relaciones y valores proporcionales entre los elementos a discriminar, pudiendo hacer transposiciones de la misma relación a nuevos grupos de elementos.



<http://mylife.wordpress.com/2007/04/19/myc-y-los-5-sentidos/>

Figura 3.2

**Similaridad:** importante para la capacidad de reconocer y clasificar; una similitud geométrica o física de los estímulos no genera necesariamente una simultaneidad perceptual, pero este aspecto vinculado a las características antes mencionadas de configuración, relación y selectividad, probablemente lo logren.

**Orden serial (temporal):** las llamadas secuencias temporales en la percepción se estructuran por medio de sucesos, los cuales requieren de almacenamiento temporal de la formación y capacidad de vincular distintos episodios. Es una interacción de procesos.

**Transferencias:** posibilidad de realizar la transposición o dar equivalencia entre secuencias temporales y espaciales, es decir una configuración puede ser una exploración serial o una captación simultánea.

Para lograr un claro proceso de configuración deben existir ciertas cualidades, como la de tener por lo menos una mínima articulación en la ordenación de los estímulos, ya que la ausencia de articulación genera ambigüedad y confusión visual. También la cualidad de asimilación entre los diversos estímulos es necesaria, a fin de que se pueda establecer con ellos algún tipo de agrupamiento y relación, como puede ser la proximidad, la similitud o un criterio de contraste; si se ejemplifica con el criterio de figura y fondo, la percepción de distancias y localización espacial se puede lograr de dos maneras, la primera es a través de claves o indicios visuales, como la ubicación o variación de tamaños de objetos familiares, gradaciones cromáticas, clarooscuro, superposición o interposición de figuras, este sistema de convergencia es insuficiente por sí solo, se requieren de otros estímulos para una real ubicación y definición del objeto.

Y por otro lado es el enfoque propuesto por Gibson, sus conceptos del campo visual y mundo visual, el primero contiene las formas proyectadas a través de diferentes estímulos y el segundo conteniendo las formas en profundidad y la obtención de ella por un gradiente de textura.

Es importante señalar que casi todas las experiencias se centran en el hemisferio derecho del cerebro, el aspecto intuitivo, emocional y sensitivo.

Merleau-Ponty menciona que el mundo de la percepción, lo que revela los sentidos, puede parecer que ya que se vive en ellos es lo que mejor se conoce, sin embargo considera que es necesario el conocimiento de instrumentos y cálculos para acceder a él, siendo falsa la idea de que sólo abrir los ojos y vivir permite penetrar en este mundo. En sus análisis intenta aclarar esta postura, al referirse al mundo percibido y el de la ciencia sostiene que "la forma y el contenido del mundo no se mezclan. Las propiedades geométricas del objeto seguirán siendo las

mismas en el curso de su desplazamiento de no ser por las condiciones físicas variables a las que se ve sometido. Tal era el supuesto de la ciencia clásica. Todo cambia cuando, cuando con las geometrías no euclidianas, se llega a concebir el espacio como una curvatura propia, una alteración de las cosas por el solo hecho de su desplazamiento, una heterogeneidad de las partes del espacio y de las dimensiones que dejan de ser sustituibles una por otra y afectan a los cuerpos en él se desplazan con ciertos cambios."

Merleau-Ponty en su libro sobre la fenomenología de la percepción aborda los prejuicios tradicionales sobre la fenomenología, desde la sensación como experiencia, pasando por la asociación y la proyección de memorias, en su capítulo dos se refiere al cuerpo, la experiencia del cuerpo y la psicología clásica, en el cuerpo su expresión y su comunicación, en el mundo y su interpretación el espacio, la sensación de experiencia, las cosas en el mundo natural. Y en su último capítulo sobre existencia para sí misma y existencia para el mundo, temporalidad y libertad.

Para el estudio de la fenomenología de las esencias y de los problemas de las definiciones de las esencias de la percepción y la conciencia, Merleau-Ponty toma en cuenta los trabajos de Husserl sobre la genética de la fenomenología y su construcción, así como realiza un análisis comparativo con los estudios de Heidegger. Derivado de sus investigaciones Merleau-Ponty argumenta que la "science has not and never will have, by its nature, the same significance qua form of being as the world which we perceive, for the simple reason that it is a determination or explanation of that world."

Merleau-Ponty también reflexiona sobre la necesidad de que en el estudio de la percepción se considere un lenguaje en relación a las sensaciones, que es inmediato y obvio pero no consciente, como la noción de rojo, calor, frío. Argumenta entonces lo siguiente: "But if the shape and the background, as a whole, are not sensed, they must be sensed, one may object, in each of their points. To say this is to forget that each point in this turn can be perceived only as a figure on a background. When Gestalt theory informs us that a figure on a background is the simplest sense-given available to us, we reply that this is not a contingent characteristic of factual perception, which leaves us free, in an ideal analysis, to bring in the notion of impressions."<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Pero la forma y su fondo es un todo, no en un sentido, sino en muchos sentidos, un solo objeto en varios puntos. Se dice que esto no es olvidado en cada punto. En este cambio, se percibe solo la figura y no el fondo. Cuando la teoría de la Gestalt dice que esta figura y su fondo en un sentido simple viene a ser disponible para nosotros, este desempate no es una característica contundente o un hecho perceptual. Cuales niveles son libres, en un análisis ideal, lleva la noción de impresión o imitación.

### 3.1 Gestalt

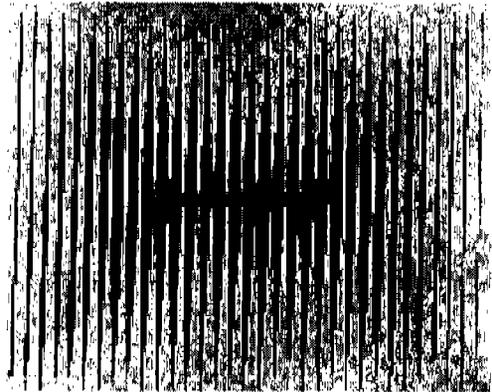


Figura 3.3

<http://when-i-am-down.blogspot.com/2007/08/mi-supervisor-es-un-gestaltico.htm>

Según los psicólogos, para el niño en sus primeros años los objetos son entendidos a partir de superficies planas. La noción de volumen la va adquiriendo en el momento en que toca los objetos y al moverse en el espacio adquiere el sentido de direccionalidad, de tal manera que va asociando sus percepciones táctiles, visuales y cinestésicas.

En el espacio visual la psicología de la forma o gestaltpsicología, propone 3 versiones:

Proceso Imaginativo en que la actividad mental está localizada a nivel cortical, son espontáneas (Escuela de Berlín)

Se trata de procesos rápidos de pensamiento calculado, son conscientes (Dirección analítica-tradicionallista)

Proceso de elecciones relativo al sentimiento (Escuela de Lipsia)

El psique se considera también que tiene tres aspectos.- el receptivo, activo y emocional y a todo estímulo que se tenga le corresponde una reacción ya sea interna o externa.

La relación entre la percepción y la rapidez con la que una reacción creativa se determina, se puede pensar que en el acto perceptivo hay una predisposición por la cualidad figurativa del objeto a nivel de memorización de tipo geométrica, por su posición en el espacio (ubicación), por sus características compositivas (disposición de los elementos del objeto) este proceso de figuración es individual generándose una duplicidad.

---

Entre la forma material estimulante y la forma perceptual existe una relación de analogía, por lo expuesto hasta aquí puede comprenderse que esa relación nunca será de igualdad, como tampoco serán iguales los preceptos de diferentes sujetos ocasionados por una misma forma material, sino que resultarán ser sólo semejantes.

En este tema de los sentidos, Aristóteles menciona específicamente la excitación del ojo por el movimiento. Epicureo habla de las partículas provenientes del cuerpo a nuestro ojo que se suman y se sobreponen en imágenes interiores listas a emerger después por medio de la memoria visual o de la Imaginación. Leonardo Da Vinci afirma una doble virtud de este sentido, que es la visual del ojo al extenderse sobre la superficie de lo observado y la del cuerpo mismo que se extiende sobre la virtud visual.

Estos estímulos visuales dan lugar a una parte de las figuraciones bidimensionales por medio de imágenes evocativas y por otro lado la actividad tridimensional implicando relaciones motrices, la actividad de la persona en relación con el objeto.

William J. Mitchell habla de la segmentación perceptual, en la que se pueden distinguir las partes de las cosas creando uno de los procesos de generación por medio de este sistema perceptual. Un primer acercamiento es la abstracción por medio de líneas los denominados sketches o trazos primarios compuestos por líneas de figura y de contorno.

Para Arnheim ver es esencialmente un medio de orientación, es determinar con los ojos que cierta cosa está presente en cierto lugar. Por ejemplo, al ver que los objetos del entorno reflejan la luz, las lentes del ojo proyectan imágenes de estos objetos sobre la retina, la cual transmite el mensaje al cerebro. Los sistemas de percepción de la forma no solo son pasivos sino también activos, ya que por medio del recorrido se pueden entender los límites, explorar la textura y otras cualidades de las formas.

Bajo esta idea, ver significa aprehender algunos rasgos de los objetos, sólo con unas pocas líneas es posible distinguir el objeto, de tal manera que las proporciones o movimientos más elementales pueden servir para identificar los objetos.

Otro término importante para los psicólogos es el de "generalización" al proceso perceptual, que comienza con el registro de casos individuales, cuyas propiedades comunes sólo podrían ser advertidas por seres capaces de formar conceptos de modo intelectual.

Los niños muy pequeños, por ejemplo, no están entrenados en esta abstracción lógica, por medio de procesos experimentales, los rasgos estructurales globales son los datos primarios de la percepción.

Mientras se contempla una forma simple, esta actividad formativa de la percepción no se puede manifestar, se puede captar una textura global pero a detalle hay fracciones que se pierden, sólo en la medida en que se pueda ver bajo una configuración de dirección, tamaño, forma geométrica, color o textura.

Arnheim sostiene que percibir consiste en la formación de conceptos preceptuales, de tal forma que la visión trabaja sobre la materia bruta de la experiencia creando un esquema correspondiente de formas generales, que son aplicables no sólo al caso individual sino también a un número indeterminado de otros casos similares.

El percibir es así una operación intelectual, se realiza a nivel sensorial, es lo que en el ámbito del raciocinio se entiende por comprensión. La forma perceptual es el resultado de un juego recíproco entre el objeto material, el medio luminoso que actúa como transmisor de la información y las condiciones en el sistema nervioso del observador.

La forma del objeto que se ve no depende solamente de su proyección en la retina, ésta se determina por la totalidad de las experiencias.

Como ejemplo se puede mencionar a León Batista Alberti, en su tratado Della Statua ofrece un método que permite la reproducción de un objeto concreto, pero el resultado no es predecible, se puede imaginar la forma de la estatua a partir de las mediciones que deben aplicarse antes de conocer el resultado. Este procedimiento es similar al de la geometría analítica, que para determinar la forma de una figura define espacialmente los puntos de los que está compuesta mediante sus distancias a un par de coordenadas cartesianas, una vertical y una horizontal.

Figura 3.4

*Modelo hipotético para definir las etapas de percepción visual*

Area en el plano maestro sobre la cual se fija preferencialmente la atención y el análisis

Mapa maestro o plano en el que se representan las características básicas y útiles para definir de un objeto que lo diferencia del resto

Características del objeto que son procesadas en forma separada (color, orientación, tamaño, distancia)

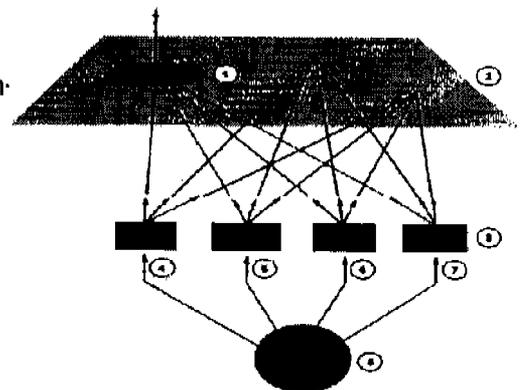
color del objeto

orientación del objeto

tamaño del objeto

distancia a la que se encuentra el objeto

objeto



A pesar de que la forma visual de un objeto viene determinada en general por sus límites exteriores, Delacroix considera que al dibujar un objeto lo primero que hay que captar es el contraste de sus líneas principales, por lo que sugiere que hay que tomar buena conciencia de eso antes de apoyar el lápiz en el papel, ya que también debe tenerse presente el esqueleto estructural que conforma el objeto.

Prácticamente la forma nos sirve para informarnos de la naturaleza de las cosas a través de su aspecto exterior. Hay que considerar que no todos los objetos nos hablan de su particular naturaleza material a través de su forma.

Otro elemento a considerar en la forma es el cambio dinámico de dirección, siendo esta la facultad de reconocer los objetos independientemente de su posición espacial. Hay que considerar de manera diferente el entender la orientación de un objeto en el espacio a dibujarla, el espacio vacío del papel del dibujo en donde cualquier ubicación es válida.

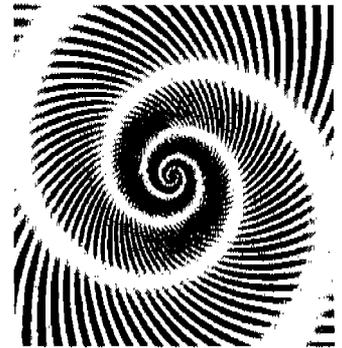
Por lo anterior también hay que distinguir los conceptos visuales de las imágenes eidéticas, por medio de las cuales algunas personas son capaces de proyectar sobre una superficie vacía una réplica exacta de la escena que han percibido anteriormente, estas imágenes no son como los conceptos visuales que tienen una relación formativa con la mente.

Las formas tridimensionales, las que poseen volumen como la escultura y la arquitectura, sólo pueden ser representadas en superficies planas mediante la representación de algunos elementos esenciales y utilizando medios bidimensionales. El problema sigue siendo el mismo aún en las representaciones perspectivas, estroboscópicas u holográficas actuales, ya que la imagen no puede ser reproducida directamente en todas sus facetas sobre un único plano.

El filósofo William James al hacer investigaciones sobre los bebés, ha considerado que ellos sólo tienen conciencia de un conjunto causal de luces, ruidos, contactos, gustos, sin relación entre sí ni causa conocida, aunque de modo progresivo, a medida que va evolucionando su sistema nervioso y aumenta la cantidad y calidad de experiencias, la representación mental caótica se inicia en la realidad exterior, comenzando a transformarse en una representación más inteligible.

Al ir siendo vivenciada e integrada por formas diferenciables, se les asignan significados y nombres reconocibles.

Los sentidos destinados a la recepción de impresiones provocadas por estímulos situados fuera del cuerpo, son conocidos como sentidos



[http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/mundo\\_web\\_julsep\\_2006/index.htm](http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/mundo_web_julsep_2006/index.htm)

Figura 3.5

externos en tanto que a los receptores de estímulos situados dentro del cuerpo, se les llama sentidos Internos. Por lo que los productos materiales son estímulos externos o internos según donde se ubiquen en relación al cuerpo.

Los sentidos externos se dividen en proximales y distantes, los primeros son los que tienen contacto directo con los órganos sensoriales, mientras los distantes requieren de una mediación de otros estímulos.

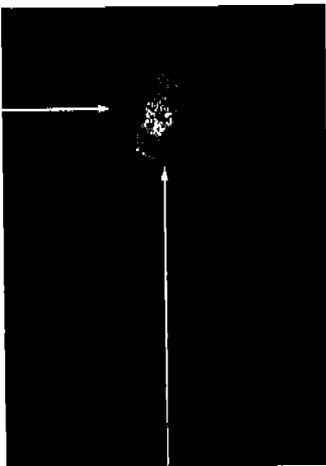
Bajo esto las formas que se deberían decir más exactamente aspectos o manifestaciones parciales de la forma o de rasgos formales, son efectiva o potencialmente estímulos, también se las conoce como formas visuales, auditivas, olfativas, por lo que expresiones como formas visuales, o aspectos visuales de la forma, significan que ellas se perciben visualmente. Por lo que la forma está constituida por varios rasgos formales de diferente índole sensible, esto es un conjunto de formas diferenciadas por su modo de re-percepción sensorial según William James.

Es importante puntualizar que las esferas perceptuales no se encuentran aisladas, sino interrelacionadas y se complementan. La percepción no sólo consiste en captar estímulos generadores de sensaciones, estas se deben ordenar para reasignarse a nivel cerebral. Se podría decir que la manera en como se perciben las cosas es consecuencia del modo en que está organizado y como funciona el sistema de nervios a nivel anatómico.

Por otro lado, la llamada forma háptica es aquel conjunto de percepciones que se obtiene cuando un objeto se toca, esto es el uso de los sentidos de la piel y de los músculos. Existen tres modos de percepción háptica: en reposo, móvil y envolvente.

Como ya se ha mencionado, los sentidos externos son transmisores de un sistema de estímulos complejos, que se registran, analizan y transmiten al cerebro y que tienen una respuesta en acciones. Estas reflexiones tendrían que ser esenciales para todo diseñador, serían útiles para adquirir una conciencia sobre lo que se propone a nivel espacial. Mero ejemplo, es la afirmación del pintor Max Hill: "forma es lo que nos encontramos en el espacio, forma es todo lo que podemos ver."

Focillon refuerza esta idea al sostener que "las relaciones que vinculan las formas de la naturaleza entre sí no pueden ser una mera causalidad. Lo que denominamos vida natural es una relación necesaria entre las formas, sin la cual no habría tal vida natural. Lo mismo cabe decir del arte. Las relaciones formales que hay dentro de una obra y entre una y otra obra forman un todo superior, una alegoría del universo."



<http://www.acm.org/crossroads/espanol/xrds3-3/haptic.html>

Figura 3.6

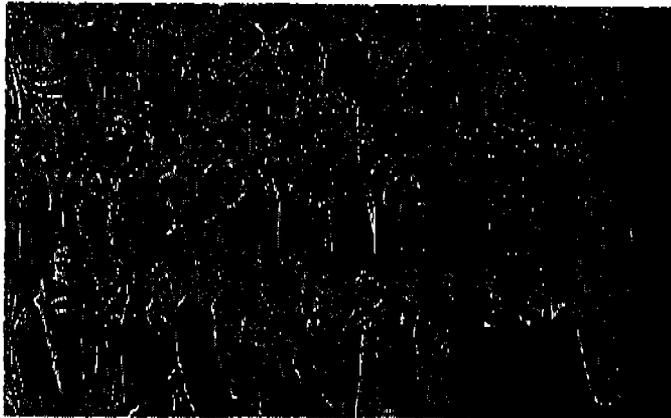


Figura 3.7

www.especioblog.com

La Gestalt considera varias leyes, la primera es la de proximidad, que se da cuando las partes de un todo reciben un mismo estímulo, formando grupos en el sentido de la mínima distancia como lo podemos observar en la figura 3.7. La ordenación se produce de manera automática y sólo por una resistencia del receptor o por otra ley contraria por medio de la cual se anula la lectura. Para explicarse mejor se ilustra en la Figura 3.8. En la figura 3.9 las figuras se agrupan por medio de distancias. y en la última figura, la 3.10, se agrupan por proximidad con bloques de doce unidades por separado y a la vez forman tres conjuntos .

Figura 3.8

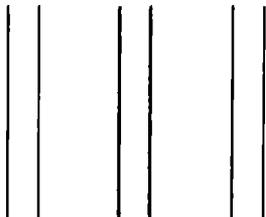


Figura 3.9

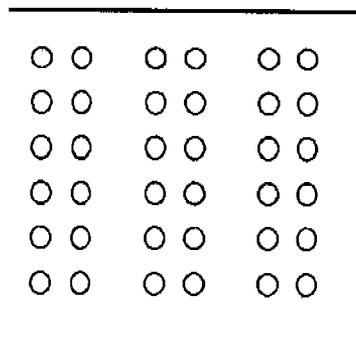
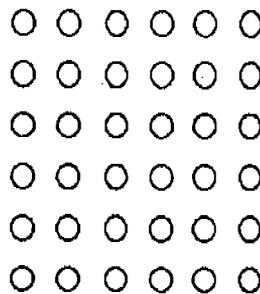


Figura 3.10

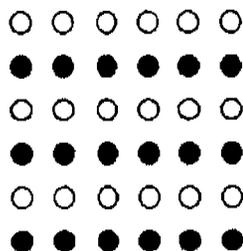


Figura 3.11

Otra ley es la de la igualdad o equivalencia, la cual se suscita cuando se juntan varios elementos de diferentes clases, con la tendencia a construir grupos de iguales, si las desigualdades están basadas en color, o en forma. En el grupo de la figura 3.11 la distancia es igual pero tienen diferentes colores, por lo que se puede lograr este agrupamiento. En la 3.12 se agrupan por formas como los cuadrados y las triángulos. En la figura 3.13 es por las cualidades de la forma como la cercanía o el color.

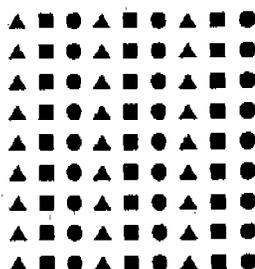
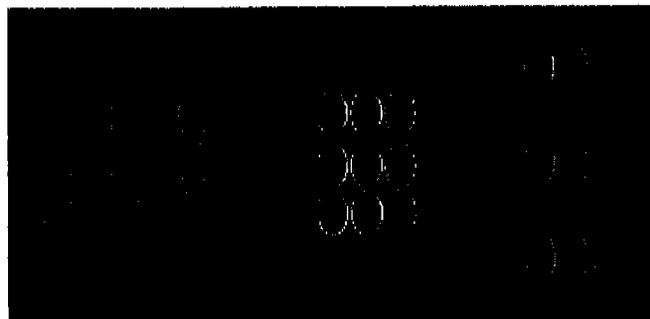


Figura 3.12

Figura 3.13



<http://www.uc3m.es/marketing2/percepcion.htm>

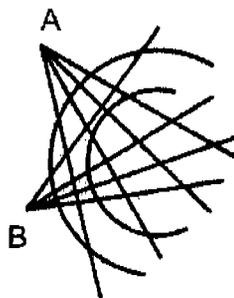


Figura 3.14

La ley de prägnanz (ley de la buena forma y destino común), ya había sido observada por Goethe, quien hablaba de una imagen consecutiva de un cuadrado que tiende a hacerse circular, debilitándose sus ángulos, simplificándose la forma al convertirse en otra como el círculo. Se demuestra al dejar entrar un rayo de sol en una habitación a través de un orificio irregular, observándose la modificación en la proyección.

En la Gestalt se han realizado muchos experimentos en donde se ha podido comprobar que la memoria visual tiene gran importancia.

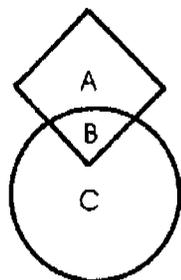


Figura 3.15

Koffka y Wulff, en 1922, realizaron experimentos sobre figuras de formas planas abstractas. Solicitaron a algunas personas que dibujaran de memoria figuras previamente observadas, como resultado las figuras no coincidían en general con los modelos que cambian progresivamente. Aunque todas son más simples y más regulares que las primeras, pero concordando con los conceptos de simetría y forma, la evolución que se presenta en las figuras 3.14 a la 3.17 la realizó Sven Hesselgren, muestra el desarrollo de una figura a otra.

En la figura 3.14 se puede ver un conjunto de tres bandas verticales, dos curvas concéntricas que forman una banda y una recta oblicua; en la 3.15 tanto el círculo como el cuadrado se entienden como figuras independientes, aunque también pueden entenderse como figuras tangenciales o como tres figuras independientes.

En la figura 3.16 se ven dos figuras cerradas, triángulos curvilíneos, tres líneas curvas convergentes en el punto A y otra línea de doble curvatura que las atraviesa; la figura 3.17 es un conjunto confuso de líneas rectas y curvas, o dos haces de líneas convergentes a dos puntos, que cruzan dos curvas concéntricas o una banda circular cortada.

Esta ley del sentido común nos ayuda a ver todas las opciones posibles y a elegir la que se cree es la más clara.

Otra ley es la del cerramiento. En general se asocia el límite de la superficie a la abstracción, las líneas de dibujo, las líneas que marcan o circundan una superficie, se captan como una unidad, como una figura, esta ley señala el hecho de que las líneas rectas paralelas forman grupos más definidos y estables, que los puntos que no delimitan claramente el espacio.

En la figura 3.18 se puede entender de dos maneras, al unir los espacios vacíos de los círculos se genera una forma que el cerebro completa como un triángulo equilátero o al completar cada una de las formas negras formando tres grupos; esta propuesta la explica de manera más amplia el profesor Kanizsa de la Universidad Trieste; otro ejemplo es el de la figura 3.19, en donde se pueden ver las formas del objeto, a la derecha aparecen cerradas, son como elementos autónomos sin una continuidad al no estar cerradas mientras las del lado izquierdo sí lo están, ayudan a prolongar el espacio vacío que las separa agrupando la forma completa del cubo.

En la ley de la experiencia es importante el papel que desarrolla la madurez y la experiencia en el proceso de configuración, aunque es compleja su intervención ya que la experimentación con seres humanos es difícil. Hay ideas que apoyan a Descartes, Kant o Muller, que se oponen a las posturas empiristas de Hume, Hobbes, Locke, Berkeley o Helmholtz, existen también las tradiciones, estas últimas defienden la percepción como un producto del proceso del aprendizaje, afectado por el medio ambiente y por la experiencia de cada individuo.

El filósofo Fautz afirmó en 1965 que la percepción es innata en el neonato, pero también se aprende en el adulto, sin embargo el filósofo Hebb, quien armoniza las posturas que antes estaban en oposición, esto lo lleva a desarrollar su teoría neurofisiológica enfocada a la percepción. A la par de esta postura surge la sensorial-tónica, de Werner y Wapner, la del funcionalismo probabilista de Brunswik y la del nivel de adaptación que desarrolla fórmulas matemáticas de Nelson.

Desde el punto de vista biológico, el sistema nervioso se forma por el conocimiento del mundo externo, lo que configura la estructura del órgano que percibe. Es así que las experiencias individuales condicionan

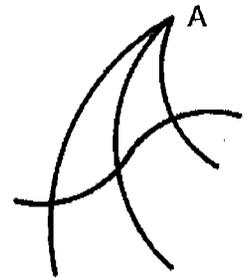


Figura 3.16

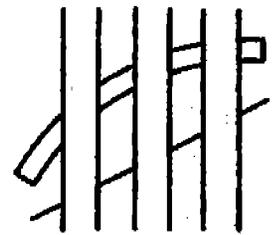


Figura 3.17

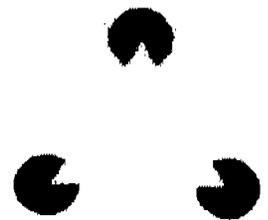


Figura 3.18

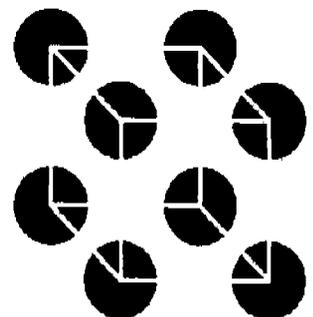


Figura 3.19

también este hecho. Por ejemplo las personas más familiarizadas con el dibujo o el análisis figurativo, tienen una claridad mayor sobre la trascendencia de la ley de la experiencia. La figura 3.20 ejemplifica la experiencia perceptiva del mundo físico, presenta modelos que a pesar de saber que son planos la costumbre hace aceptarlos de otra, como la perspectiva, a diferencia del dibujo de sombras, es fácilmente entendido.

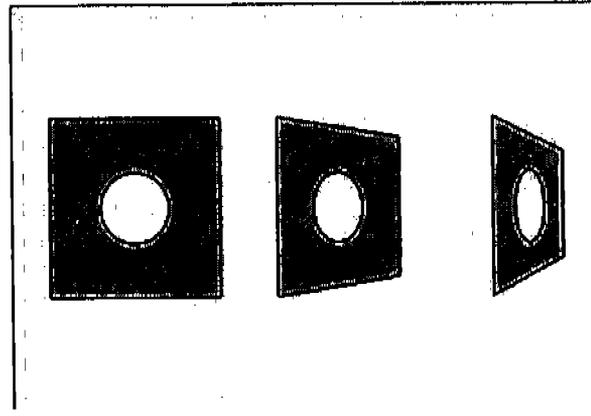


Figura 3.20

<http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>

La figura 3.21 de sombras se construye con elementos de las leyes anteriores, elementos de cierre, destino común con formas simples y rotundas y a partir de las experiencias del receptor. Aunque su rasgo distintivo es la de presentar las formas con características propias. Esto es abreviaturas o esquemas que sean fácilmente interpretados. Introduciendo al espectador de un conjunto a una idea de concentración de las formas continuadas y semejantes a otras que son correctas y definidas.

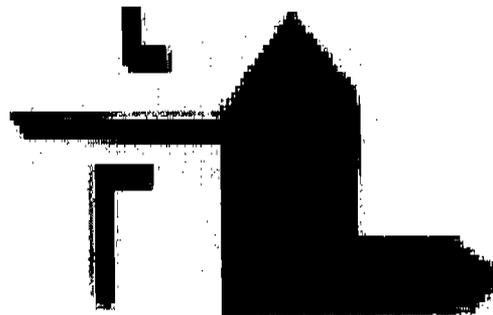


Figura 3.21

[www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm](http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm)

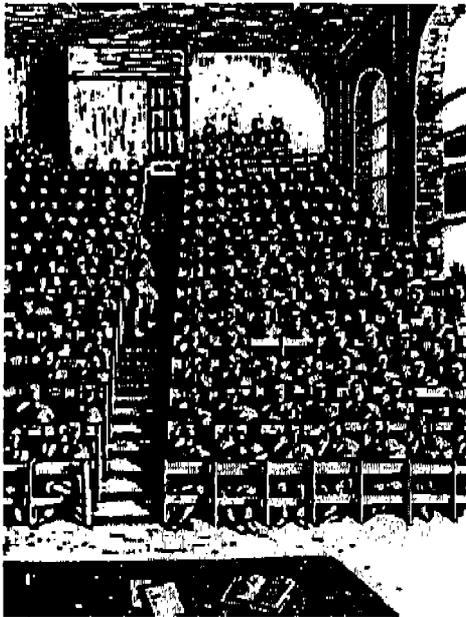


Figura 3.22

<http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>

En el ejemplo de la figura 3.22 la xilografía titulada Aula IV, se ven una serie de alumnos ordenados, las formas de los primeros planos, si se aprecian formas definidas y reconocibles, lo que ayuda a entender que el resto que posee el mismo orden también posee las mismas formas.

En los ejemplos de las figuras 3.23 3.24 y 3.35 , se puede observar el efecto que causa esta ley por medio de las texturas, manchas, borrones aplicados en estas composiciones.

La ley de figura-fondo es un principio organizativo de la percepción, cuando se observan muchas formas, sólo se construyen como figuras definidas cuando quedan como superpuestas o recortadas sobre un fondo más neutro. La figura sobre un fondo puede dar la percepción de profundidad, que traslada la figura a primer plano, dejando el fondo a una distancia indefinida.

En la Imagen 3.26 se perciben tres figuras por el cambio de tonos, se alternan las figuras planas que funcionan como figuras y fondos, Cezane es uno de los expertos durante su momento constructivista para sustituir el espacio renacentista perspectiva por estas ideas.



Figura 3.26

<http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>



[www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm](http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm)

Figura 3.23



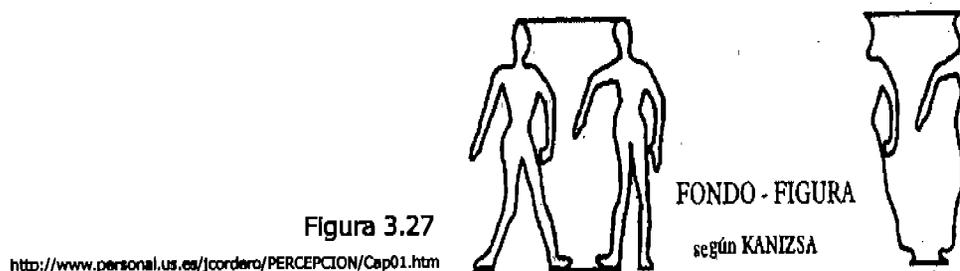
<http://wahooert.com/ASSA04/w.nsf/Opra/BRUE-SZKGVV?OpenDocument&ChangeLangue=ES>

Figura 3.24

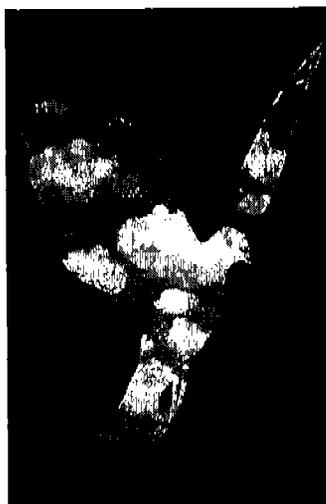


<http://www.personal.us.es/jcordero/LUZ/ejemplos.htm>

Figura 3.25



Se puede observar de diferentes maneras la idea de figura y fondo, en ocasiones con un dualismo formal como en la obra de Dalí figura 3.29 o en la obra de Magritte 3.28, en donde puede alternarse la interpretación de esta escena, al igual que en la de Escher, tomando las figuras con textura o las figuras negras, esta interpretación depende del entrenamiento visual del observador.



<http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>  
Figura 3.28



<http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.html>  
Figura 3.29

### 3.2 Dinamismo

Carl Sagan y Ann Druyan aseveran que cada especie animal tiene un modelo de realidad diferente cartografiado en el cerebro, que ningún modelo es completo, ya que todos los modelos omiten algunos aspectos del mundo, hay diferentes modalidades sensoriales, así como diferentes sensibilidades y diferentes maneras de integrar las sensaciones en un mapa mental que es de tipo dinámico.

Geoffrey Broadbent sostiene que hasta la llegada del cubismo, el arte occidental suponía que la gente veía las cosas en perspectiva. La pintura del renacimiento y la proyección axial, tanto la escuela de

edificación como el planteamiento urbano, se basan en el hecho de que a una distancia Infinita del observador y alineado con su ojo, existía un punto de fuga hacia el cual convergían todas las líneas disminuyendo su distancia progresivamente.

Sin embargo, según Broadbert desde finales del siglo XX ese modo particular de ver no es inherente al mecanismo de la percepción visual, sino que es aprendido.

Una de las pruebas más claras que demuestra esta hipótesis es la de presentar al observador la llamada ilusión de Muller-Lyer.

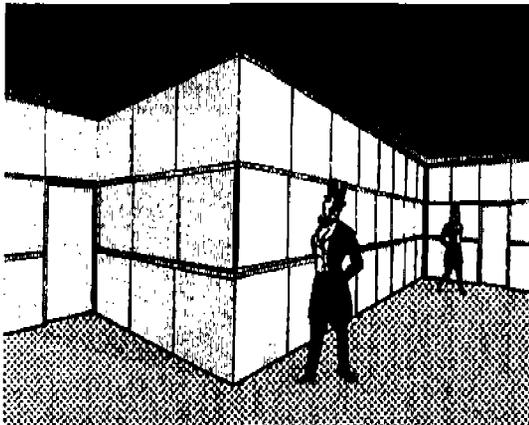


Figura 3.30

<http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.html>

También puede hablarse de un modo propiamente social de percibir el mundo: conocimientos, prejuicios, sentimientos, consecuencia de un bagaje mental acumulado, que genera códigos preceptuales que son parte de un patrimonio de una comunidad determinada. Aunque también los factores personales son condicionantes de la percepción.

Hay otras formas mentales que se han denominado ideas, que se consideran representaciones en la mente de índole figurativa; un tipo de Imaginación es la reproductora, o memoria Imaginativa, que actualiza relativamente fiel, conceptos acoplados como recuerdos o imágenes. En cuanto a la Imaginación denominada creadora o inventiva (fundamental para el diseño), permite la representación mental de objetos o acontecimientos nunca antes percibidos, lo que no implica que tales invenciones sean absolutamente originales.

Entendiendo el ver como un medio de orientación práctica y la orientación como un medio que requiere sólo un mínimo de indicios para comprender el espacio. De este modo la visión puede ser considerada como una exploración activa, acorde a la descripción que hacen los físicos sobre el proceso óptico, en la que los objetos del entorno reflejan la luz, los lentes del ojo a su vez proyectan estos objetos sobre las retinas, que transmiten el mensaje al cerebro. La imagen óptica que se forma sobre

la retina estimula millones de receptores microscópicos, cada uno de los cuales responde a la longitud de onda e intensidad de luz que recibe.

Partiendo de la descripción anterior, se podría concluir que este acto es pasivo. Platón en el Timeo habla de una relación entre el observador y lo observado, por un impulso de luz que salen del objeto hasta los ojos y de estos al alma.

Es así que se puede decir que la visión trabaja sobre la materia bruta de la experiencia, creando una especie de esquema correspondiente a formas generales, que se aplican no sólo al objeto en este momento, sino también a casos similares.

Esta materia bruta que se menciona se puede resumir en la forma que se determina por sus límites, borde, superficie, base, color, textura y otros, la forma perceptual es así, el resultado de un juego recíproco entre el objeto, el medio lumínico, la transmisión de la información y las condiciones en el sistema nervioso del observador.

La forma del objeto no sólo depende de su proyección retiniana en un momento, sino de las experiencias visuales que se han tenido de ese objeto u otros similares a lo largo de la vida. Por esta experiencia previa se pueden llegar a omitir los límites del objeto y entender la forma, se registran los rasgos espaciales que son esenciales en la forma.

Gombrich apoya esta postura ya que al hacer mención de la importancia biológica entre el observador y el objeto, considera que mientras mayor sea esta relación, es más fácil reconocerlo ya que se dará la correspondencia formal con mayor eficacia.

Hay figuras que sufren transformaciones cuando se les ubica en otra posición como los ejemplos de las figuras 3.31 y 3.32. (figs 75a y 75b pag 112 la forma visual de la arq). La orientación espacial presupone un marco de referencia, el campo visual suministra este marco.

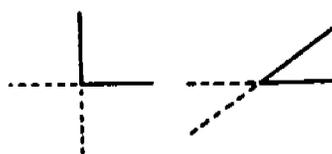


Figura 3.31

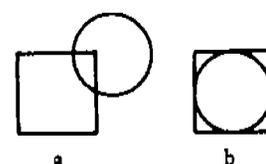


Figura 3.32

Hay algunos investigadores como Hertha Kopfermann y Louis Gellermann, que realizan estudios con niños en relación a la percepción del espacio, buscando similitudes y diferencias, relacionándolas con el marco retiniano. Además de este marco y de las coordenadas del ambiente visual hay un tercer punto a considerar, la orientación espacial de origen cinestésico, producido por las sensaciones musculares y el órgano del equilibrio, este considera que en cualquier posición que se encuentre el cuerpo, cabeza u ojos, se siente la dirección del tirón gravitatorio.

Los experimentos de Herman Witkin han demostrado que hay variaciones de persona a persona, su argumento se basa en personas que denomina extrodirigidas, que son dependientes de los criterios del ambiente y por otro lado las de mayor respuesta cinestésica, las que parecen más que introdirigidas, que siguen un juicio personal.

Para lograr un carácter distinto cambiando la orientación espacial para obtener un nuevo esqueleto estructural. Se genera así una desviación y modificación de la forma geométrica.

Las investigaciones de Francis Galton en relación a la imaginería visual, o mejor dicho tacto-visión, señala que algunas personas que tienen desarrollado esta característica, visualizan simultáneamente todas las caras de la imagen de un cuerpo sólido.

Otro elemento interesante es el denominado gradiente, que es un aumento o disminución gradual de alguna cualidad del espacio en el tiempo. James J. Gibson es el primero en hablar sobre los gradientes en el sentido de crear profundidad, principalmente de los de textura por medio del cambio de granulación o sombreado.

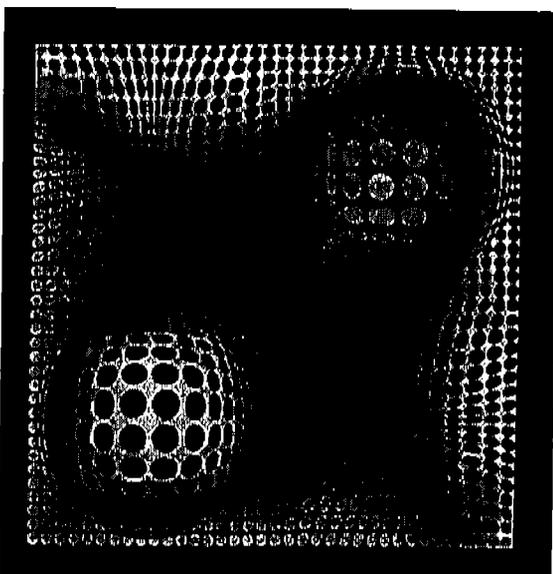


Figura 3.33

<http://ilusionesopticasymas.blogspot.com/2007/08/ilusiones-opticas-gradientes-de.html>

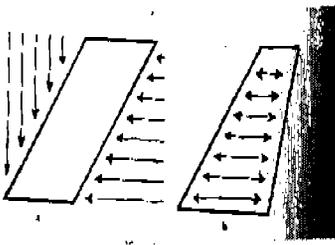


Figura 3.34

Con los gradientes se puede obtener profundidad y luminosidad, el aumento del relieve lo producen las luces laterales y aumentando gradientes de luz se obtiene la impresión de una forma curva.

Los efectos de profundidad de la experiencia visual son creados por el sistema nervioso y la mente. Según sostiene Arnheim, esto resulta igual al tratarse de imágenes bidimensionales y de espacios materiales.

Por ejemplo en el Palazzo Spada de Roma, que Francesco Borromini reconstruyó en 1635, da la impresión de tener mayor profundidad, debido a que se va estrechando el espacio a lo largo de la galería de columnas abovedada. De esta manera el observador que desde el patio mira la galería, ve un largo túnel flanqueado por columnas, que conduce a un espacio abierto en el que se alza una estatua grande de un guerrero, en cuanto entra a la galería experimenta una fuerte sensación de mareo, producida por la pérdida de orientación espacial. Borromini sólo disponía de un espacio reducido y la galería en realidad es corta, como de unos nueve metros desde el primer arco al último, además el primer arco tiene cinco metros de alto por tres de ancho y el último arco se reduce a dos y medio metros de altura, por un metro de ancho. Los muros laterales convergen, el suelo se eleva, el techo desciende y los intercolumnios decrecen.

Figura 3.35

Otro ejemplo que menciona Arnheim es el de la plaza de San Marcos en Venecia, que mide ochenta y dos metros de ancho en el lado oriental y cincuenta y seis en el occidental, los edificios laterales, divergen entonces hacia la Iglesia.

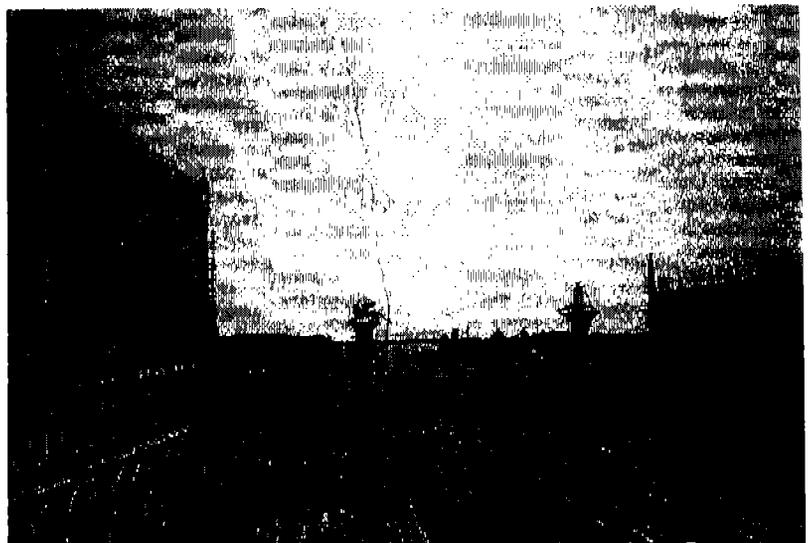


Figura 3.36

---

Las cualidades dinámicas de las formas son un aspecto inseparable de la experiencia visual, Willlam James dice que no puede "dejar de señalar que la disparidad entre movimientos y sentimientos, que algunos autores subrayan, es algo menos absoluta de lo que a primera vista parece. No sólo la sucesión temporal, sino también atributos tales como intensidad, el volumen, la simplicidad o complicación, el cambio expedito u obstaculizado, el reposo o la agitación, se predicán, habitualmente de hechos tanto físicos como mentales."

La percepción visual del espacio se encuentra estrechamente vinculada con la percepción del movimiento y con la capacidad para adherirse a un entorno rígido en el propio movimiento del usuario. Por lo que la percepción de la profundidad depende de un conjunto de transformaciones, mas que de impresiones instantáneas de figuras estáticas presentadas ante un observador fijo. La forma será así vista como la experiencia de una serie de transformaciones sucesivas del mismo objeto y que de este modo lo definen mejor.

La percepción táctil y cinestésica del espacio se realiza a través de varios receptores que se encuentran distribuidos en todo el cuerpo, la actividad de estos receptores contribuye a ubicarse uno en el espacio, los músculos por medio de las relaciones entre todas estas vías perceptuales.

La percepción de movilidad aparentemente mezclada con la de movilidad real, representa aproximaciones para el observador. El sentido térmico que también interviene genera nuevas vías para la definición del espacio, la emisión y percepción de la radiación de temperatura, que se reciben con significados placenteros o desagradables.

El espacio que se percibe por medio de los sentidos auditivos y olfativos, está condicionado por la intensidad relativa del estímulo y el tiempo en que se genera y se percibe. En el caso auditivo, las condiciones acústicas y disposiciones de los elementos constituyen el espacio, condicionado por la fuente de sonido y si es nuevo o familiar, este último tipo tiene la cualidad de poder asociar la intensidad con la distancia.

Por su parte, el espacio olfativo da una percepción más global y general, califica selectivamente los lugares.

### 3.3 Materialidad

Rudolf Arnheim sostiene que hablar de forma y color como fenómenos independientes se justifica, ya que se pueden distinguir entre sí, ambos cumplen las dos funciones características del acto visual, transmiten expresión y nos permiten obtener información mediante el reconocimiento de objetos y acontecimientos. Otros autores entienden la forma de modo mucho más amplio, como Jorge Vila Ortiz, quien considera que cuando se hace referencia a un objeto, se está haciendo alusión a la configuración geométrica de su perímetro, a sus proporciones, a su color, a su textura y al brillo de sus materiales.

Hesselgren Sven reconoce que la forma visual es la percepción de la iluminación y la textura, producidas por estímulos ópticos. En la forma visual se presentan tres direcciones pregnantes principales, la extensión en altura, la extensión en ancho y la profundidad. Las formas de presentación son el color de la superficie, de campo y de volumen; pueden caracterizarse como color transparente, color brillante, color mate, color luz, color objeto.

La percepción de luz y de iluminación se determina por los atributos de intensidad percibidos, el deslumbramiento, el color de la luz, su dirección, el resplandor de la luz diurna y de la sombra, además de la cualidad de color entendiéndola como mitad visual y mitad óptica. La sombra se puede clasificar como propia o proyectada. La textura es la percepción cuya aparición depende de las variaciones de color de la superficie o de variaciones de luz, obteniendo texturas planas o profundas.

Al hablar de los elementos que componen la forma, es importante mencionar a Tullo Fornari, quien en su libro *Las funciones de la forma*, argumenta que la forma no es sólo la configuración (perímetro) de las superficies de los objetos físicos, ya que son importantes los aspectos perceptivos exteriores e interiores. Enfatiza la relación que la forma guarda con los medios sensoriales, integrando la interpretación conceptual con la perceptual.

Al relacionar las formas con la idea de movimiento se hace referencia a las formas verticales, el campo visual las percibe como activas a diferencia de las horizontales y más fácilmente configuran un volumen espacial y proporcionan la sensación de cerramiento y de contener algo en su interior (el espacio).

---

Según Herish Jeanne en su libro *El ser y la forma*, en los conceptos fundamentales de la filosofía la forma impacta no sólo hacia fuera de ella, sino también hacia el interior, la forma no sólo es una figura, sino también es el aspecto que se percibe de las cosas, entonces alude aquí a clases formales.

Los ojos perciben la forma de objetos visibles

Los ojos captan, en una sucesión dada de sonidos, la forma de una melodía o de otro tipo de sonoridad.

Entre las formas y figuras se pueden distinguir entonces los acústicos, táctiles y visuales.

El arquitecto Adolf Loos se refiere a la forma insertándola en un contexto socio cultural, sosteniendo que "el hombre aislado es incapaz de crear una forma; por lo tanto, tampoco el arquitecto. El arquitecto trata una y otra vez de realizar este hecho imposible y siempre sin resultado alguno. La forma o el ordenamiento son el resultado de una colaboración inconsciente de los individuos que construyen un ciclo cultural completo. La forma es un símbolo, que transmite información al mismo tiempo que emoción. La forma pura no es otra cosa que un símbolo de la pureza de la mente."

Montaner tiene otras ideas de la forma, ya que para él "las formas tienen capacidad de extensión, de peripetia, de 'ser reconocidas', siguen incólumnes aunque ahora haya que traducirlas a las correspondientes categorías formales (...), imitar a las formas no es copiarlas, sino 'fabularlas' es decir: convertirlas en poesía. El arquitecto es el poeta de las formas, porque sabe 'construirlas' 'tomarlas' (...). La forma responde a un ritual, poéticamente, mediante la encuadernación de sus elementos (caracteres) dentro de una misma totalidad, mito o fábula."

Kant habla de dos tipos de formas, las materiales y las mentales, las primeras son aquellas que tienen disposiciones físicas, reales, de objetos concretos y las mentales son las creadas por el cerebro, dentro de ellas están las que son representaciones de lo que se percibe.

La percepción es parte de un proceso cognoscitivo por medio del cual se entiende de manera sensible al objeto, para posteriormente llevarlo a nivel del intelecto para entenderlo, clasificarlo, describirlo. Es así como este proceso es un conjunto de dos sistemas interconectados, uno al sistema nervioso central (la médula espinal y el cerebro) y otro al sistema periférico. En el momento en que los órganos con los que se percibe (son parte del sistema periférico), son activados por algo (estímulo), transforma esta impresión en impulsos nerviosos, entran al cerebro en donde se procesan, llegando a ser percepciones complejas.

Los productos materiales son a su vez estímulos externos o internos, que afectan al cuerpo del usuario. Los estímulos externos se dividen en proximales y distantes. Los proximales establecen el contacto directo con algunos órganos sensoriales, los distales se suscitan por mediación de otros estímulos (por ejemplo, cuando un objeto sólo se mira, es un estímulo distal ya que lo que percibe es la luz que se refleja y excita el sentido de la vista, mientras que el verlo se puede considerar un estímulo proximal).

Arnheim ha concluido que "la inducción en el proceso perceptual, gracias al cual un rasgo puede aparecer en una imagen visual sin tener presencia en la retina. La inducción intuitiva hace del centro de una circunferencia una parte genuina de su estructura aún cuando no esté ahí. La estructura percibida genera una inducción siempre que la estructura sea incompleta, dimana de la tendencia de toda estructura a autocompletarse."

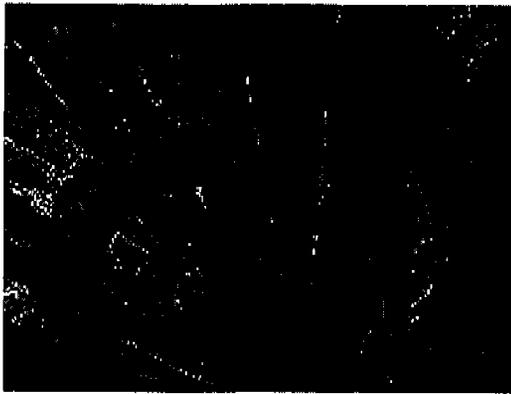
También menciona que en las características de la forma que entran en la percepción común cada vez que se conoce un objeto, no sólo es importante el aspecto exterior ya que no siempre se mantiene igual a la percepción, dependiendo de factores como la luz o el espectador específico que lo observe. Sin embargo, la identidad de un objeto si depende de su esqueleto estructural.

Lo que se denomina "isomorfismo" que se refiere al parentesco estructural que existe entre el esquema estimulador y la expresión que éste comunica, es nítido en los elementos simples. Por ejemplo si se compara un segmento del círculo con otro de la parábola, se puede observar que la curva de la circunferencia parece más rígida y la parábola más flexible.

Hablando en términos estrictos, el concepto visual de todo objeto que tenga un volumen sólo puede ser representado en un medio tridimensional como la escultura y la arquitectura. En cualquiera de estos objetos tridimensionales, solamente un aspecto es visible en un lugar y tiempo determinados.

En algún momento determinado, la geometría ubica sobre un campo bidimensional las superficies de los cuerpos tridimensionales de manera relativa. Por ejemplo, en el estudio de la primera dimensión la concepción espacial se reduce a una línea, no hay una especificación de forma, la bidimensión ya tiene dos características, ofrece extensión y distancia y la tercera dimensión da una libertad, da la extensión espacial en cualquier dirección.

Hay ejemplos y convenciones que logran una percepción aparente del espacio material, como la concavidad de las bóvedas y arcos que según los estudios de Arnheim, hacen que el espacio interno adopte una función positiva de figura, como si fuera una extensión del visitante. Son ejemplo: los pórticos de las Iglesias medievales que parecen atraer hacia sí a los feligreses con su forma convergente; los edificios en los que personajes como Borromini emplearon la concavidad y convexidad para darle variedad y movimiento a la forma arquitectónica; o, el trabajo Inverso de aberturas de la cúpula y la Internilla. Estos efectos los podemos ver en dos elementos diferentes diseñados por Borromini una escalera y una cúpula en las figuras 3.367y 3.38



[http://romactyblog.blogspot.com/2005\\_08\\_01\\_archive.html](http://romactyblog.blogspot.com/2005_08_01_archive.html)

Figura 3.37



[http://romactyblog.blogspot.com/2005\\_08\\_01\\_archive.htm](http://romactyblog.blogspot.com/2005_08_01_archive.htm)

Figura 3.38

La forma es mejor medio de identificación de un objeto que el color u otras características, no tan sólo porque ofrece mucho más clases de diferencias cualitativas, sino porque sus caracteres distintivos son más resistentes a las variaciones ambientales.

### 3.4 Percepción y uso

Para el arquitecto Peter Zumthor, la percepción del espacio tiene una relación directa con el tiempo. Lo describe como la generación de atmósferas, explicando los elementos que para él son importantes para su generación, mencionando primeramente el cuerpo de la arquitectura como presencia material de las cosas: la estructura.

Como segundo elemento la consonancia de materiales, considerándolos como ilimitados en su transformación y uso para generar efectos atmosféricos. El tercero el sonido en el espacio, considerando el espacio como un gran instrumento que amplifica, transmite y genera éstos. El cuarto elemento es la temperatura del espacio, en la configuración de un microclima deseado. Como quinto son las cosas alrededor, es decir el entorno. El sexto entre el sosiego y la seducción, en relación con el movimiento del usuario en el espacio. Séptimo la tensión entre el interior y exterior, relación dentro-fuera, por medio de umbrales, tránsitos, grados de intimidad en relación con la proximidad y la distancia, la escala y dimensiones. Como octavo y último elemento, la luz sobre las cosas, en relación con las masas y las superficies. Zumthor menciona sin embargo que ha evitado en sus nueve elementos mencionar el término forma, ya que considera que no se trabaja con esta idea, sino con los elementos antes mencionados, si el trabajo resulta bien entonces la forma lograda consigue conmovirlo.

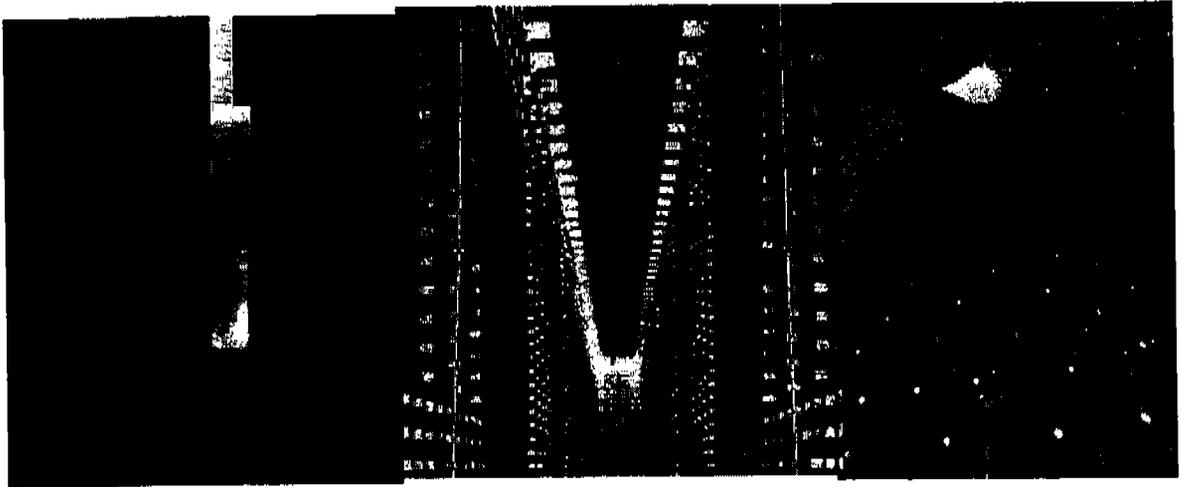


Figura 3.39

<http://www.arcspace.com/books/zumthor/>

Figura 3.40

<http://www.arcspace.com/books/zumthor/>

Figura 3.41

[arquitectura.myninjaplease.com](http://arquitectura.myninjaplease.com)

De ahí que Zumthor considere que "a la arquitectura se le presenta el desafío de configurar un todo a partir de un sinfín de detalles integrantes que se diferencian entre sí en su función y su forma, en su material y en sus dimensiones (...). Las particularidades determinan el ritmo formal, la finura de la medida del edificio. Los detalles deben expresar lo que exija la idea fundamental del proyecto en su lugar correspondiente: copertenencia o separación, tensión o ligereza, fricción, solidez, fragilidad". Enfatiza aún más manifestando que "Por lo que puedo recordar, he vivido siempre la belleza de un objeto creado por la mano del hombre como una presencia de la forma." Este concepto se puede observar en las tres figuras anteriores.

---

Para el arquitecto Bernard Tschumi el objeto arquitectónico después de construido se transforma, ya que se usa de maneras diferentes, algunos espacios que se pensó serían percibidos y habitados de determinada manera en la realidad pueden ser percibidos y habitados de otra manera, quizás hasta opuesta a la que el creador pensó al concebirlos. Por lo que concluye que habría que pensar que los resultados de estas formas son inciertos.

Mientras el arquitecto japonés Shin Takamatsu concibe sus primeras obras como contenedoras de un simbolismo en la ciudad, habla de ellas con la cualidad de narrar lo que está contenido en el momento, en un instante. Su obra tiene un cambio de esas obras a la época contemporánea en que hace obras a gran escala ya que su interés, en ese simbolismo es un intento de mezclarlo con su actual interés en la expresión tecnológica.

El arquitecto Peter Eisenman piensa que es importante generar espacios afectivos, ya que según su visión uno está influido por los medios de comunicación y la tecnología. Esta apreciación se debe a que establece una gran diferencia entre la escultura y la arquitectura, siendo esta última la que el cuerpo experimenta en dos ámbitos, tanto en el exterior como en el interior.

Ante esta preocupación que expresa Eisenman, Toyo Ito dice que los medios de comunicación han aniquilado la distancia física y que la relación con los objetos en general se ha transformado. Habla de una relación simulacional (refiriéndose a la forma artificial del contacto mismo con los objetos), refiriendo que en la ciudad contemporánea la experiencia corporal es en gran medida ficticia, por ello busca en su trabajo explorar estos procesos de modo constructivo, pretendiendo que tales espacios ficticios tengan más sustancia.

Para arquitectos como Herzog y de Mounon, los objetos dependen más de la respuesta social, por ello su búsqueda confluye en entender la forma en que la gente realiza todas sus actividades y cómo transforma los espacios y la misma ciudad. Sostienen que la arquitectura en última instancia depende de la percepción de la gente, ya que piensan que la arquitectura vive a través de la gente, no a través del genio de un diseñador.

Cuando se habla de la forma resulta interesante remontarse al momento en que la creación del objeto dependía fundamentalmente de lo utilitario de algo existencial, necesario. No había un interés en el significado del objeto.

Posteriormente, con la experiencia se va dando paso a una serie de requisitos funcionales y también formales, como una necesidad a otro nivel más allá del corpóreo.

Quizás al comienzo igual que ahora, el hombre buscó elaborar de alguna manera una prefiguración algo mental, en la cual solucionó las necesidades funcionales y le agregó elementos que corresponderán a esa necesidad pero en el nivel formal .

En el libro de Marcello Rebecchini se habla de ejemplos como la justificación semántica , de la planta de cruz griega de organismos escolásticos al contrario se puede considerar puramente simbólica, sugerida de una tradición y profundidad sobre una relación convencional.

En algunos casos se habla sólo de un esquema formal, como síntesis formal, por ello Brandi sostiene que "L'architettura non é una lingua l cui elemento coordinati rappresentebbero le parole di un discorso: l'architettura, se non é arte, ha una sua struttura che non é una struttura semántica" .

Directa o Indirectamente hay tratados que hacen referencia a códigos semánticos de la arquitectura, esto es a leyes que se ligan, por motivos naturales o convencionales.

Kahn afirma que "La forma iscrive un'armonía di sistema, un senso d'ordine, e tutto ciò che caraterizza da un'altra. La forma non ha figura né dimensioni."

Cuando se habla de la forma en su relación con el tipo, se hace alusión al concepto funcional de la época racionalista y de un regreso a las premisas de la tipología del periodo neoclásico, para así generar una matriz de tipo.

Con la Idea anterior se puede entender que hay teorías en las que se aborda la recuperación de la forma, buscando nuevamente la Idea de tipo y de clasificación y no tan sólo la parte funcional o las características estructurales o figurativas.

Se busca una idea integradora en la configuración del tipo, obteniéndolo únicamente a través de la esquematización de elementos comunes de una serie de obras arquitectónicas que tiene características similares.

Este tipo del que se habla también se podría deducir mediante un proceso de análisis y esquematización de un buen examen de una sola obra

Gian Carlo Argan hace una reflexión al respecto: "Il tipo, ovviamente, non é mal formulato a priori, é sempre dedotto da una serie de esemplari (...). La nascita di un tipo é dunque condizionata al fatto che già esiste una serie di edifici, avveni fra loro si fissa nella prassi o nella teoria architettonica esso già esiste, in una determinata condizione storica della cultura, come risposta ad un insieme di esigenze ideologiche, religiose o pratiche. Nel processo di individuazione del tipo si eliminano i caratteri specifici dei singoli edifici e si conservano tutti e soli gli elementi che compaiono in tutte le unità della serie. Il tipo si configura così come uno schema dedotto attraverso un processo di riduzione di un insieme di varianti formali a una forma-base comune."

Argan menciona la importancia de una elaboración de un esquema en un proceso de reducción hacia la forma base, ya que tratándose de un objeto natural se debe buscar una esquematización global y unitaria del fenómeno percibido. Esto se puede dar por medio de las relaciones de tipo geométrico, que dentro de la estructura funcionen como un esquema.

De este modo el tipo y el esquema son instrumentos de traslación, entendiendo que se puede percibir a través de múltiples imágenes, por lo que forma y contenido, en este caso la estructura es sintáctica y semántica, significativa y significado, todos estos términos indican una dualidad pero al mismo tiempo son aspectos de una unidad.

La percepción visual por ejemplo, transforma las formas iguales dependiendo de la relación espacio-tiempo, en que el espectador se relacione con ellas. Por ejemplo, en la pintura que se expone en la Figura 3.42 aunque los objetos sean circulares, se pueden observar las deformaciones elípticas de estas formas y esto no quiere decir que las tazas dejan de percibirse como igualmente circulares hacia la realidad.

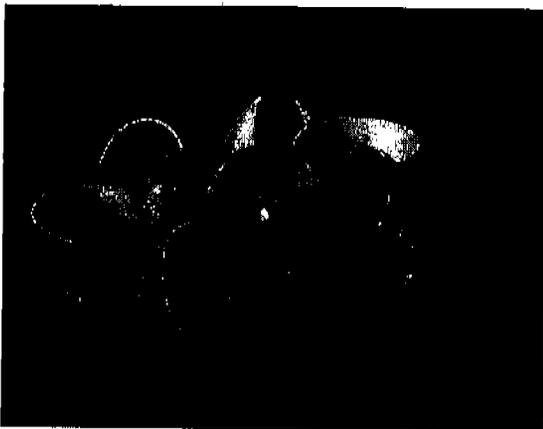
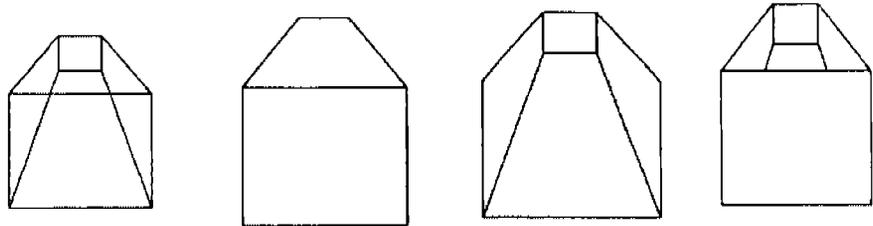


Figura 3.42

Cuando se habla de la percepción es importante entender qué sucede con la capacidad organizativa de la mente, hay en este sentido diversos tipos de operaciones perceptivas, es aquí en dónde las apreciaciones de tipo empírico son importantes, es cuando el entrenamiento visual puede cobrar importancia, hay un tipo empírico son importantes, es cuando el entendimiento visual puede cobrar importancia, hay una variedad de ejercicios a este respecto como el siguiente, propuesto por el profesor Antonio Gonzáles y que podemos observar en la figura 3.44

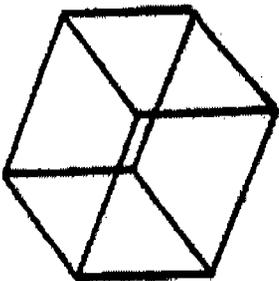
Figura 3.43



<http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>

<http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>

Figura 3.44

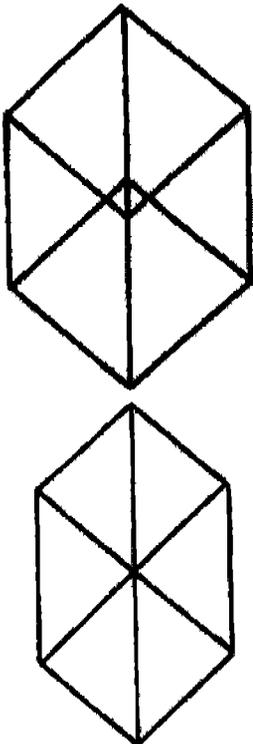


Tomando como base el cubo de Necker figura 3.43, cualquiera de las formas anteriores puede sugerirnos la tercera dimensión.

De este tipo de ejercicios ilusorios surgen una serie de leyes que intentan ordenar ideas en base a ciertas leyes de la Gestalt.

Según Arnheim los edificios son visibles para el ojo humano, pero ser visible no necesariamente tiene las cualidades de estar conformado con el propósito de transmitir un mensaje visual determinado, ya que esto tendría una relación con el simbolismo en arquitectura, el cual comienza cuando el diseño utiliza formas particulares que tiene un significado predeterminado convencionalmente. Pone de ejemplo el simbolismo gótico, aduciendo que "para Guillelmus Durands la Iglesia cruciforme representa la Cruz y la veleta en la espiral del predicador que despierta a los durmientes de la noche del pecado, la argamasa dice está hecha de cal es decir de amor, de arena, materia terrenal que el amor ha dado sobre si y de agua, que une el amor celestial y nuestro mundo terreno".

"La expresión es difícil de analizar y difícil de describir, ciertamente. Es un hecho curioso, además que nuestras inmediatas reacciones se convierten en firmes convicciones, aunque las mismas no sean compartidas por todos (...), la esencia del arte no es imitación, sino expresión." <sup>44</sup>M. Ghyka



Para muchos estudiosos el concepto de símbolo se encuentra relacionado con un acertijo esotérico, con algo nebuloso, oculto, cuya clave sólo poseen algunos. Aquí hay que hacer una distinción entre símbolo y alegoría, el primero permanece estéril, temporal y codificado, no capta la apariencia, sino la similitud estructural, lo que permite que el conocimiento sea más integral, posee un carácter polivalente a través de la historia. Por otro lado la Alegoría, hablar figurativamente, recurso estilístico usado en la edad media y el barroco que consiste en representar la figura humana como una figura abstracta.

Esta idea de símbolo se asocia a la abstracción, considerando la abstracción como una elaboración intelectual de la materia prima perceptual.

Merleau-Ponty afirma que "taking this view, it becomes possible to attach to the notion of "significance" a value which Intellectualism withholds from it. My sensation and my perception, according to this theory, are capable of being specified and hence of existing for me only by being the sensation or perception of something- for instance, the sensation of blue or red, or the perception of the table or the chair".

En la percepción de la forma está el inicio de la formación de conceptos, la imagen óptica que se proyecta sobre la retina constituye un registro mecánicamente completo del objeto real, la percepción de esta forma es la captación de los rasgos estructurales que se encuentran en el material.

La percepción consiste de esta manera en imponer al material estimulante patrones de forma relativamente simple, que son lo que denomina Arnheim como categorías visuales.

La naturaleza de la percepción de la forma se ha buscado que se sistematice, en investigaciones sobre el reconocimiento de pautas por las máquinas, consistiendo éstas en desarrollar instrumentos que puedan leer formas, no como una versión normalizada, sino en una gama amplia de variaciones. La máquina fragmenta al igual que el ojo la llamada pauta estimulante, en un mosaico de partes discontinuas, que se registra en una célula fotoeléctrica separada. A esto se le ha denominado codificación digital.

K. Langer Susanne explica que "la abstracción de la forma aquí lograda no se lleva probablemente a cabo por comparación, de varios ejemplos, como suponían los empiristas clásicos Ingleses, ni tampoco por impresiones repetidas que refuerzan el engrama, como propone una psicología más moderna, sino que deriva de alguna instancia singular sometida a condiciones imaginativas favorables; después de lo cual, la forma visual, una vez abstraída, se impone a otros casos

concretos, esto es, se utiliza Interpretativamente cada vez que resulte útil y mientras esta utilidad perdure. Gradualmente, bajo la influencia de otras posibilidades interpretativas, puede entremezclarse por una Gestalt más convincente y prometedora."

Resulta de gran importancia considerar al ser humano en relación con el entorno, en donde se generan intercambios energéticos de diversa índole. Al hablar de los procesos perceptivos, Rafael Serra considera tres niveles: el físico, referente a las manifestaciones energéticas que existen en el ambiente; el fisiológico, en donde actúan leyes de proporcionalidad, estímulos energéticos en impulsos nerviosos y señales que van hacia el sistema nervioso central y al cerebro; y, por último el psicológico, que es la recepción, en donde se clasifica e interpreta las señales recibidas en el cerebro.

Serra menciona que a lo largo de la historia han existido soluciones que el ser humano ha dado para aprovechar o protegerse del medio ambiente, ya sea con sistemas portátiles como los parasoles o sistemas fijos, como barreras que protejan de efectos naturales como el viento o el sonido y los sistemas de aprovechamiento de la energía para modificar el medio.

Existen también dos tendencias la armonía que se refiere a la tendencia a hacer que los elementos no se contrapongan entre sí, se busca su combinación por similitud y el contraste, es más dinámica, busca la contraposición entre los elementos del ambiente.

La percepción es importante en la formulación y generación de la forma y como se ha visto puede ser abordada de muchas maneras, de ahí que resulta pertinente lo que dice Rasmussen: "El mejor texto para aprender la arquitectura es la propia arquitectura, nos enseña a mirarla no sólo como configuradota del entorno sino también y sobre todo como hecho cultural."

Para Rasmussen el arquitecto y el escultor trabajan con la forma y con la masa, pero la diferencia radica en que el arquitecto tiene que preocuparse por la función en el espacio, por la resolución de problemas y los rasgos externos de estas formas deben comunicar sentimientos y los estados de ánimo de una persona a otra.

Rasmussen concluye que existen características que son necesarias en la forma arquitectónica, como sólido y cavidad, efecto de contraste, planos de color, escala y proporción, ritmo, textura, luz natural, color y sonido.

- 
- 3.1 Concepción Espacial, 2 de Mayo del 2007, 7:05 p.m., [http://www.vertigo-dizziness.com/castellano/patologias\\_equilibrio/que\\_es](http://www.vertigo-dizziness.com/castellano/patologias_equilibrio/que_es).
- 3.2 Sentidos 2 de Mayo del 2007, 7:14 p.m., <http://nyllife.wordpress.com/2007/04/19/nyc-y-los-5-sentidos/>.
- 3.3 Imagen de la Terapia Gestalt, 2 de Mayo del 2007, 7:56 p.m., <http://when-i-am-down.blogspot.com/2007/08/mi-supervisor-es-un-gestltico.htm>.
- 3.4 Modelo hipotetico para definir las etapas de la percepción visual, 2 de Mayo del 2007, 8:30 p.m., [http://www.puc.cl/sw\\_educ/neurociencias/html/194.html](http://www.puc.cl/sw_educ/neurociencias/html/194.html).
- 3.5 Ilusión óptica, 2 de Mayo del 2007, 8:43 p.m., [http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/mundo\\_web\\_julsep\\_2006/index.htm](http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/mundo_web_julsep_2006/index.htm).
- 3.6 Sentido háptico, 2 de Mayo del 2007, 9:00 p.m., <http://www.acm.org/crossroads/espanol/xrds3-3/haptic.html>.
- 3.7 Los Santos Fra Angelico, 2 de Mayod el 2007, 9:38 p.m., [www.espacioblog.com](http://www.espacioblog.com).
- 3.8 Ley de la proximidad, 2 de Mayo del 2007, 9:42 p.m., <http://www.forocreativo.net/lpb/index.php?showtopic=18144>.
- 3.9 Ley de la proximidad, 2 de Mayo del 2007, 9:45 p.m., <http://www.uc3m.es/marketing2/percepcion.htm>.
- 3.10 Ley de la proximidad, 2 de Mayo del 2007, 9:52 p.m., <http://www.forocreativo.net/lpb/index.php?showtopic=18144>.
- 3.11 Ley de la semejanza 2 de mayo del 2007, 9:57 p.m., <http://www.uc3m.es/marketing2/percepcion.htm>.
- 3.12 ley de la semejanza 5 de Mayo del 2007, 11:02 p.m., [www.geocities.com/.../Stage/9882/ideas2.html](http://www.geocities.com/.../Stage/9882/ideas2.html).
- 3.13 Desarrollo de una figura a otra Sven Hesselgren 8 de Mayo del 2007, 10:48 p.m., <http://www.santiagoapostol.net/filosofia/percepcion.htm>.
- 3.14 Desarrollo de una figura a otra Sven Hesselgren, 8 de Mayo del 2007, 10:55 p.m. <http://www.santiagoapostol.net/filosofia/percepcion.htm>.
- 3.15 Desarrollo de una figura a otra Sven Hesselgren, 8 de Myo del 2007, 11:00 p.m., <http://www.santiagoapostol.net/filosofia/percepcion.htm>.
- 3.16 Desarrollo de una figura a otra Sven Hesselgren, 8 de Mayo del 2007, 11:07 p.m., <http://www.santiagoapostol.net/filosofia/percepcion.htm>.

- 3.17 Desarrollo de una figura a otra Sven Hesselgren, 8 de mayo del 2007, 11:07 p.m., <http://www.santiagoapostol.net/filosofia/percepcion.html>.
- 3.18 Ley de cerramiento 11 de Mayo del 2007, 10:43 p.m., <http://www.santiagoapostol.net/filosofia/percepcion.htm>.
- 3.19 Ley de cerramiento, 11 de Mayo del 2007, 11:39 p.m., <http://www.santiagoapostol.net/filosofia/percepcion.htm>.
- 3.20 Perspectiva, 7 de Mayo del 2007, 11:30 p.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.
- 3.21 Casa en sombras 7 de Mayo del 2007, 1:04 a.m., [www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm](http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm).
- 3.22 Xilografía aula IV, 7 de Mayo del 2007, 1:28 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.
- 3.23 Fotografía de piedras de río 7 de Mayo del 2007, 11:38 p.m., [www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm](http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm).
- 3.24 Vista de la Iglesia, Vincent van Gogh, 7 de Mayo del 2007, 12:02 a.m., <http://wahooart.com/A55A04/w.nsf/Opra/BRUE-5ZKGVR?OpenDocument&ChangeLangue=ES>.
- 3.25 Cuadro Claude Monet, 7 de Mayo del 2007, 12:27 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/LUZ/ejemplos.htm>.
- 3.26 Pintura abstracta, 7 de Mayo del 2007, 1:32 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.
- 3.27 Figura y Fondo según Kanizsa, 7 de Mayo del 2007, 2:00 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.
- 3.28 Pintura Magritte, 7 de Mayo del 2007, 2:12 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.
- 3.29 Pintura Salvador Dalí Busto de Voltaire, 7 de Mayo del 2007, 2:07 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.
- 3.30 Perspectiva, ilusión óptica pozo, 7 de Mayo del 2007, 2:36 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.html>.
- 3.31 Arnheim Rudolf, Arte y percepción visual, Alianza Forma, Madrid 2005, p. 72
- 3.32 Arnheim Rudolf, Arte y percepción visual, Alianza Forma, Madrid 2005, p. 72.
- 3.33 Gradiente de color, 7 de Mayo del 2007, 2:40 a.m., <http://ilusionesopticasymas.blogspot.com/2007/08/ilusiones-opticas-gradientes-de.html>.
- 3.34 Arnheim Rudolf, Arte y percepción visual, Alianza Forma, Madrid 2005, p.282

- 3.35 Arnhem Rudolf, Arte y percepción visual, Alianza Forma, Madrid 2005, p 317.
- 3.36 Plaza de San Marcos, 14 de Mayo del 2007, 12:04 a.m., <http://www.gte.us.es/~carvajal/Italla.html>.
- 3.37 Borromini, escaleras, 14 de Mayo del 2007, 12:14 p.m., [http://romacityblog.blogspot.com/2005\\_08\\_01\\_archive.html](http://romacityblog.blogspot.com/2005_08_01_archive.html).
- 3.38 Cupula, Borromini, 14 de Mayo del 2007, 12:28 p.m., [http://romacityblog.blogspot.com/2005\\_08\\_01\\_archive.html](http://romacityblog.blogspot.com/2005_08_01_archive.html).
- 3.39 Baños Termales Vals Peter Zumthor 14 de Mayo del 2007, 1:00a.m., <http://www.arcspace.com/books/zumthor/>.
- 3.40 Interior espacio y sonido Peter Zumthor, 14 de Mayo del 2007, 12:38 p.m., <http://www.arcspace.com/books/zumthor/>.
- 3.41 Capilla Peter Zumthor, 14 de mayo del 2007, 12:36 p.m., [arquitectura.myninjaplease.com](http://arquitectura.myninjaplease.com).
- 3.42 Pintura, [personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm](http://personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm).
- 3.43 Tercera dimensión, 18 de Mayo del 2007, 1:28 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.
- 3.44 Cubo de necker, 18 de Mayo del 2007, 2:04 a.m., <http://www.personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.

Los primeros avances en la evolución de las computadoras, provienen del siglo XVII con John Napier, a quien se le atribuye la simplificación de los cálculos por medio de logaritmos. Algo menos conocido por su contribución, que se considera antecedente de las modernas máquinas de calcular, es su libro *la Rdiologie seu Numerations per virgulas libri duo*, publicado en 1617, el cual describe unos bastones de su invención ( conocidos como bastones de Napier), que posibilitan la realización de cálculos mediante giros.

#### 4.1 las primeras computadoras



Figura 4.1

<http://www.elarcodeigital.com.ar/elarca/numerosanteriores/ARCA51/arca5107/Internet.htm>

Lo que hoy se considera la primera máquina de calcular, se le atribuye a Wilhem Schickard. Aunque la primera máquina de la que se tiene noticias es la de Pascal en 1642, que permitía hacer sumas automáticas, invento que Leibnitz mejora 30 años mas tarde.

En el siglo XIX Thomas Colmar idea la primera calculadora mecánica bajo el nombre de arthmometer. En realidad el precursor de las computadoras modernas es Charles Babbage, puesto que en 1822 presentó la Difference Engine, una gran calculadora automática que incorporaba un programa de instrucciones fijas, alimentada por vapor; posteriormente inventa otro apartado que era controlado por tarjetas perforadas Inspirado en los telares de jacquard. El sistema se usa para grabar "programas" que podían ser sustituidos según lo que se necesitara. Posteriormente en 1931, la IBM produce una máquina para calcular que incorpora una unidad aritmética.

En 1932 el MIT ( Instituto Tecnológico de Massachussets) hace una computadora analógica, mientras al alemán Honrad Zuse desarrolla computadoras electromecánicas que desafortunadamente son destruidas en la segunda guerra mundial. En 1937 John Atanasoff fabrica la ABC, una computadora electrónica.

---

En 1937 Claude Shannon, estudiante del MIT, en su tesis *A symbolic analysis of switching and relay circuits*, menciona que la aritmética utilizada para codificar operaciones lógicas en matemáticas también se puede utilizar en la aplicación de circuitos electrónicos.

En los años cuarenta en los países nórdicos surgen productos de computación como FACIT EDB y SAAB D-20 series en Suecia; en Dinamarca, GIER; Nokia, MIKKO en Finlandia; y Norsk Data en Noruega.

En 1940 una conexión entre los procesos de control en seres humanos y máquinas, conduce a Wiener, Bigelow y Roseblyeth a generalizar se descubrimiento en el organismo humano, por medio de la organización de equipos interdisciplinarios para estudiar organismos vivos desde el punto de vista de los Ingenieros de servomecanismos y para considerar procesos de las máquinas a partir de la experiencia de los psicólogos.

En 1943 se produjo el Mark I, la primera calculadora programable electromecánica que pesaba cinco toneladas; aunque muchos historiadores sostienen que la ENIAC ( Electronic Numerical Integrator and Computer) diseñado por J.P. Eckert y J. W. Mauchly en 1946, fue la primera computadora electrónica.

Lo que se conoce como arquitectura de Von Neuman está formulada en un informe de 1945 sobre el Edvac, en el que se describe de modo genérico la estructura de un sistema de computación digital automático y los requisitos que debe cumplir un sistema de control lógico. Un segundo informe denominado Planificación y codificación de problemas para un instrumento de computación electrónico, del año 1948, contenía las principales nociones sobre programación de computadoras.

En 1944, Wiener, Bigelow, Mc Culloch y Pitts, forman la Technological Society una asociación de científicos, especialistas en Ingeniería, Informática y neuropsicología, a fin de explorar la relación entre la Ingeniería de los dispositivos de control y los aspectos de comunicación y control de sistemas de nervios.

Después de estudiar las proyecciones geométricas de la superficie de la tierra en mapas bidimensionales, en 1946 la Buckminster Fuller Research Foundation hace investigaciones sobre "sistemas energéticos geométricos". Para 1948 Fuller realiza investigaciones sobre estructuras geométricas, y sobre la naturaleza de los sistemas físicos hacia el desarrollo de estructuras materiales "inteligentes" cada vez más Ingravidas, organizadas por el flujo dinámico de la energía y la Información.

El primer libro de Norbert Wiener, publicado en 1948, propone el término de cibernética para describir el estudio interdisciplinario de la comunicación y los procesos de control en los sistemas mecánicos y biológicos. Wiener analiza las consecuencias que la cibernética y el uso de las computadoras pueden producir en el mundo moderno.

En lo referente a los avances computacionales en los países nórdicos, después de la segunda guerra mundial, la computación científica, se establecen consejos e Institutos de Investigación, teniendo mucho interés en las nuevas máquinas matemáticas, en 1950 surge el real consejo noruego, organismo que decide construir una computadora de manufactura noruega llamada NUSSE; para 1952 se crea el centro computacional noruego.

En 1951, en Princeton, Marvin Minsky construye la primera simulación por ordenador de la red neuronal de las transmisiones simpáticas del cerebro, se construye la SNARC ( Scholastic Neural-Analog Reinforcement Computer ) es la primera computadora denominada máquina de aprendizaje.

En el mismo año, la computadora Whirlwind 11, construida en el MIT, es la primera que utiliza un sistema de memoria magnético ultrarrápido inventado por W. Forrester.

Para 1953 la codificación de información es un mecanismo fundamental, en este momento se descifra el código genético ADN de doble hélice, ofreciendo un vínculo entre los procesos de las organizaciones materiales a escala molecular y los de los ordenadores.

En 1954 se trasladan los principios de cibernética a una teoría general de sistemas, capaz de aplicarla en sistemas sociales y económicos. Bertalanffy descubre que los mismos conceptos y principios de organización subyacen en distintas disciplinas, lo que proporciona las bases para su unificación.

Marvin Minsky y John Mc Carty fundan en 1959 el Artificial Intelligence Project en el MIT, iniciando los primeros intentos formales de estudiar la simulación de los procesos de pensamiento humano mediante ordenadores. Dos años después surge el Artificial Intelligence Laboratory.

En los años sesenta, la dirección de los mecanismos y la tecnología computacional transfiere y percibe el rol de las computadoras en el proyecto de modernización en la sociedad danesa, especialmente en focos acerca de la percepción de la tecnología computacional. Se establece un centro computacional en Finlandia. El comité de máquinas matemáticas es similar en Suecia y Dinamarca.

Entre 1960 y 1965 se suscita la primera aplicación de la cibernética a la arquitectura, efectuada por Cedric Price y la productora teatral Joan Littlewood, realizando el proyecto del Fun Palace, un complejo móvil de ocio y equipamientos de autoaprendizaje cuyo diseño puede alterarse a cada momento según el uso del complejo.

John Licklider es nombrado en 1962 primer director de la Information Processing Techniques Office en ARPA (Advanced Research Projects Agency), cuya finalidad es la de proporcionar fondos a la investigación informática.

Paul Baran investigador de RAND Corporation (Research and Development), publica en 1964 On Distributed Communications; realiza también investigaciones sobre comandos y controles específicamente para construir una red fiable y flexible para la guerra. Jay W Forrester amplía la aplicación de la cibernética a los sistemas urbanos en su libro Urban Dynamics, en el que intenta estimular y predecir el comportamiento de las ciudades, considerándolas sistemas complejos de crecimiento y decadencia a lo largo del tiempo.

Robert W. Taylor director de Information Processing Techniques Office de ARPA, propone en 1966 construir una red para conectar las computadoras de investigación de distintas localidades. Fue Larry Roberts del MIT quien la diseña.

El pabellón de Estados Unidos en la Exposición Internacional de Montreal de 1967, es una geodésica de 75 m de diámetro, diseñada por Buckminster Fuller en colaboración con Shoji Sadao, basada en el principio de tensegridad<sup>44</sup> (por medio de un sistema de control medioambiental el programa ajusta continuamente la posición de las persianas triangulares). En este mismo año el arquitecto Nicholas P. Negroponte funda el Architecture Machin Group en el MIT, concibe un edificio altamente interactivo que actuaría como asesor de su propio rediseño, involucrando a los propietarios en el diálogo con la ventilación, iluminación y alcantarillado.



Figura 4.2

<http://usuarios.bitmailer.com/mdguzman/tensegridad/mdguzmangeomtonseg2004/seminario021203.html>

<sup>44</sup> equilibrio de los miembros de una estructura, por medio de la tensión continua o discontinua de dichos miembros

Steward Brand funda en 1968 el Whole Herat Catalog, enciclopedia de materiales de autoaprendizaje que se puede comprar por correo.

En 1969 aparece ARPANET, la primera red digital, conectando cuatro universidades, University of California de los Ángeles, Statford, University of California de Santa Bárbara y la University of UTA. Ésta red está basada en la comunicación de paquetes.

El grupo Interdisciplinario EAT (Experiments in Art and Technology) explora en 1970, la relación entre ciencia y arte; la Pepsi le encarga el diseño del pabellón para la Expo 70 en Osaka. El EAT, en colaboración con Thomas Mee, especialista en nubes, Yasushi Mitsuta, meteorólogo, y el artista Fujiko Nakaya, hacen el primer edificio de niebla.



Figura 4.3

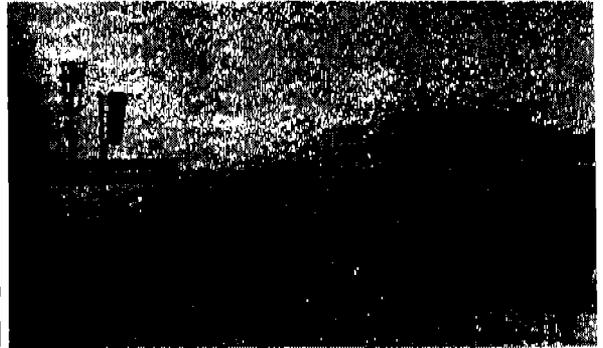


Figura 4.4

Para 1971 ARPANET se amplía a 15 nodos, con 23 servidores conecta la costa este y oeste de Estados Unidos. Forrester publica World Dynamics aportando estudios sobre los límites del crecimiento mundial y explorando la forma para equilibrar los beneficios a corto plazo, con la sustentabilidad a largo plazo de las sociedades humanas.

En 1972 Buckminster Fuller interpreta el World Game, juego cuyo objetivo es optimizar las condiciones de vida globales según la distribución de datos de los recursos naturales, la energía, la población, el transporte y los sistemas de comunicación.

Robert Kahn y Vincent Cerf desarrollan en 1973, a un nivel medio, la arquitectura de interconexión en red, es el primer paso para permitir que ARPANET y otras redes específicamente diseñadas se unan en una red de redes flexible, abierta y generalizada, es decir una Internet.

En 1980 el Departamento de Defensa de Estados Unidos adopta el TCP/IP (protocolo de control de transmisión/protocolo Internet). Más adelante se genera la red MILNET para uso militar y ARPANET para la Investigación.

Para 1984, a partir del crecimiento de ARPANET, el dominio de sistemas sustituye al sistema de direcciones electrónicas numéricas con un sistema de siete categorías, denominadas edu, gov, com, org, net e Int (siglas que hasta la fecha se usan). En este mismo año Kelly, Stewart, Brand y Larry Brilliant, crean la primera comunidad virtual de usuarios de computadora en línea denominada WELL ( Whole Earth Electronic Link).

Nicolas P. Negroponte y Jerome Weiser cofundan en 1985 MIT Media Lab, a la vez que los químicos orgánicos Richard Smalley y Harold Kroto, desarrollan las posibilidades de nuevas estructuras de carbón en forma de jaula que los lleva rápidamente a un nuevo campo la nanotecnología.

Toyo Ito construye en 1986, en Yokohama Japón, la Torre de los Vientos; en un intento de convertir el entorno en información, envuelve una red de 21 m de altura de aluminio perforado, con espejos, anillos de neón y lámparas que registran datos del entorno, cambiando su apariencia en respuesta a las variaciones de las corrientes de aire y el sonido, se trata de un bucle de retroalimentación arquitectónico que absorbe información auditiva y física y retransmite información visual.

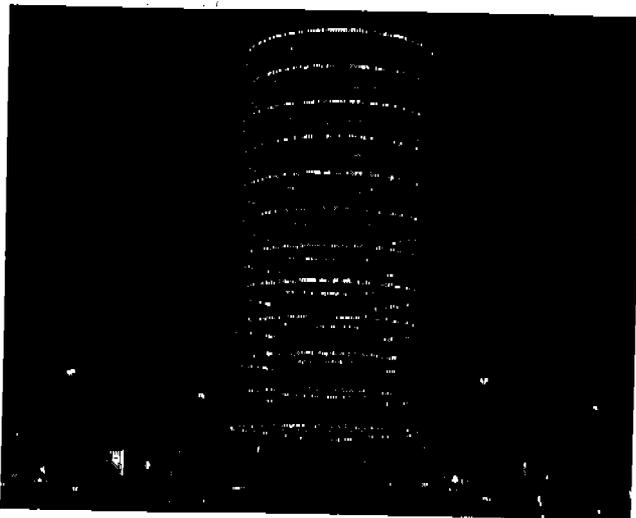


Figura 4.5

<http://www.floorature.biz/articoli/articolo.php?id=377&sez=3&lang=es>

En 1990, Tim Berens-Lee, científico informático de CERN en Ginebra, instaura el primer sistema de hipertexto para ofrecer un acceso eficiente a la información a los miembros de la activa comunidad Internacional de físicos. Esta red contiene ya unos 300,000 servidores.

El primer congreso Internacional de Informática aplicada a la arquitectura se realizó en España en 1992, bajo el nombre de X Congreso de ECAADE (Education In Computer Aided Architectural Design In Europe), contribuyendo a ampliar las perspectivas de los diversos modos en que la Informática puede incidir en el proceso de creación arquitectónica. CERN lanza en 1992 la Word Wide Web, con 1'136,000 servidores.

Surge en 1993 el primer navegador de la web denominado Mosaic, el cual permite buscar y acceder fácilmente a los contenidos de la Internet. En este año se hace la primera publicación de Wired dedicada a las aplicaciones culturales de la tecnología digital e Informática.

El MIT Media Lab, inicia en 1995 el proyecto de consorcio industrial Things that Think, el cual pretende incorporar la Informática a los objetos corrientes que están en el entorno inmediato, que son algo más que una computadora o una herramienta de telecomunicaciones, con el objeto de crear entornos inteligentes y reactivos. En este mismo año la internet cuenta con 6'650,000 servidores. Toyo Ito y el ingeniero Mutsuro Sasaki proponen para la mediateca de Sendai, unos tubos en espiral que permiten que las cargas estructurales fluyan verticalmente, a través de los forjados paralelamente al flujo de información que discurre por las redes informáticas que configuran el programa de información.

Aparece en 1997 Deep Blue, ordenador diseñado por IBM, que derrota en ajedrez a Gary Kasparov en un duelo de seis partidas; a partir de esto se prueba el progreso de la "Inteligencia" de la computadora, esto genera concepciones como la de John von Neumann que la consideran como una ampliación del cerebro.

En 1998 Diller y Scofidio realizan la propuesta para un pabellón de la Expo 01 en Suiza, con la investigación sobre la arquitectura Inmaterial en dos direcciones, una es la organización de la materia de la estructura del pabellón y el diseño de la nube de aire y agua que constituirá su arquitectura visible, contando con la participación de los Ingenieros Passera & Pedretti, la estructura del pabellón se desarrolla como un sistema suspendido de tensegridad.

En el Artificial Intelligence Lab del MIT, se construye en 1999 The Intelligent Room, el primer entorno integrado e interactivo. Para el año 2001 el Thinks and Think cuenta ya con 50 empresas patrocinadoras.

Este recuento cronológico, da cuenta de que la informática es un concepto que forma parte indisoluble de la cultura occidental de la segunda mitad del siglo XX, e implica un giro fundamental en el modo de entender la organización del trabajo, la colaboración y por supuesto el valor que tienen los datos y la información.

#### 4.2 La computadora en la arquitectura.

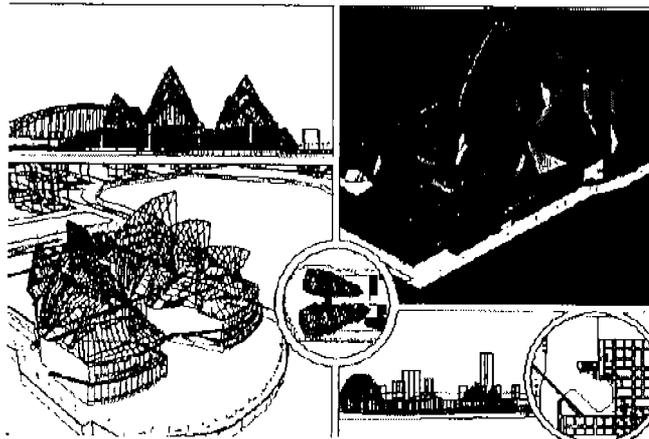


Figura 4.6

es.geocities.com/.../autocad2.jpg

Para la mayor parte de los arquitectos que usan la informática, los instrumentos de trazo siguen siendo aquellos que posibilitan la definición precisa de perfiles y vistas planas de las formas que están proyectando.

En los programas informáticos de arquitectura, se realizan transformaciones y modificaciones mediante operaciones básicas. Estos programas crean archivos en CAD (Diseño Asistido por Computador), que pueden abrirse desde otros archivos y extraer los contenidos necesarios. Característica interesante de mencionar es que se elaboran en escala natural, esto quiere decir que se usan dimensiones virtuales que coinciden con las reales, dejando a los archivos de planos todo lo referente a la gestión de las escalas.

El exceso de información que se controla podría crear confusión, debido a la posibilidad de ocultar y aparecer electrónicamente elementos que se agrupan en lo que se denomina capas, mediante las cuales se descompone un modelo en diferentes partes. El uso de estas capas facilita

el uso de las diferentes partes del proyecto, ya que permite que se desarrollen de manera independiente, el problema que todavía existe es la vinculación de los archivos en relación con referencias externas a nivel constructivo por ejemplo.

Hay familias de elementos que tienen una serie de propiedades y mantienen entre sí una relación topológica, no geométrica. El elemento está caracterizado por sus parámetros, que son valores numéricos; si todos los parámetros de un elemento reciben un valor numérico, el elemento queda plenamente definido y pasa a ser una instancia particular de ese elemento genérico. Por diseño paramétrico se entiende el proceso de generación de formas cuyos elementos constituyentes no están determinados geoméricamente, de un modo estático, sino por medio de variables cuyos valores se especifican en cada caso.

Hay que mencionar que el procesamiento no sólo se realiza en programas de dos dimensiones, sino también de tres dimensiones, aunque en realidad en una pantalla plana no exactamente se trabaja en tres dimensiones, ya que se tienen variantes metodológicas mediante un modelo geométrico a través de medios informatizados, denominado modelado tridimensional o maquetación virtual. En arquitectura, el modelado geométrico por medios informáticos se puede decir que está adquiriendo poco a poco importancia, los modelos arquitectónicos están constituidos por superficies planas, verticales u horizontales, cuya generación resulta fácil, quizás las dificultades son al considerar los elementos que configuran el espacio, los cuales son diversos, numerosos, y por si esto fuera poco, tienen relaciones complejas entre ellos.

El modelado geométrico puede considerarse como un proceso informatizado, que introduce, almacena y modifica las representaciones con suficiente precisión. Un sistema de modelado geométrico se considera constituido por tres funciones o procedimientos principales: la representación, la interacción y la aplicación a otros sistemas.

Las aplicaciones de estos modelos geométricos son diversas, como:  
**Visualización:** herramienta de diseño que permite verificar la forma, el aspecto que va adquiriendo una idea de un proyecto, ya sea con fines internos para orientar correcciones o para fines externos como base para perspectivas lineales de presentación.

**Representación:** los modelos en tres dimensiones se utilizan generalmente como representaciones finales, en ocasiones el modelo geométrico se usa de modo total o parcial, como base de los documentos corrientes o planos de proyecto.

**Análisis geométrico:** permite obtener datos como longitudes, áreas y volúmenes de elementos de modo automático. Reviste de importancia desde el punto de vista de la coherencia constructiva.

**Análisis y simulación virtual:** es una de las aplicaciones más habituales, se conecta con módulos de rendering, la animación y tratamiento de imágenes da la oportunidad de obtener vistas "realistas" del proyecto, dirigidas a la promoción o la comunicación de la obra.

**Análisis funcional:** la generación de un modelo geométrico permite asociar al modelo atributos diversos como peso, temperatura o resistencia mecánica.

El sistema de modelado geométrico tiene algunas limitaciones ya que no permiten generar objetos irregulares, en comparación los métodos fractales, las gramáticas de forma y sistemas basados en modelización de partículas, sí cuentan con esta posibilidad.

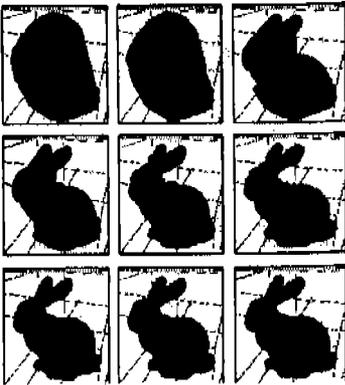
Con el sistema geométrico tampoco se pueden modelar objetos con superficies elásticas, objetos plásticos o telas sometidas a la acción de fuerzas gravitatorias, a la acción del viento o a la interacción de otras superficies, en contraposición con los métodos basados en leyes físicas sí es factible. Además no cuenta con la capacidad que tiene otros métodos como el volume rendering, que posibilitan generar matices de propiedades espaciales, que son utilizadas para la creación de imágenes del interior de objetos virtuales que modelan objetos reales.



<http://www.cyberstudio.com.ar/PRODUCTOS.htm>

Figura 4.7

Los modelados geométricos abarcan en general cuatro grupos principales de técnicas:



<http://real.uwaterloo.ca/~tkuchida/>

Figura 4.8

**Modelados alambridos (w/frames):** consisten en la representación simple, por medio de aristas o líneas principales, de la envoltura externa del objeto. Es la representación auxiliar más usada durante la interacción, pero es insuficiente como medio de trabajo por problemas de visualización y falta de definición completa del objeto.

**Mallas poligonales:** consisten en la representación de un objeto por medio de facetas planas yuxtapuestas por sus aristas, el proceso de visualización sirve para conseguir representaciones lineales simples mediante algoritmos de eliminación de superficies ocultas, como para obtener representaciones en color mediante programas especiales que incorporen modelos de iluminación (rendering).

**Modelado de superficies de forma libre:** son superficies esculpidas (sculptured surfaces), parches paramétricos o superficies de forma libre (free form surfaces), consiste en la representación de un objeto por medio de facetas formadas por superficies cuadráticas o cúbicas que mantienen su continuidad en las aristas, produciendo globalmente una superficie continua que puede ser modificada interactivamente. Llevan al desarrollo de nuevos métodos de representación que generan campos de investigación más activos.

**Modelado de sólidos:** consiste en la representación de objetos unitarios a los que se pueda asignar atributos complejos y combinar con otros objetos unitarios.

El sistema conocido como geometría constructiva de sólidos, representa un objeto por medio de una estructura en árbol que describe en función de operaciones booleanas<sup>45</sup> consecutivas, realizadas a partir de un repertorio inicial de objetos denominadas "primitivas sólidas." Lo fundamental del modelado geométrico no proviene solo de la capacidad de generar objetos, sino de modificar y combinar estos objetos. Se lleva a cabo mediante dos tipos de operaciones: global y lineal.

Las operaciones de modificación global se realizan por medio de cuatro modos: trasladar, girar, invertir y cambiar de escala. Cada una de estas operaciones puede alterar el objeto dado o pueden dar lugar a una copia, lo que evidentemente proporciona una herramienta que no difiere

<sup>45</sup> Las operaciones booleanas son acciones concretas que pueden usarse únicamente con objetos de tipo malla. Mientras que funcionan para todos los objetos malla, están especialmente indicadas para usarse con objetos cerrados sólidos con una región interna y externa bien definidas. Así, es muy importante definir consistentemente las normales en cada objeto, es decir, todas las normales de cada objeto deben apuntar hacia afuera.

---

en lo esencial de la CAD2D.

Las deformaciones son operaciones que se sitúan a medio camino entre las operaciones locales y las globales, los recortes son operadores que se aplican a una superficie modificando sus límites en función de una curva determinada. Otra modificación, la extrusión generalizada o barrido (sweeping), es un método de generación de elementos 3D (tercera dimensión) que puede ser un método específico en determinados programas como un recurso de interfaz.

Se han desarrollado técnicas de simulación, asociadas con el término rendering, aunque ningún programa actual de rendering consigue reproducir fielmente la Interacción entre la luz y los objetos.

Una escena real es resultado de tres fenómenos, la luz, el objeto y el ojo, mientras que una escena virtual se compone de los mismos, pero bajo un cálculo numérico que los produce, mismo que desaparece al apagar la pantalla. Todos los programas de rendering funcionan con bibliotecas que contienen el tipo de luz, materiales, etcétera.

La aparición de la denominada inteligencia artificial, que se puede decir comenzó en 1956 con los Investigadores Jhon Mc Carthy inventor del lenguaje Lisp, Marvin Minsky del Media's Lab del MIT y Herbert Simon, pionero en programas de inteligencia artificial.

Otro proyecto importante es el de los micromundos, con robots capaces de realizar tareas simples. Minsky cita la teoría de "marcos" (frames) mecanismos para incorporar el contexto del conocimiento. El programa denominado Shrdlu y posteriormente Winograd es un micromundo compuesto por varios bloques de formas y colores simples, dispuesto sobre los planos.

Una gran parte de la investigación en modelado busca lograr una noción de lenguaje formal, ligada a la noción de método o modelo de procedimientos. En este modelo la morfología del objeto depende esencialmente del procedimiento especificado para su generación, sus ventajas e inconvenientes son el ahorro de memoria de almacenamiento a costa de un proceso más lento y el procedimiento dicta la forma y no al revés. Por ejemplo, en el caso de los fractales se acepta cierto grado de autonomía del proceso, por lo que los objetos pueden ser generados mediante procedimientos compactos, dando lugar a variedades de formas.

La idea de gramática de formas no es privativa del campo arquitectónico, tiene su origen con Lindenmayer en 1968. En el campo de la arquitectura se ha desarrollado por Stiny y Mitchell, quienes han elaborado diversos medios para describir la estructura de ciertas plantas por

medio de parámetros de forma.

Una gramática de la forma se define como un sistema generativo, independiente de la geometría específica de una forma determinada. Contiene información topológica pero no geométrica, esto es que contiene un sistema de generación espacial basado en reglas de construcción que se aplican de modo sistemático a la producción de una forma que queda determinada en última instancia por el contexto.

Los elementos que pertenecen al sistema son: la forma (shape), definida por su disposición finita de líneas rectas de distancia limitada, pero no nula, en dos o tres dimensiones; un conjunto de operaciones booleanas y transformaciones euclidianas definidas sobre estas formas; una especificación paramétrica que permita definir familias de formas equivalentes; una etiqueta asociada a una forma que la ligue a un conjunto de puntos etiquetados; una regla definida sobre estos elementos, de tal modo que una forma etiquetada permita obtener automáticamente otra forma semejante.

Se puede unificar el concepto de gramática de formas con los objetos fractales, mediante una formulación unitaria.

La computadora se puede considerar como un instrumento arquitectónico que influye en la generación del proyecto, no sólo como un instrumento para dibujar. Con los avances tecnológicos actuales se le puede tener como un instrumento para visualizar diversas formas en cuestión de sólo unos minutos; esto es, la integración de una dimensión temporal en el acto creativo, para llegar al denominado diseño dinámico, para lo que ha sido necesario, por un lado, un cambio en el modo de concebir el espacio y por el otro, el desarrollo de la tecnología digital. Los edificios que se generan en la era en que la información es un instrumento tan importante, de tal manera que la programación y la tecnología, así como los materiales con los que son construidos, tienen su equivalente en elementos intangibles como la base de datos; es así como se organiza la información que requiere el objeto arquitectónico para su realización.

Este uso de la computadora lleva a producir nuevas formas, teniendo como ejemplo el arte generativo, que son unos llenzos con varios matices en dos dimensiones; se puede mencionar al artista generativo Kart Sims, quien usa lo que denomina métodos de pseudo-genética, el uso de programas de software, resultando importante el proceso por el cual se crea la obra.

Esa es una nueva forma de arte, el proceso de diseño es considerado

Importante a partir de la aparición del artista Andy Warhol. Para los nuevos creadores es importante el proceso y el concepto, obteniendo una sinergia entre el diseñador y la máquina, que es un elemento fundamental en la creación y propuesta de estas formas. Si la computadora puede dar estructuras multidimensionales, ahora artistas y programadores interactúan en grupos de trabajo.

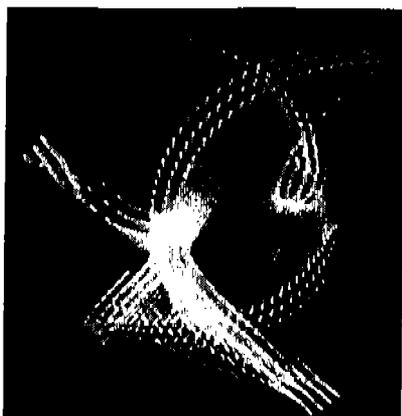


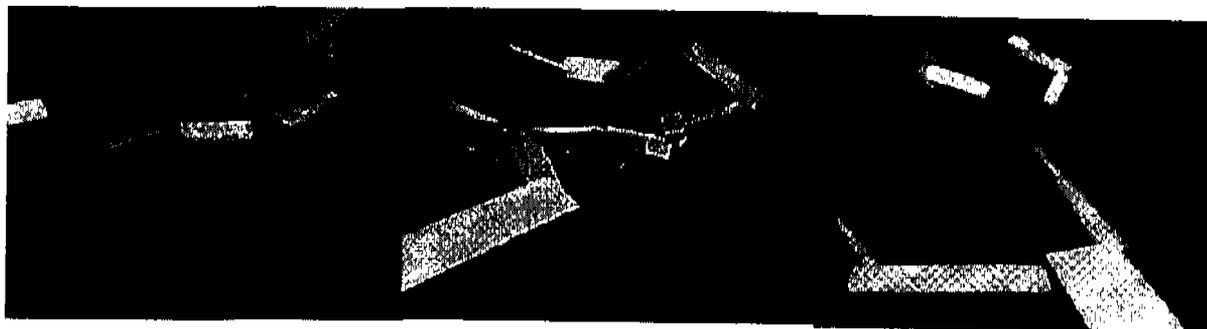
Figura 4.9

Arte generativo, 4 de Junio del 2007, 1:00 a.m., [sccsd.ou.edu/history/images/oscillon4.jpg](http://sccsd.ou.edu/history/images/oscillon4.jpg)

Phillp Galanter, es un productor de arte generativo que sostiene que "cualquier práctica artística en la que el artista usa un sistema, tal como las reglas de una lengua natural, un programa informático, una máquina o cualquier otra invención regida por un determinado procedimiento, que se inserta en un mecanismo dotado de algún grado de autonomía, contribuye a la creación de un trabajo artístico completo." <sup>46</sup>

En este arte, los procesos son autoorganizados, se ajustan a reglas, con instrucciones predefinidas, los artistas y programadores dependen del contexto técnico.

El tema de la evolución de gráficos por medios computacionales, ayuda a entender cómo las formas pueden ser modificadas. En especial Kart Sims hace varias propuestas como las figuras y 4., todas son interactivas y producen formas cambiantes.



[http://www.educared.org/art/tamtam/archivos/propuestas\\_2005/index.htm](http://www.educared.org/art/tamtam/archivos/propuestas_2005/index.htm)

Figura 4.10, 4.11, 4.12

<sup>46</sup> Galanter, Phillip, Article Link, Generative Art is as Old as Art, p. 1-21 [www.phillpgalanter.com/academics/index.htm](http://www.phillpgalanter.com/academics/index.htm)

Las propuestas de Sims se basan en la generación de formas a partir de técnicas de variación y selección, que se usan para crear propuestas con complejas similitudes estructurales, texturas o movimientos que se producen por medio de gráficos y animación. Se puede obtener así una selección interactiva de formas basadas en la percepción visual y por medio de un procedimiento que genera resultados a partir de una propuesta primaria.

Estos métodos también se usan para generar modelos fractales, es un procedimiento de creación estructural, dando también opciones de variaciones. Esto se puede entender en los siguientes ejemplos que tienen variaciones de procedimientos.



<http://hallerd3.sergiomonge.com/archives/592/arte-generativo-a-una-pared-neoorganico-wall/>

Figura 4.13



[http://weblog.clarin.com/ltnerarte/archives/2007/02/brian\\_ano\\_por\\_9\\_mil\\_anos.html](http://weblog.clarin.com/ltnerarte/archives/2007/02/brian_ano_por_9_mil_anos.html)

Figura 4.14

En las figuras anteriores se pueden ver expresiones creadas por medios computacionales, usando diferentes medios de creación y dando como resultado también diferentes formas. La evolución artificial da una herramienta potencial de creación por un procedimiento, generando estructuras, texturas y movimientos. Estas imágenes son representaciones de lo que se ha denominado genotipos.

Ha habido una evolución en los métodos de crear y explorar complejidades, en las cuales quizás el entendimiento humano esté involucrado en el proceso específico de configuración de modo manual, pero este proceso dependerá de las exploraciones que realice la computadora. Este es un trabajo interactivo entre la computadora y el ser humano en su papel de análisis y selección de la forma adecuada. Es importante

---

entonces considerar que dentro de esta evolución de tipo artificial de la forma, que se realiza en tiempos reales breves, el ser humano deberá contar con una serie de habilidades visuales para discriminar características de estas formas resultantes.

El investigador Felipe César Londoño, trabaja sobre la hipótesis de que las formas no son autónomas en su configuración y los procedimientos calculados son los que proporcionan las soluciones a los problemas que el diseñador se plantea. Define también el concepto de diseño calculado que se relaciona directamente con las técnicas de generación, con la manipulación y el procesamiento de imágenes o formas que se integran por medio de diversos conocimientos y procesos automatizados, facilitando de esta manera la comprensión del objeto.

Estos nuevos métodos permiten la generación de formas, a partir de una especie de metodología en base a lo que denominan unidades de composición, que son definidas aún por conceptos generales de composición como el ritmo, la proporción y otras ya mencionadas en el capítulo de herramientas.

Específicamente en el tema de la forma arquitectónica y lo relacionado con ella, considerando los avances tecnológicos y las innovaciones en los procesos de generación, se puede comenzar a mencionar que a finales del siglo XIX, Konrad Fielder<sup>47</sup> propone una vía cognitiva para analizar la imagen, trascendiendo el formalismo y llevándolo a lo visual, y táctil o auditivo. Ofrece también un análisis de obras de diversos tiempos a partir de lo que denomina arquetipos de tipo visual y táctil, aunque plantea que esta forma sensible pasa a segundo plano y la idea de visualismo es la manera de analizar la forma a lo largo de la historia.

Reigl<sup>48</sup> por su parte sugiere que para encontrar los principios en una composición y los conceptos que la hacen posible, es necesario demostrar la independencia de la técnica y de su material, esto es lo que se denomina arquetipo formal, ya teniendo claro este concepto pierde importancia el tiempo, ya que se puede repetir en cualquier época, con esto sustenta su postura sobre los problemas emanados del tema sobre el estilo.

Peter Stebbing<sup>49</sup> Identifica las organizaciones más comunes de las formas orgánicas y de la creación de composiciones visuales; para poder determinar los componentes de la organización visual, propone un sistema perceptual que responde a principios de tipo perceptual pri-

---

47 Fielder, Escritos, 1991, p 12-37

48 Reigl, Problemas, 1980, p 8-15

49 Stebbing, A visual, 2004, p 36

mitivos, y sostiene que estos principios son necesarios para reconocer la diversidad de formas orgánicas en las cuales el hombre sobrevivió desde sus orígenes; también identifica lo que denomina principios universales que se pueden encontrar en diversas culturas: contraste, ritmo o proporción.

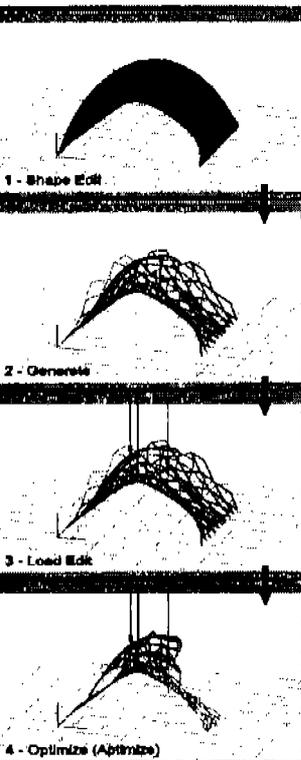
En el siglo XX y XXI los procesos y la tecnología cambian, sería importante reflexionar si los principios básicos del diseño de formas, que antes de ésta época habían sido estables, han sufrido cambios o no.

Se puede mencionar que desde 1919 dentro de las propuestas de la Bauhaus<sup>50</sup>, se considera que el modernismo promueve ya desde entonces, otra visión del diseñador, basándose en principios de tipo universal, reabstracciones, racionalidad, objetividad y hasta en formas. Se establecieron entonces fundamentos conceptuales de los proyectos y las formas de diseño, de alguna manera se pretendía que correspondieran a sistemas de módulo universales. Haciendo una comparativa a la época actual, muchas de las representaciones y sistemas están condicionadas al avance tecnológico.

En la actualidad hay nuevos principios visuales, procedimientos en los que la imagen, los medios, el espacio y la denominada multiculturalidad, forman parte de lo que influye en la propuesta de la forma en el diseño.

La idea de diseño calculado se aplica como principio de diseño, comienza con una evaluación de las condiciones del problema a diseñar, haciendo propuestas de soluciones, por medio de un proceso de selección se clasifica y evalúa la más adecuada, el arquitecto Watanabe sostiene que "debemos encontrar maneras de usar la computadora como una extensión, no simplemente de la mano del diseñador, pero si del cerebro humano, como una especie de pozo. Solamente cuando ésta se convierte en voluntad posible vemos el aspecto de clases de arquitectura actuales que son de hecho imposibles sin la computadora. Considerar por ejemplo los efectos que se ven en las películas de ciencia ficción, parecen reales aunque en lo racional sepamos que no tienen ninguna existencia dentro de la realidad."<sup>51</sup>

Se vuelve interesante la postura de Watanabe, cuando en su idea acerca de la introducción al diseño menciona lo referente al problema del proceso del diseño, hablando sobre el término inducción, que para él sugiere resultados a partir de la elección de la mejor solución para el



<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=155009>

Figura 4.15

<sup>50</sup> Séller Steven, Vienne Veronique, Perspectivas en el diseño responsable, Watson-Guptill publications, 2003, p. 23-56

<sup>51</sup> Watanabe, Introduction, 2002, p. 78.

problema, esta solución dice se debe hacer por medio de la elección de variaciones, usando programas que tengan las condiciones específicas generativas para proveerlas se puede observar en las figuras 4.16,y 4.17.

También menciona como otro tipo de diseño el algorítmico, en donde se clasifican los procedimientos de solución, estandarización del proceso por medio de un orden y los procedimientos participantes en la obtención del diseño. Hay que entender el procedimiento como un método lineal, por lo que es importante el uso de programas computacionales. Watanabe usa un programa de diseño generacional y de optimización estructural llamado Kei Riki, el cual tiene varios propósitos.

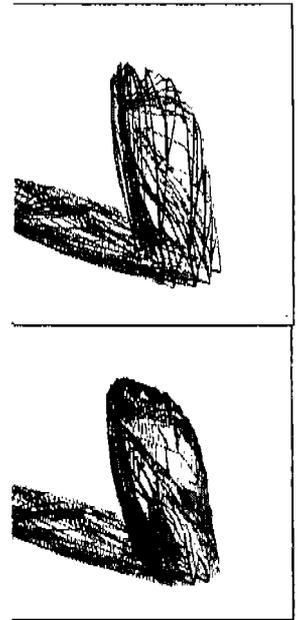
Un ejemplo de sus ideas aplicadas lo podemos ver en la siguiente imagen.



<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=155009>

Figura 4.18

Uno es el de generar variación de formas a partir de ciertas condiciones determinadas. En segundo lugar posibilitar la creación de estructuras óptimas de soporte para las formas previamente generadas. El diseñador en este punto puede elegir las diferentes condiciones de la forma y probar también diferentes soluciones de la estructura aplicándola a la forma.



<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=155009>

Figura 4.16



<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=155009>

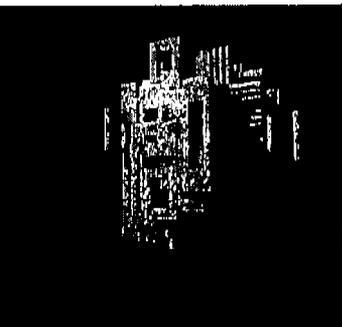
Figura 4.17

Esta idea de diseño calculado se puede decir que tiene su origen en conceptos como el arte generativo (del cual ya se ha hablado en este capítulo), el cine experimental, las imágenes algorítmicas, la arquitectura automatizada y la música navegable.

Felipe César Londoño da una definición sobre lo que es el diseño calculado, defendiendo que más que una condición estilística, es un propósito de designar un concepto que va más allá de las categorizaciones frecuentes en las teorías del diseño, con el fin de encuadrar otras perspectivas. Por una parte, puede remitir a los procesos de diseño apoyados por las máquinas y los programas informáticos; sin embargo se expande a los principios universales que hacen posible la comprensión de las metodologías proyectuales y la generación de proyectos con base en unidades de composición que están definidas por gramáticas universales como el ritmo, los contrastes, el balance y la proporción.

Este tipo de diseño se usa para las representaciones de la naturaleza, en las estructuras fractales, en las figuras de Mendelbort, ayuda en sistemas más complejos de representación de estructuras, en estos casos las computadoras facilitan la labor de la representación y de la configuración. Es así como se podría llegar a considerar que es una labor de conjunto, las ideas que el cerebro del diseñador genera pero que tienen una complejidad en la realización, la cual se puede facilitar por medio de ciertos programas en la computadora.

Hay autores como Marcos Novak, que manejan la noción de transvergenencia, sosteniendo que la sociedad tiende a ir hacia la diversidad, la cultura busca esa diversidad y ya no sigue líneas de desarrollo naturales y previstas, escoge caminos que transvergen, esto es que emplean tecnología para construir continuidades de tipo artificial y define su término arquitectura líquida como "sinfonía en el espacio, una sinfonía, aunque varía dentro de su duración, sigue siendo un objeto fijo y puede ser repetida (...); la arquitectura líquida es una arquitectura que forma, se abre para darte la bienvenida y se cierra para defenderte; es una arquitectura sin las puertas y los vestíbulos, donde está siempre donde el cuarto siguiente necesita estar y lo que necesita para ser. Es una arquitectura que baila o pulsa, se convierte en tranquilo o agitado. La arquitectura líquida hace las cualidades líquidas, las ciudades que cambian en el cambio de un valor, donde los visitantes con diversos fondos ven diversas señales, en donde las vecindades varían con las ideas llevadas a cabo en campo común, y se desarrollan como ideas maduras o se disuelven" esta arquitectura líquida se puede observar en las figuras 4.19 y 4.20



<http://www.zakros.com/liquidarchitecture/liquidarchitecture.html>

Figura 4.19



<http://www.zakros.com/liquidarchitecture/liquidarchitecture.html>

Figura 4.20

Novak está interesado en la nanotecnología<sup>52</sup>, biotecnología, la ciencia de los materiales, las neurociencias e incluso habla de transarquitectura, sobre una arquitectura que puede llegar a ser cultivable y evolucionar por sí misma.

Otro arquitecto, Rem Koolhaas, plantea que el diseño es como una cultura compuesta por fragmentos, por la inestabilidad, la globalización y por el marketing, en su trabajo llamado Content menciona que hay que mirar la arquitectura a través de ensayos, diagramas, estadísticas, llegando a un catálogo de obras que incorporen detalles de tipo técnico y conceptual; propone para el proceso de diseño, la inspiración cinematográfica, lográndolo por medio de la utilización de imágenes en secuencia, datos que se entremezclan, que hacen que el proceso se reinvente a partir de un diseño que se calcula a partir de datos.

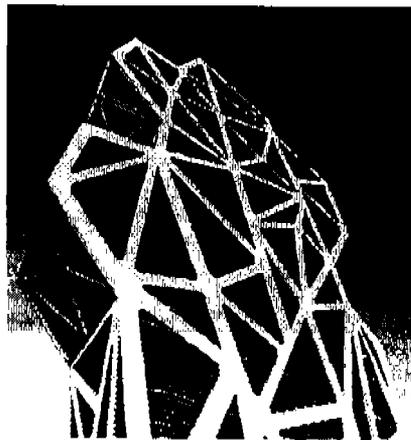
Sin embargo aboga porque estas nuevas propuestas pretenden solo una armonización, se busca clasificar conceptos y tener más opciones para elegir la solución final, realizar un diseño más eficiente, con más calidad. En esta propuesta surgen términos como lo algorítmico, genérico, expandido y a la vez el principio de convergencia entre arte, ciencia y tecnología.

Estas Arquitecturas se expresan de varias maneras como las figuras 4.21 y 4.22 de Marcos Jürgen, en una como un solido aparentemente solo volumetrico y en el otro como una piel con textura.



[http://www.thedesignannual.com/arcv.tda?op=show\\_article&show=tda07\\_article\\_juergen\\_mayer\\_h](http://www.thedesignannual.com/arcv.tda?op=show_article&show=tda07_article_juergen_mayer_h)

Figura 4.21



<http://www.skyisaperfect.com/showthread.php?t=329914>

Figura 4.22

<sup>52</sup> Es un campo de las ciencias aplicadas dedicado al control y manipulación de la materia a una escala menor que un micrómetro, es decir, a nivel de átomos y moléculas. Lo más habitual es que tal manipulación se produzca en un rango de entre uno y cien nanómetros. Para hacerse una idea de lo pequeño que puede ser una nanobot, más o menos un nanobot de 50 nanómetros tiene el tamaño de 5 capas de moléculas o átomos.

En la arquitectura actual se puede exponer como ejemplo la presentación del proyecto que hizo Jürgen Mayer ante el Ayuntamiento de Scharnhäuser Park, en donde presentó dos maquetas aparentemente opuestas pero esencialmente complementarias, el alubox figura 4.23 y el e. gram. El alubox es una maleta de aluminio con un conjunto de bandejas de espuma, cada una de las cuales representa la organización de la planta del edificio, mientras el e. gram es un pequeño cubo transparente figura 4.24, con una delineación láser tridimensional de los núcleos estructurales y programáticos y de los huecos verticales interconectados que recorren el edificio y relacionan espacios y funciones. La maleta evoca el carácter compacto del volumen; las capas de bandejas que contiene revelan su compleja organización espacial. Mientras que el cubo de cristal muestra la fluidez y transparencia de la organización.

En estos edificios de Jürgen Mayer, la tecnología se ve reflejada en muchos aspectos, como por ejemplo el voladizo como elemento más característico, el que, a través de 148 válvulas controladas por un programa informático, es una especie de reloj público, creando bajo esta marquesina un cronómetro temporal o climático. También posee ventanas "climáticas" con doble acristalamiento y cámara ventilada, este sistema permite un control climático sin utilizar medios mecánicos, consiguiendo mejorar la protección ante el calor del verano y hace innecesaria la instalación de aparatos de aire acondicionado en las oficinas. Con altas temperaturas este sistema permite reducir el aporte de calor mediante la simple apertura de una hoja interior, protegida de la intemperie. Ofrece mayor confort durante el invierno gracias a un incremento de la temperatura de superficie en las hojas interiores, reduciendo aproximadamente el 10% en el suministro de calefacción, mejora el aislamiento acústico, requiriendo un menor mantenimiento de las persianas situadas en la cámara intermedia de las ventanas climáticas.

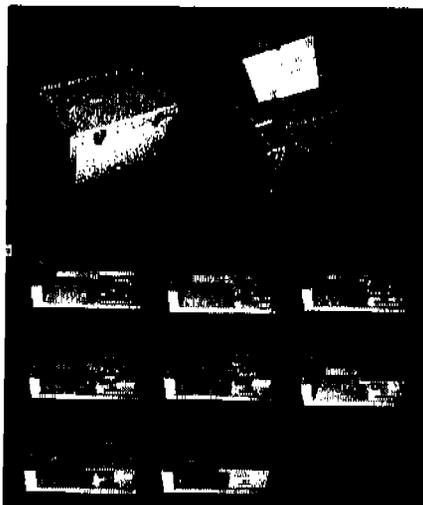


Figura 4.23

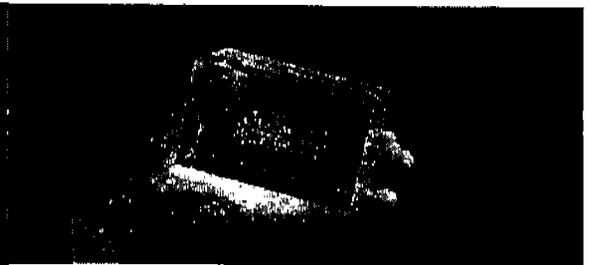


Figura 4.24

Por muchos años el software de CAD dependió de las entidades de los objetos, de la manipulación e interpretación por medio del uso de símbolos, estas entidades solo representan el aspecto geométrico de diseños; con los nuevos sistemas de CAD, aún no se logra dar solución a los requerimientos del diseñador, por lo que se ve la necesidad de diseñar un nuevo programa para cubrir estas necesidades.

#### 4.3 Cuarta dimensión.

Si Sigfried Gideon en 1941 define el tiempo como la cuarta dimensión en la arquitectura, para el Investigador Schmitt la Información hoy en día debería ser considerada como la quinta dimensión.

Esta idea de la cuarta dimensión encuentra respuesta por parte de Gideon, así como otras preguntas que forman parte de sus investigaciones, algunas referentes a la evolución del espacio de la arquitectura y el manejo de temáticas relativas a la concepción del espacio, en las que la arquitectura es considerada como expresión plástica, como espacio interno bajo la concepción grega.

El estudio de arquitectura Perbellini y Pongratz sostiene que "L'uso immaginativo delle tecniche ha il significato di comprimere i processi di evoluzione dello spazio e del tempo, rendendo possibile lo sviluppo di spazialità architettoniche e interconnesse"<sup>53</sup>.

Estos procesos que van del proyecto a la computadora por medio de ciertas metodologías a base de datos y diversas opciones, producen formas que se vuelven dinámicas en la manipulación y deformación, llevando a una nueva posibilidad de plasticidad en tiempos breves.

Las propuestas en relación a la forma dinámica de estos objetos nuevos, suele tener resultados sorprendentes en edificios experimentales para exposición, o en el momento de llevarlos a la realidad, sin embargo el problema más fuerte se presenta en la casa habitación, en donde la desestabilización del edificio puede ser un problema, si se considera que estas formas poco convencionales tienen que ser percibidas como objetos seguros y ser aceptados por el usuario.

Pongraz/Perbellini, Natural, 2000, p. 56. " El uso imaginativo de la técnica tiene el significado de comprimir los procesos de evolución del espacio y tiempo, haciendo posible el desarrollo de especialidad arquitectónica e interconexión"

---

<sup>53</sup> Pongraz/Perbellini, Natural, 2000, p. 56. " El uso imaginativo de la técnica tiene el significado de comprimir los procesos de evolución del espacio y tiempo, haciendo posible el desarrollo de especialidad arquitectónica e interconexión"

#### 4.4 Topología.

La geometría topológica procede del siglo XIX, en el que el astrónomo August Moebius y posteriormente otros matemáticos como David Hilbert, Henry Whitehead y Oswald Veblen, estudian las propiedades que se alteran por deformaciones continuas como la flexión, estiramiento y torcimiento de los materiales diversos.

El espacio topológico es una formación continua, que se relaciona con las leyes del movimiento experiencial, estableciendo relaciones cualitativas. Se define por los puntos que permanecen invariantes frente a determinados tipos de transformaciones. Estas leyes topológicas surgen, como nociones como la Inclusión, exterior-Interior, exclusión, concepto de región y conexión con el todo.

Otros sistemas como los topológicos se integran a las formas dinámicas, contribuyendo en la deformación de cuerpos flexibles, siendo esta una elaboración de tipo dinámico también y encontrándose dentro del método del proceso de diseño, teniendo similitud con lo que sucede en la evolución biológica de los cuerpos que sufren mutaciones en dicha evolución.

Estas formas que se generan por la modelación son dúctiles como lo hace Funksas en la figura 4.25, se logran por medio de ciclos veloces, realizados por la computadora, al igual que en la actual cultura mediática que se encuentra llena de imágenes en continuo movimiento y cambio, con su sustento en la tecnología. Se pueden encontrar diversos proyectos, obras realizadas, objetos experimentales no construidos y obras teóricas sobre el impacto de esta era dominada por la información, que atestiguan el uso de la tecnología.

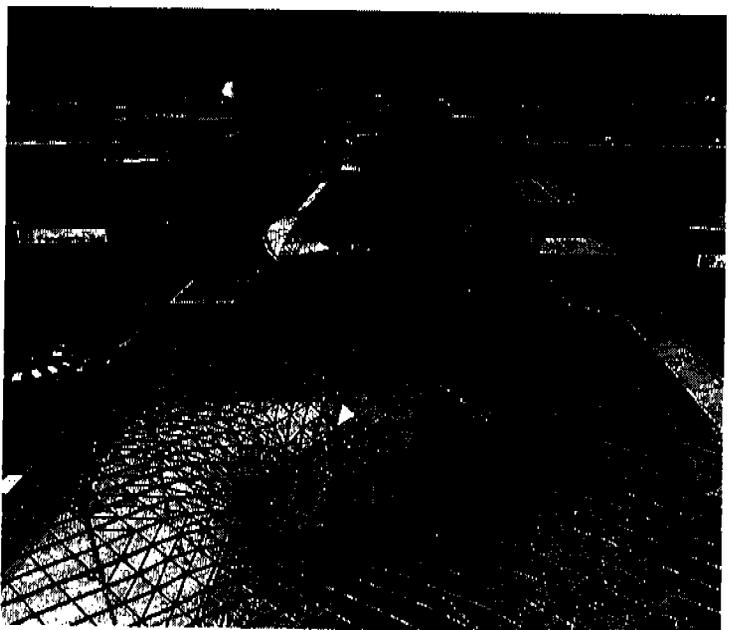
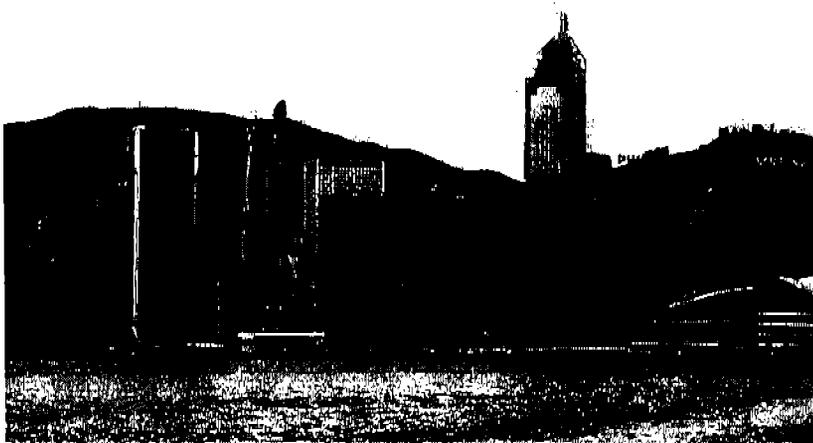


Figura 4.25

<http://arch.tuwien.ac.at/fakultaet/events/2007-04-16/>

Muchos autores contemporáneos hablan de este proceso. Kart Chu refuta la geometría cartesiana, por medio de un método compositivo, en el que hace una modelación creativa de estructuras genéricas estimuladas por sistemas de envolventes, en grado de automodificarse monodimensionalmente. De manera semejante, el arquitecto Nonchi Wang de Amphiblan Arc, crea espacios que se transforman por una curvilinearidad que expresa la negación a la geometría euclidiana, ya que formula una hipótesis sobre el espacio como tridimensional y plano al mismo tiempo.

Celestino Soddu desde 1979 comienza una serie de Investigaciones sobre la evolución dinámica de sistemas artificiales relacionados con la complejidad de la imagen, diseñando secuencias en software, con la intención de simular y controlar el proceso de diseño arquitectónico, ambiental e industrial como en las figuras 4.26 y 4.27



[http://www.argenia.it/design/Soddu\\_HongKong3.htm](http://www.argenia.it/design/Soddu_HongKong3.htm)

Figura 4.26

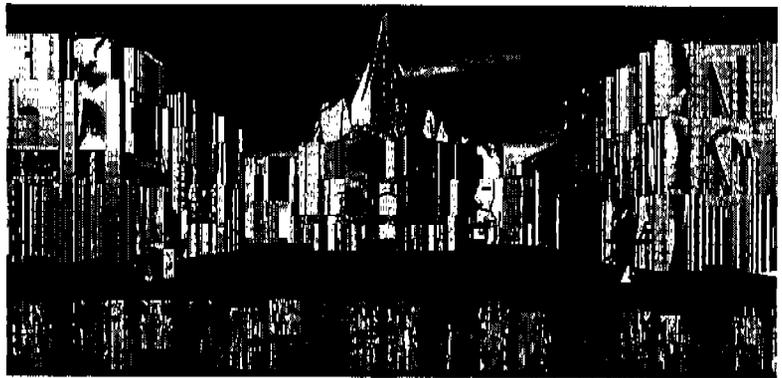


[http://www.argenia.it/design/Soddu\\_HongKong3.htm](http://www.argenia.it/design/Soddu_HongKong3.htm)

Figura 4.27

En 1986 diseñó el primer software para controlar la evolución dinámica de los lugares geométricos de ambientes artificiales, de códigos generativos de identidad y de armonía. Para 1992, hace investigaciones sobre el diseño de códigos de Morph de la arquitectura y la innovación de los procesos de fabricación. Su programa llamado Cada puede generar una secuencia de diversas arquitecturas y ambientes, permite también diseñar la evolución de estos ambientes, además en el campo de la representación su patente técnica (anamorphic de 360°) se utiliza para instalaciones avanzadas.

Argenia en la figura 4.28 en donde se puede ver un acercamiento del arte y del diseño en donde se generan imágenes complejas de modelos en 3D de ciudades, por medio de secuencias.

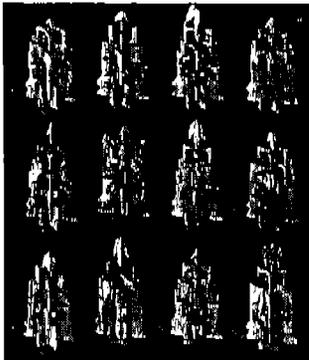


<http://www.cise.monash.edu.au/~aland/TALKS/eca12001.htm>

Figura 4.28

También realiza investigaciones experimentales sobre los procedimientos lógicos en el proceso de diseño, llamándole el diseño del Morphogénesis. En esta imagen, la secuencia de los modelos arquitectónicos 3D, se genera automáticamente usando software genérico del diseño. Cada modelo es diferente pero pertenece al mismo código genético, a la misma idea genética.

El verdadero desafío es la realización del software, cada vez que se usa esta herramienta se logran secuencias de lo que Soddu denomina panoramas virtuales diferentes, que se identifican como pertenecientes a la misma especie de arquitectura, y del mismo diseño. Plantea también que esta herramienta es "un diseño de la especie" y que se puede utilizar como una especie de DNA artificial, para generar una multiplicidad de opciones figura 4.29 un ejemplo de diseño por DNA..



<http://www.argenia.it/design/sodduoffice1.htm>

Figura 4.29

Además se pueden diseñar códigos morphogenetic de un ambiente; el diseño ambiental al igual que el diseño de especie puede funcionar directamente en un sistema dinámico, identificando los parámetros con la simulación de las secuencias de panoramas posibles.

Explica también que el marco que usa está basado en la lógica fractal, en la que cada ciclo de decisión tiene dentro muchos otros ciclos sucesivos, sin embargo la estructura es siempre igual.

El sistema utiliza y representa los Imágenes como "campos operables" para que las opciones que diseñan mejoren la evolución del proyecto. Por medio de un sistema de matrices formales posibles, estas formas se trabajan de manera abstracta, las matrices no son una base de datos, son improvisadas, se limitan por ciclos, en sistemas de dispositivos simultáneos que funcionan en diversos campos como la geometría, dimensión, determinación de materiales, uso de tecnología, y otros.

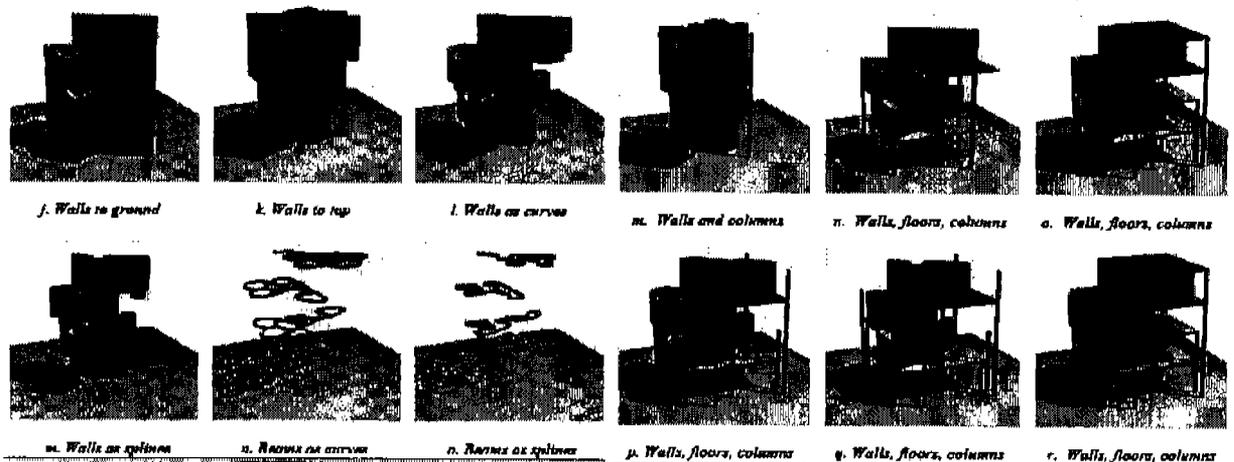
Cada matiz formal es, por lo tanto la producción improvisada de las contaminaciones y de la resonancia en un sistema de diversos subsistemas realizados con un paradigma que parezca una forma fractal, para entenderlo mejor se recomienda ver las figuras 4.30.



<http://www.argenia.it/design/sodducoffice1.htm>

Figura 4.30

En la búsqueda de generar el proyecto sin el uso del lápiz sino por medios computacionales llevó a la Investigación de Robert Krawczyk por medio de la construcción de Bloques de Hilbert, esto se refiere a la generación de formas arquitectónicas usando geometrías no tradicionales. Espacios de curvas que son Investigados y determinados en puntos nodales en el 3D del espacio, con una interpretación por medio de elementos arquitectónicos. Los puntos nodales se usan en una variedad de caminos para generar por medio de elementos arquitectónicos como muros, columnas, pisos y volúmenes formas variadas. La determinación de las formas es totalmente por generación controlada en donde no interviene la intervención manual. Es un simple conjunto de reglas usadas en la investigación potencial de formas. Esta investigación marca el interés por desarrollar un software y un método de diseño diferente.



<http://www.lit.edu/~krawczyk/md98.pdf>

Figura 4.31

#### 4.5 Geometría Dinámica

Al hablar del software de geometría dinámica hay que decir que sirven para tener nuevos ambientes de aprendizaje, ya que se usan para explorar las propiedades y relaciones geométricas, mismas que están incorporadas al programa. Tiene una serie de herramientas que permiten desarrollar diferentes temas de geometría plana e incluso algunas representaciones de tipo tridimensional. Permite al usuario apreciar las estructuras geométricas animadas. Ver la geometría euclidiana tradicional pero en movimiento. Algunos de estos programas son Cabri, WIngeom, Cinderella y el RyC.



Figura 4.32

<http://www.azc.uam.mx/testaoremas/morfogenesis.html>

En relación a las geometrías aquí tratadas, Charles Jencks habla sobre un nuevo paradigma en la arquitectura y la crítica arquitectónica, basa su propuesta en lo que él propone como los fundamentos teóricos para los edificios que él premia. Los edificios surgen y pueden ser entendidos a partir de las aplicaciones de la nueva ciencia; concretamente, la teoría de la complejidad, sistemas auto-organizables, fractales, dinámicas no-lineales, surgimiento y similitud.



<http://www.li-northwest.org.uk/>

Figura 4.33

[http://www.ciudadadacultura.es/proyecto/biografia.php?bct=idea\\_bolli&lg=gal](http://www.ciudadadacultura.es/proyecto/biografia.php?bct=idea_bolli&lg=gal)

Figura 4.34

Cuando se habla de espacios virtuales, no ya de la representación de la realidad sino de una realidad sintética, se entiende como un espacio recorrido no estático, es la correlación que hay entre el sujeto y el espacio cuando el primero se encuentra en movimiento dentro del segundo, esto es el desplazamiento físico.

Para dar mayor realismo a estas escenas virtuales, en general, se siguen las reglas del espacio euclidiano, aunque esto no impide que se produzcan paradojas espaciales. El acceso a estos programas, permite de cierta manera una experiencia de tipo perceptual muy consciente, ya que es posible tener una experiencia ligada a la acción en un mundo no real.

Estas imágenes son de tipo numérico también, a partir de esto se puede decir que es una nueva epistemología<sup>54</sup>, en el proceso el objeto va a la denominada morfogénesis<sup>55</sup>. Esta técnica de la Imagen numérica, a diferencia de las representaciones tradicionales, es en esencia dinámica, aquí el límite entre el espectador y el creador de imágenes desaparece. Al tener computadoras más poderosas con medios de presentación

54 La epistemología se deriva del griego episme, conocimiento y logos, teoría, es el estudio de la producción y validación del conocimiento científico. Se ocupa de problemas tales como las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas que llevan a su obtención y los criterios por los cuales se lo justifica o invalida

55 Del griego morphe, forma y genesis generación, genesis de relaciones poligonales. Morfogénesis es la creación de una nueva forma a partir de una ya existente, es un proceso, es la serie de pasos que generan o crean una estructura distinta.

visuales, auditivos y táctiles, capaces de crear entornos comunicativos, involucrando el cuerpo como una totalidad, no solo están limitados por el intelecto, y por lo tanto no requieren interpretaciones mediadoras.

Se podría considerar que estas imágenes sintéticas, configuran una nueva escritura, que podrían en un futuro cercano llegar a modificar los hábitos visuales, así como la manera de trabajar y de crear. Es una nueva relación entre imagen y lenguaje. La representación numérica hace posible la mediación entre lenguajes de tipo formal y representaciones sensibles. Lo que las diferencia de las imágenes fotográficas o de video, es que estas nacen de la luz en superficies fotosensibles, son imágenes mientras las representaciones numéricas son otro tipo de lenguaje, ya que se valen de la abstracción de modelos matemáticos y programas informáticos.

Phillipe Quéau sostiene que estos mundos virtuales no están en ninguna parte, ya que se pueden recrear en cualquier ordenador y transportarlos a cualquier otro, sin embargo no pierden su cualidad de ser abstracciones matemáticas.

Al mencionar el concepto de espacio, se apoya en el sentido común haciendo referencia al lugar donde se dan los fenómenos, para Kant por ejemplo el espacio es necesariamente una representación a priori que sirve de fundamento a todas las intenciones externas. Es la condición previa de la relación del sujeto con los objetos. (Para los griegos el espacio era considerado como algo entre las cosas, el espacio era todo lo que no eran las cosas.)

Hay que considerar que cuando se habla de espacio también se habla de geometría y de matemáticas (como en el espacio de Newton), la geometría descriptiva, donde la variación es mínima, la geometría proyectiva en la que la variación es la reflexión sobre el plano o la geometría topológica en donde la variación es al máximo, estas consideraciones sobre la geometría son útiles desde el punto de vista de la organización del espacio perceptivo, en donde se consideran tres campos, el intuitivo, el gestaltico y el topológico.

El procesador geométrico permite dibujar figuras como otros softwares, pero no en función de la apariencia, sino de las relaciones geométricas.

Un ejemplo interesante es el de la generación de edificios altos, una investigación a este respecto es la del proceso de diseño paramétrico de Sang MInpark, Mahjoub Elnimeiri, David C. Shap, Robert J. Krawczyk,

en donde históricamente, el desarrollo de estos edificios altos dependen directamente de los avances tecnológicos que impactan en el diseño y la planeación.

Las herramientas digitales que asisten el diseño arquitectónico para generar innovaciones en las formas de edificio altos y la innovación en el proceso de diseño usando herramientas digitales.

Discuten una serie de transformaciones en la arquitectura basadas en propiedades geométricas, que usan para definir las formas constructivas y el desarrollo del proceso que generan repeticiones necesarias para la visualización de modelos de estudio por medio de procesos digitales.

Estos procesos digitales de transformación se usan para la arquitectura denominada dinámica como los ejemplos siguientes.

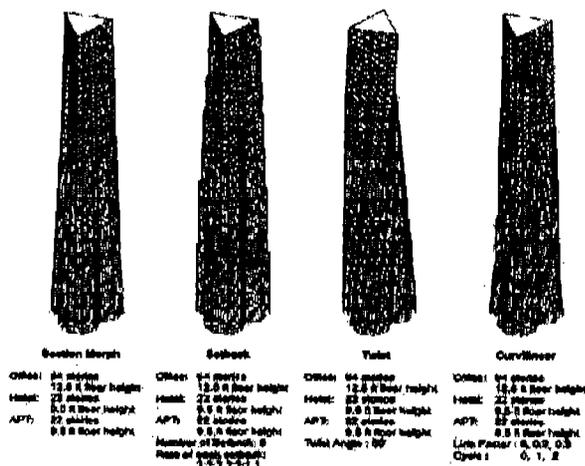


Figura 4.35

<http://www.iit.edu/~krawczyk/ksaccid04.pdf>



Figura 4.36

<http://www.arquitecturanoticias.com/2007/06/>

## 4.6 Geometría Fractal



<http://www.espacioblog.com/palabra-nocturna/categoria/artes-visuales>

Figura 4.37



<http://carlosvalencia.wordpress.com/2006/11/27/fractales-multicolores/>

Figura 4.38

En 1975 Benoit Mandelbort propuso el término fractal, para designar a un objeto geométrico que se repite progresivamente a diferentes escalas, por un proceso denominado recursivo o iterativo que produce estructuras autosimilares, regulares.

Fractal se deriva de fractus, que puede traducirse como interrumpido, irregular, o roto. Como se mencionó Mandelbort lo atribuye a ciertos objetos matemáticos que presentaban notables propiedades como auto repetición o la autosemejanza (sibsimilitud u homotecnia interna). A cualquier escala a la que se examine un fractal, se aprecia una configuración con características formales semejantes. Lo más notable es que la descripción matemática que da lugar a esta inacabable autogeneración de formas siempre igual y siempre distinta, puede reducirse a pocas líneas de código.

Muchas estructuras naturales tiene estructuras de tipo fractal, sin embargo se ha determinado que un fractal matemático tiene cuando menos una de las siguientes características:

Tiene detalle en escalas arbitrariamente grandes o pequeñas, es demasiado irregular para ser descrito en términos geométricos tradicionales, tiene autosimilitud exacta o estadística, su dimensión de Hausdorff-Besicovich es mayor que su dimensión topológica e incluso fraccionaria, es definida recursivamente.

Es un sistema iterado de funciones, que tiene una regla de punto fijo geométrico. Los fractales están definidos por una relación de recurrencia en cada punto de un espacio (como el plano complejo).

Las técnicas fractales se han usado en la comprensión de datos. Las formas fractales en las que las partes se asemejan al todo están presentes en la materia biológica, junto con las simetrías y las espirales (formas de crecimiento y de desarrollo de la forma básica hacia la ocupación de un mayor espacio), así como las formas más sofisticadas en el desarrollo de la materia biológica, en cuanto a que se presentan en procesos en los que se producen saltos cualitativos en las formas biológicas, es decir que posibilitan las catástrofes que dan lugar a nuevas realidades más complejas

Las imágenes de los fractales tienen formas y colores que dependen de la asignación de un rango determinado de colores a una serie de puntos, que dependen directamente de un comportamiento matemático que se aplica con la ayuda de la computadora. Los fractales son entidades de tipo matemático.

Entre los procesos y apariencias finales de los objetos arquitectónicos, en el caso de los crecimientos de tipo fractal, se estudian los procesos, el surgimiento, la adaptación y la organización. Por ejemplo Jencks y los arquitectos deconstructivistas piensan que lo importante es el proceso y las imágenes de los edificios<sup>56</sup>. También se refieren a la cosmogénesis<sup>57</sup> como parte de un proceso continuo. Christopher Alexander muestra en edificios de Eisenman y Libeskind, que no son un resultado del despliegue, en lugar de eso cree que son una excepción, son formas que ningún proceso generativo pudo haberles dado origen.

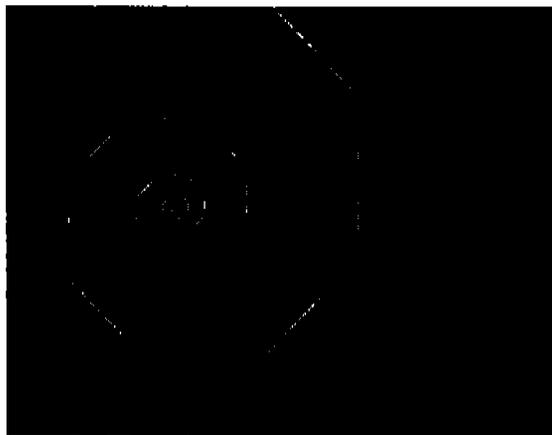


Figura 4.39

[http://manual.cerezo.name/archives/2005\\_06.html](http://manual.cerezo.name/archives/2005_06.html)

<sup>56</sup> Brian Hanson/ Nikos A Salingaros "Death, life and Libeskind" Architectural Record on Line In the cause of Architecture Febrero 2003, p 9-50.

<sup>57</sup> La Biblia habla frecuentemente de la creación en: II Macabeos 7,28 sabiduría 11,26, Colosenses 1,17, Génesis 1,31, Salmo 19,2.

Se pueden encontrar especulaciones como las de Jencks que argumenta que en las 27 formas florales usadas por Ghery en el museo Guggenheim de Bilbao "no hay formas similares utilizadas en ese edificio. Se supone que se asemejan a flores, pero no lo hacen, puesto que las flores se adaptan a funciones específicas al desarrollar color, textura y forma, todo dentro de una coherencia total que está ausente aquí. Hay una diferencia tremenda entre una apariencia meramente visual de los fractales y una apreciación funcional. El Guggenheim es metálico y desarticulado, nada más lejano a una flor"<sup>58</sup>. Aquí Jencks se refiere a estas formas no-similares como "fractales fluidos"; otro término que emplea es el de curvas fractales<sup>59</sup>.

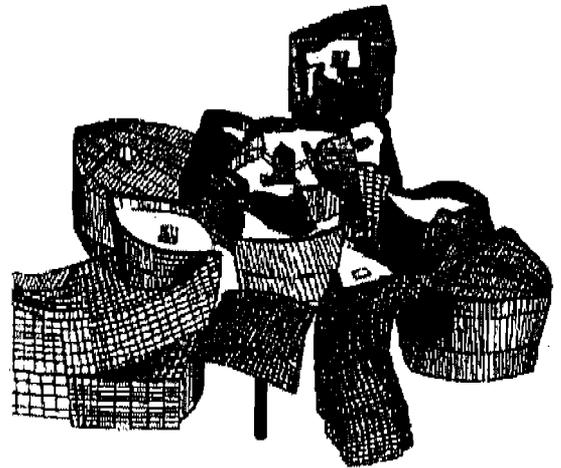


Figura 4.40

Recuperando la idea del proceso de diseño, las reglas generativas pueden ser programadas para que evolucionen por medios electrónicos, agregándole además la materialidad, cortes, uniones. Hoy la misma naturaleza de los materiales por sus características y sus propiedades, afectan las posibilidades generativas dentro del proceso arquitectónico.

Howard Rhienghold afirma que "la experiencia del ciberespacio está destinada a transformarnos (...), porque es un recuerdo Innegable de un hecho que ignoramos y negamos por hipnotismo desde el nacimiento y es que nuestro estado normal de conciencia es de por sí una simulación hiperrealista.

<sup>58</sup> Jencks, *The paradigm*, 2002, p. 13.

<sup>59</sup> Las curvas fractales son dibujos que se definen repitiéndose a sí mismos a diferentes niveles. Un ejemplo típico es la Curva de Hilbert.

"Nosotros construimos modelos del mundo en nuestra mente usando los datos que provienen de los órganos sensoriales y las aptitudes de procesamiento de información de nuestro cerebro. Por lo general pensamos en el mundo que vemos como 'eso que esta afuera', pero lo que vemos en realidad es un modelo mental, una simulación perceptual que existe solamente en nuestro cerebro.

"Esta aptitud para la simulación es el sitio en que las mentes humanas y las computadoras digitales comparten un potencial para la sinergia. Si se le da al simulador hiperrealista que esta en nuestra cabeza la posibilidad de manejar simuladores hiperrealistas computarizados, el día en que las simulaciones de computadora se vuelvan tan realistas que la gente no las pueda distinguir de la realidad no simulada, nos encontramos con cambios importantes."

Los cambios y avances del fin del siglo XX y en este principio de siglo XXI, hacen que autores como Franco Fonatti crean en "una lógica óptica, incluso en una inteligencia óptica. Soy de la opinión de que la conquista más importante del siglo XX en el campo de la teoría del conocimiento, es que la Inteligencia óptica (audiovisual) ha sustituido a la Inteligencia lingüística como principal instrumento de conocimiento, el cambio que ha tenido lugar por la difusión de los medios audiovisuales del cine y la televisión".

También hay exploraciones de los efectos en dirección del vector- basado en fractales por Magdy Ibrahim & Robert J. Krawczyk<sup>60</sup>, en el que se realiza un estudio de determinantes en la modificación de la dirección del Vector para que sirva de generador o indicador en el desarrollo alternativo de formas fractales, determinando 6 grupos.

1. Fractales que forman prevenciones estándar de geometría por usos interactivos de transformación en la producción de figuras
2. IFS (Iterated function Systems) este tipo de fractal introducido por Michael Barnsley
3. Generado por atracciones fuertes
4. El Plasma fractal, creado con técnicas de movimiento fraccional Browniano.
5. Sistemas en L, llamadas sistemas de Linden Meyer, donde no intentan crear fractales pero el modelo celular a través de las iteraciones
6. Creación de fractales por iteraciones de complejos polinomios

60 Artículo Digital, <http://www.ilt.edu/~krawczyk>

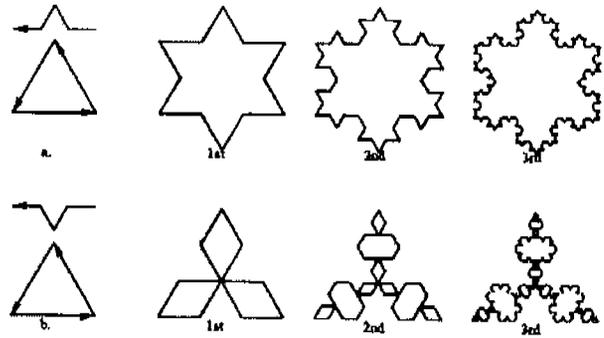
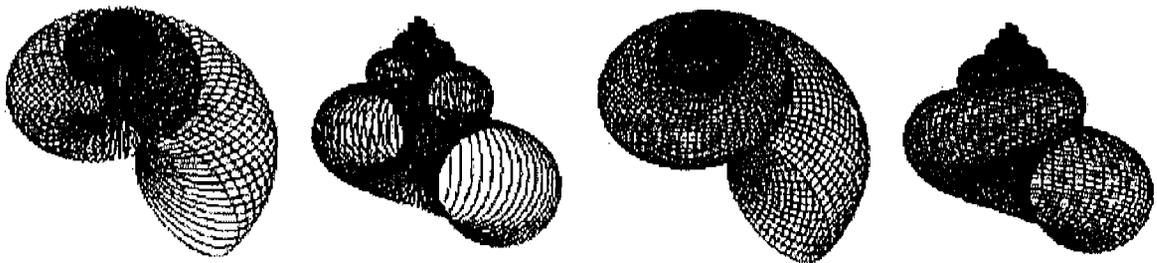


Figura 4.41

<http://www.iit.edu/~krawczyk/nubrdg02.pdf>

Considerando estructuras naturales como base para la generación de estructuras arquitectónicas, se debe estudiar las investigaciones sobre Conchas Marinas de Kamon Jirapongand & Robert J. Krawczyk, en donde generan formas estructurales que han sobrevivido billones de años. Esta búsqueda en el uso de materiales naturales, tiene como base el sistema estructural y entender la capacidad de respuesta a la variedad del clima. Las formas naturales tienen cualidades de equilibrio, los medios digitales son la lengua por medio de la cual se analiza, crea y simulan estas formas sugiriendo unas formas arquitectónicas.



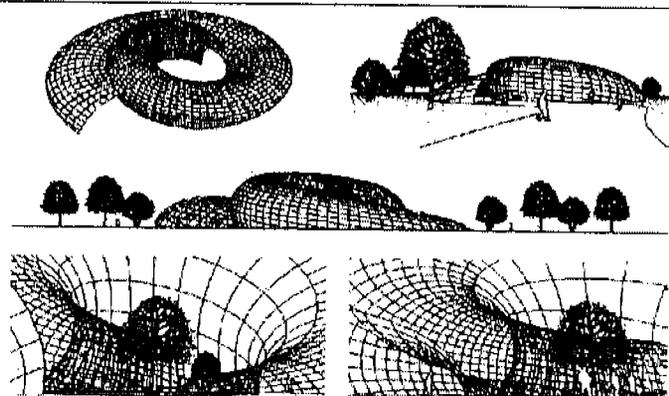
a.

b.

<http://www.iit.edu/~krawczyk/kjbrdg03.pdf>

Figura 4.42

Estas ideas llevadas a la arquitectura generan espacios como los siguientes.



Formas 4.43

<http://www.iit.edu/~krawczyk/kjbrdg03.pdf>

## 4.7 Lo Virtual



<http://www.angelfire.com/blog/virtualweb/page 5.htm>

Figura 4.44

La relación entre el hombre y la tecnología ha avanzado y sigue avanzando rápidamente, aquí es en donde se inserta la idea de realidad virtual, esta es la que permite la introducción del usuario en ambientes recreados, dándole una experiencia interactiva, visual y hasta espacial similar a lo que experimenta en la vida real.

Paul Virilio describe en 1932 la visión integral de la urbanística dentro de un sistema tecnológico avanzado, donde la velocidad (el tiempo), la información y las redes juegan un papel determinante. Lo que se puede vivir por la acción de la velocidad, el mundo de los medios de comunicación y el desarrollo de la cibernética, relacionan al ser humano con procesos de simulación de abundancia en los cuales está desinformado.

Se puede apreciar en la obra de Virilio la visión de que el desarrollo tecnológico seduce, secuestra y simula la realidad, pero en verdad "se hace desaparecer esta realidad"; lo que la globalización denomina "la mundialización del tiempo y la velocidad".

El término inmediatez hace referencia a la velocidad absoluta, como la invención de una perspectiva del tiempo real que sustituye a lo instantáneo, que se generó en la perspectiva del espacio real inventada por los artistas del quattrocento; surge así el denominado ciberespacio, como una nueva perspectiva que ha superado lo audiovisual por una perspectiva táctil.

La perspectiva audiovisual se constituye como el ver a distancia y oír a distancia. Esta nueva perspectiva táctil se refiere a algo diferente, al tocar a distancia o al sentir a distancia, provocando la confusión y posible pérdida del aquí y el ahora, ya que el ciberespacio genera desconcierto y desorientación espacial por medio de la distorsión de la realidad.

En algunos estudios se aborda la distorsión del cuerpo y su posición en relación con el tiempo representado virtualmente, dando así un espacio ambiguo donde es solo un estímulo audiovisual. Generalmente los medios incorporan al espacio arquitectónico, alterando su percepción y transformando la verdadera naturaleza que tiene en la realidad habitable.

La realidad virtual también tiene relación con sistemas hápticos, mismos que generan por medio de aparatos externos al cuerpo, lo que se llama "feedback de fuerza" esto es el efecto que busca imitar a la realidad oponiendo campos de fuerza que permitan, por ejemplo al chocar o empujar botones, obtener una oposición o rechazo de parte de los mismos. Con propiedades asociadas como peso y solidez a partir de señales suministradas por el equipo empleado.



[http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx)

Figura 4.45



[http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx)

Figura 4.46

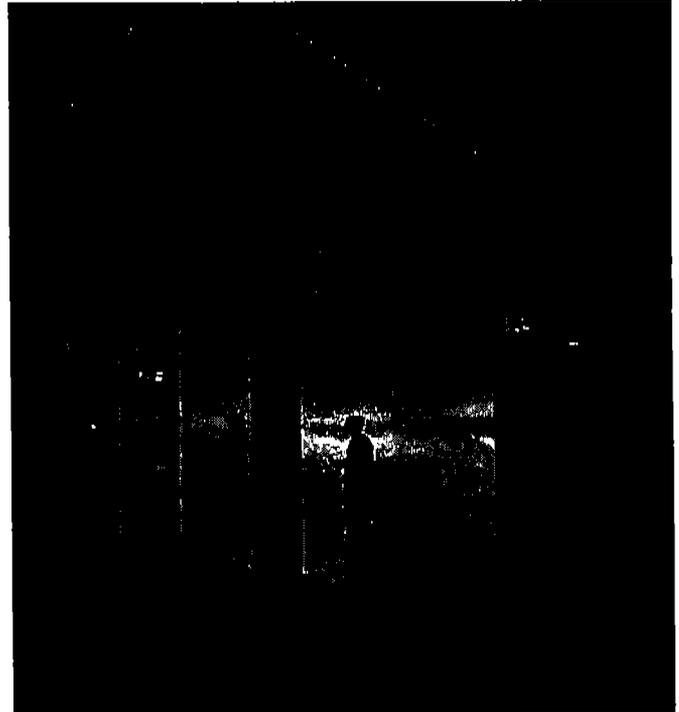
En la búsqueda de una realidad virtual denominada Inmersiva, las limitaciones técnicas avanzan rápidamente, el problema que se presenta a futuro no es tecnológico sino físico, el espacio físico, siempre limitado, finito y discordante con las realidades virtuales que se despliegan ante el usuario.

Los simuladores virtuales son los más efectivos, simulan en mayor o menor medida un vehículo, dando una ilusión completa, ya que el usuario se encuentra estático, el que se mueve es el vehículo, por lo que no es necesario más espacio dando una buena sensación haciendo que la ilusión sea completa como en las figuras 4.47 y 4.48.



[http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx)

Figura 4.47



[http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx)

Figura 4.48

## 4.8 Tecnología – Arquitectura

El arquitecto Toyo Ito manifiesta que no le interesa apoyar a la nueva tecnología, sino el creer que lo importante son los efectos que se pueden lograr por medio de ella. Esta tecnología ha permitido el surgimiento de materiales innovadores, como las pantallas de vidrio con cristal líquido, que electrónicamente obtienen opacidad, de acuerdo a las necesidades de privacidad que se le programen. A Ito le interesa la tecnología como un medio para desestabilizar la noción tradicional del objeto arquitectónico.

También menciona en su documento *On Fluid Architecture* que se publicó en *Sites Architecture* en 1992, una división de los fluidos del cuerpo humano y la desarrolla en analogía con la arquitectura. Se refiere a la relación de movimientos fluidos dentro y fuera del cuerpo, en las tiendas, entendiendo la tienda como un filtro mínimo que visualiza el

Figura 4.49

<http://elcojalvaje.wordpress.com/2006/10/05/send-mediatzaca-toyo-ito/>





El caso de Frank O. Gehry es muy conocido, sus diseños exigen para su fabricación el uso del ordenador, incorpora el software CATIA, con el fin de digitalizar las maquetas mediante cálculos tridimensionales. Esto lleva a pasar de sus maquetas abstractas con técnicas de collage a la capacidad de digitalizar de CATIA, con el fin de que estas maquetas sean leídas técnicamente en las computadoras, las formas originales se pueden ampliar, extruir y fusionar como formas digitales, estas herramientas digitales se convierten en parte integral de la visualización arquitectónica.



<http://www.alyasoracity.com/showthread.php?t=279377&page=2>

Figura 4.51

Antes de las teorías del espacio virtual, la experimentación técnica estaba limitada, algunos arquitectos como Gaudí, se preocupaban ya por la investigación de la visualización y por encontrar otros métodos para lograrla.

Esta revolución visual habría que compararla quizás con la fotografía, que en sus inicios tenía el prejuicio de que un proceso mecánico no podría ser considerado arte o como el cubismo. La arquitectura digital parece tener un resurgimiento y continuidad de la visualización de lo iniciado en 1908, cuando el pintor Georges Braque y Picasso, comienzan a experimentar la representación de múltiples dimensiones y movimientos en una representación de dos dimensiones.

La capacidad de visualización que da la tecnología a la arquitectura y su transformación en un producto mediático, genera formas diferentes de construir un espacio artificial, que permiten reflexionar sobre las variables de la forma, texturas y espacio. Este lenguaje se convierte en un laboratorio de exploración y materialización de una nueva sensibilidad

formal, que plantea formas de ocupaciones del espacio en relación con demandas de tipo psicológicas, morfológicas, intelectuales, culturales y sociales. Las herramientas digitales actualmente proporcionan posibilidades ilimitadas de transformación.

Hay investigadores preocupados por la influencia de los medios digitales en el proceso de la arquitectura, como el arquitecto Fredy Massad y la historiadora del arte Alicia Guerrero Yeste. Ambos fundan en el año 1996 BTBW/architecture, en donde el trabajo central es la crítica y la investigación sobre la arquitectura contemporánea, particularmente en lo referente a la arquitectura digital. Otro caso similar es el de la editorial Testo & Immagine, que publicó el libro de Eric Miralles, *Metamorfosis del Paessaggio*, el cual forma parte de una serie crea por Bruno Zevi y dirigida por Antonlo Saggio.

Así se podría decir que se ha oscilado entre dos concepciones opuestas: la concepción racional que sintetiza y geometriza las formas naturales, transformando éstas a representaciones de tipo abstracto y por otro lado la aproximación orgánica que busca mimetizarse con la naturaleza, recreando esas formas y traduciéndolas al lenguaje arquitectónico.

Las dos tienen como origen la naturaleza y tienen la intención de incorporar en la experimentación arquitectónica, conocimientos de disciplinas como la biología, la genética, por medio de tecnologías digitales. Esta búsqueda va más allá de copiar formas, se intenta por medio de una investigación científica sobre la naturaleza, generar una nueva definición de espacio, forma y función, que se hace posible por los medios digitales.

También Dennis Dollens, por medio del software XFROG, desarrolla y moldea animales, plantas y flores, para llevarlos al diseño arquitectónico, con el fin de producir nuevos modelos con principios biológicos, ubicándose dentro del campo de la llamada biomimética, la cual consiste en establecer formas de aproximación orgánica a la arquitectura.

Existen otras reflexiones importantes de mencionar como las de William J. Mitchell, que en su libro *City of Bites* externa su preocupación sobre la miniaturización, como desmaterialización que se genera en esta época en ámbitos variados. Alude a la revolución de las telecomunicaciones digitales, la miniaturización de todo lo electrónico y la dominación del software.

Por estos avances considera que la arquitectura se ha modificado, por ejemplo el caso de la Biblioteca de la Universidad de Columbia, en donde se expandió la colección del acervo por medio de un sistema de digitalización mas no en el espacio físico del edificio.

Como el ejemplo anterior, se puede entender que hay casos en que las instituciones no se soportan en construcciones, lo hacen ahora en sus sistemas digitales. Los cambios de los sistemas derivan por tanto en las modificaciones espaciales al tener que cumplir con necesidades diferentes. Es el caso de las bibliotecas virtuales o de las galerías virtuales, en donde los objetos son simulados, virtuales, juegos de display y el rol de la secuencia espacial es lo largo de una plataforma artificial. Mitchell reflexiona en la revolución de Gutemberg, cuando se crearon espacios en que se imprimía la información para concentrarla y controlarla, hoy en día este control es por medios electrónicos, ya que se trata de información digital y por lo tanto también es diferente a la lógica espacial. Esto hace que exista una separación de la arquitectura tradicional, las relaciones en los espacios se modifican, a partir de espacios programables.

Existen firmas que analizan y solucionan problemas referentes a la generación de tecnologías, como Smart Geometry que hace diseño arquitectónico con herramientas de cómputo, utilizando componentes generativos como un ambiente modelo, orientado al diseño y la programación con métodos interactivos, directos de la manipulación para modelar con las técnicas de programación visuales y tradicionales un ambiente del "diseño programático".

Generative Components es un sistema paramétrico y asociativo para el diseño, parte del concepto paramétrico que se aplica al desarrollo y uso de parámetros y adaptación de componentes en el concepto de trabajo, en el control de prototipos rápidos y en la fabricación digital de estos componentes.

Este grupo busca que el diseño automatizado se preste para capturar las relaciones geométricas, que forman la fundación de la arquitectura, esta integrado por diferentes personalidades como Lars Hesselgren, Hugo Witehead, J. Parrish y Roberto Aish. Tiene consejeros académicos como Alan Penn, quien ha realizado trabajos sobre las disciplinas del ambiente y el área computacional; en 1955 ayuda a establecer MSC en ambientes virtuales, para entrenar a diseñadores en al programación y simulación High-end; tiene además uno de los grupos de investigación relacionados con VR más grandes del Reino Unido.

Paul Richens encabeza la investigación aplicada en Cambridge en donde desarrolla parte del software más temprano para el CAD arquitectónico, como OXSYS, BDS y GDS, funda el centro CADLAB de Matin, es director del software de Informatrix International. En los cursos que imparte tiene invitados como: Axel Fillan, erudito de Ph. D. en el diseño y el cómputo, en el departamento de arquitectura del Instituto Tecnológico de Massachussets; Heinchir Medidub, conferencista de la escuela

Figura 4.52

[http://www.architectureweek.com/2006/1206/next\\_week.html](http://www.architectureweek.com/2006/1206/next_week.html)



del ambiente construido en la Universidad de Nottingham, quien tiene proyectos de investigación sobre automatización en la construcción, la realidad aumentada en arquitectura, modelos en 3D de la geometría compleja y la tecnología paramétrica en el CAD; y, Chris Williams, conferencista e investigador en diseños de Ingeniería estructural.

La mayoría de ellos usan sistemas como Generative Components, que tiene base de diseño paramétrico y social, cuya oferta es dotar a diseñadores e ingenieros nuevas maneras de explorar formas alternativas de las edificaciones, aumentando la eficiencia en el manejo del diseño convencional, mediante la captura y presentación gráfica de componentes de diseño y relaciones abstractas, haciendo también propuestas de cálculo explícito. En este sistema el trabajo se captura de forma lógica en el programa y el software BIM ayuda a ver cada paso del ciclo de vida del edificio en cuatro áreas:

**Construcción y entrega:** sirve para contratistas, encargados y fabricantes que compartan y sincronicen la Información como dibujos, horarios y otros, con la finalidad de optimizar tiempos en la realización.

**Diseño, análisis y documentación:** da soluciones para los arquitectos, ingenieros y diseñadores, permitiendo la creación de dibujos, modelos y renders, que conforman la documentación del edificio.

**Operaciones y gerencia:** soluciones para el manejo de instalaciones, activos y la relación entre almacenes, oficinas y lugares en donde se realizan las operaciones y mantenimientos.

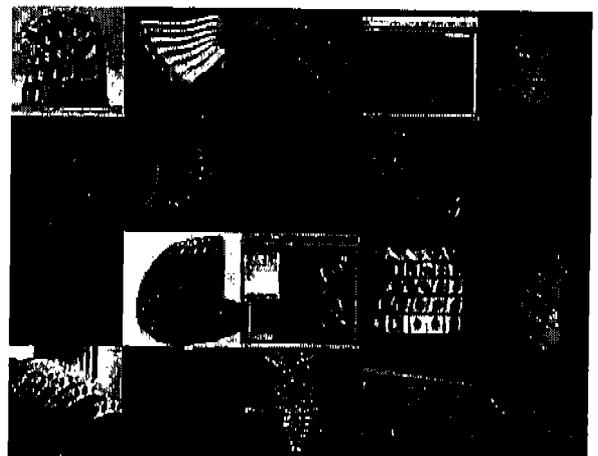
**Ambiente manejado:** información del edificio que se comparte, sincroniza y hace que los equipos globales se conecten y los datos se aplican a la vida del edificio.

Imágenes generativas y algoritmos en arquitectura pertenecen a estas posturas.



<http://steino.wordpress.com/2007/02/15/smart-geometry-at-cooper-univ/>

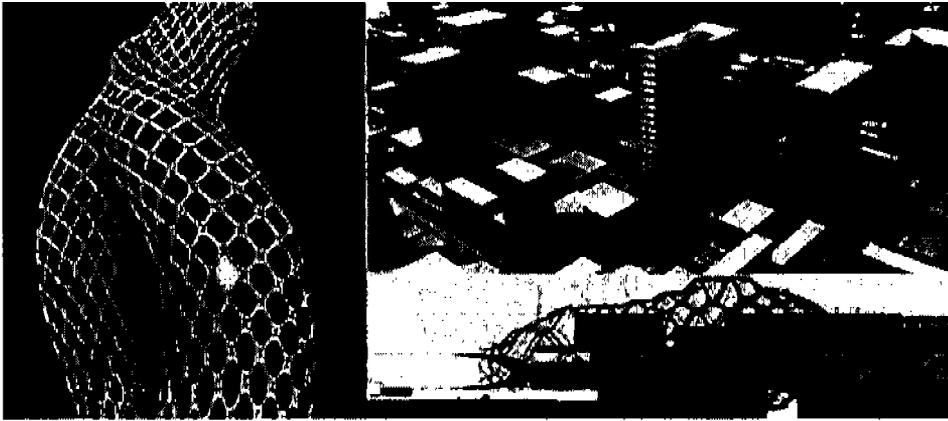
Figura 4.53



[http://www.omnispac.org/my\\_weblog/2006/week35/index.html](http://www.omnispac.org/my_weblog/2006/week35/index.html)

Figura 4.54

Al hablar de componentes generativos se debe entender que se basan en la dependencia de las relaciones entre sus componentes individuales, estos cambios que sufren los componentes se propagan a lo largo de los cambios que dicta el mismo mecanismo que se programa. Por ejemplo en el Graph Model, los componentes y las relaciones entre ellos se llaman gráficos, precisamente se diseñan sistemas en la computadora, usando jerarquías de tres estructuras para representar las relaciones entre los componentes. El resultado son las imágenes siguientes.



[http://www.digital-craft.blogspot.com/2007\\_04\\_08\\_archive...](http://www.digital-craft.blogspot.com/2007_04_08_archive...)

Figura 4.55

Una de las ventajas de los sistemas computacionales es que se pueden usar para representar abstracciones o relaciones intangibles, pueden representar hechos por medio de componentes generativos que usan modelos simbólicos, para que los diseñadores establezcan estas relaciones, y que sean representadas y entendidas por medio de la producción de modelos y formas de ideas entre los interesados.

Generan múltiples alternativas para la aparente limitación de los gráficos, directamente en las relaciones bidireccionales entre los componentes pudiendo ser cíclicos. Una técnica de control de la complejidad bidireccional de los gráficos, es el uso de métodos de combinación de relaciones de los componentes, estas opciones logran dar cambios en las formas dependiendo de las elecciones.

Existen programas como el BIM ( Building Information Model) Modelo Integrado de Información para la Construcción, como respuesta a la inquietud del sector de la construcción, este modelo comunica su información por medio de dibujos con notas y especificaciones, genera una relación directa con los costos y la planeación del trabajo constructivo, buscando una síntesis para el proyecto bajo una perspectiva global, en la que incluya el diseño gráfico, costos y procesos de costos, planificación, en donde se usan programas como el Autodesk, Auto CAD, Revit, MS Excel, Acces, Sico W fi, MS Project Planner, el uso de todas estas herramientas se debe a que cada una tiene sus limitaciones propias y sin embargo por medio de todas ellas se pueden Integrar las fases de todo el proyecto, presentando las ventajas de conocer los aspectos y el impacto económico ante cualquier cambio en el proceso de desarrollo del proyecto.

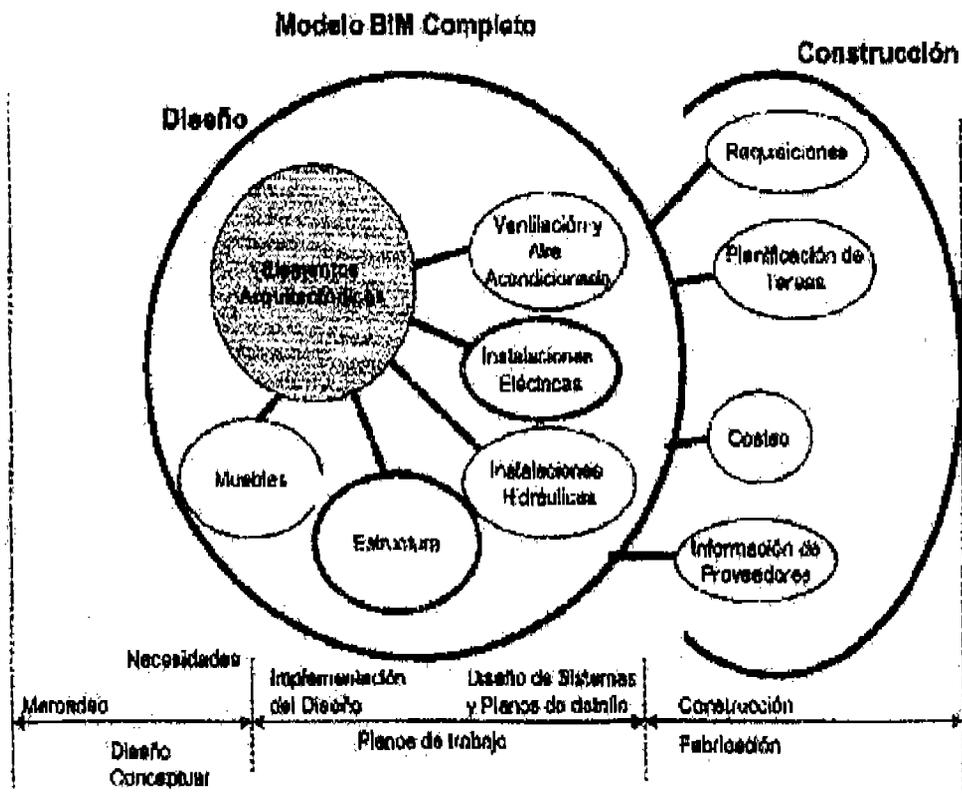
Los productos que existían con anterioridad a este, como ICCBE, CY-PECAD o el paquete Object ARX, no se pueden considerar sistemas de modelado integral de edificios, ya que son capaces de producir memorias de cálculo estructural, volúmenes y especificaciones de diseño, aspectos de planificación y control de obra, pero con la generación de BIM, que se basa en CAD, la información describe tanto la geometría como los materiales, especificaciones, requerimientos de códigos, procedimientos de ensamble, precios de fabricante, distribuciones y algunos datos relacionados con la materia como se emplea en realidad.

Por un lado la Industria y por el otro la ciencia, han buscado solucionar el problema de la descripción de la geometría de manera digital, así como el almacenar, presentar y manipular en una computadora, en donde hay que considerar que mucha de esta información no es gráfica.

Los softwares para el manejo de la Información geométrica sectorizada (se les conoce como máquinas geométricas), son lo que contiene el Autodesk, Revit o Auto Cad, estos objetos gráficos o entidades son utilizados para dibujar una representación de la Información altamente simbólica sobre el edificio.

Usando BIM, con CAD, los componentes se vuelven objetos digitales, con información, pero esta información está disponible para ser usada en cualquier aplicación con acceso a ella, intercambiando información, los objetos están codificados en tres dimensiones espaciales en el momento en que son colocados; un objeto puede tener un sistema finito de parámetros que dictan su forma, la codificación del objeto tiene que incluir estos parámetros.

La finalidad de BIM es crear un modelo digital completo de la obra, para asegurar la generación volumétrica exacta, así como los costos de materiales, dibujos y detalles coordinados entre todos los involucrados.



**Figura 1. Modelo Integrado de Información para la Construcción y su relación aproximada con las etapas de construcción**

<http://www.smartgeometry.org/2004Wahop/Oxman.htm>

Figura 4.56

El modelo anterior fue implantado en la Universidad Autónoma de Yucatán, se puede ver el artículo en la revista de Ingeniería, de Septiembre- Diciembre año/vol 9 número 003, 2005 por Julio R. Baeza Pereyra y Guillermo F. Salazar Ledesma.

En este artículo se mencionan los resultados por medio del uso de herramientas como MS-Office Excel, Acces, MS-Project Planner, Sico Wfi, Auto desk, AutoCAD, Revit, se presentaron problemas, ya que los programas Sico FI están diseñados para integrar presupuestos pero no están diseñados para intercambiar su información, de la misma manera que los sistemas Office, así que hay que usar programas Intermedios como Acces, Excel y otros para tener acceso a la Información; de este modo se sigue un modelo de Interoperabilidad, este tipo de tecnología

integral puede proporcionar una solución a los problemas de comunicación. Así el objeto a construir, no deberá ser considerado en el futuro como un conjunto de planos en 2D, sino objetos que contienen información en más de dos dimensiones.

Otro avance interesante es el que se ofrece por medio de la internet, por ejemplo Stylepark es un sitio web que ofrece una base de datos para arquitectos, diseñadores y particulares con más de 7,400 productos catalogados de aproximadamente 130 fabricantes y 840 diseñadores, en donde las empresas ejemplifican las ventajas de la integración tecnológica inteligente y los nuevos materiales. En ocasiones la innovación se produce mediante catálogos como Stylepark, que examinan los alcances de los productos existentes y conectan a los arquitectos con los materiales, aunque hay ocasiones que el propio arquitecto decide producir el material, este enfoque es usado por el despacho OMA, aunque hay que considerar que en estos experimentos no hay garantía y no hay experiencia previa.

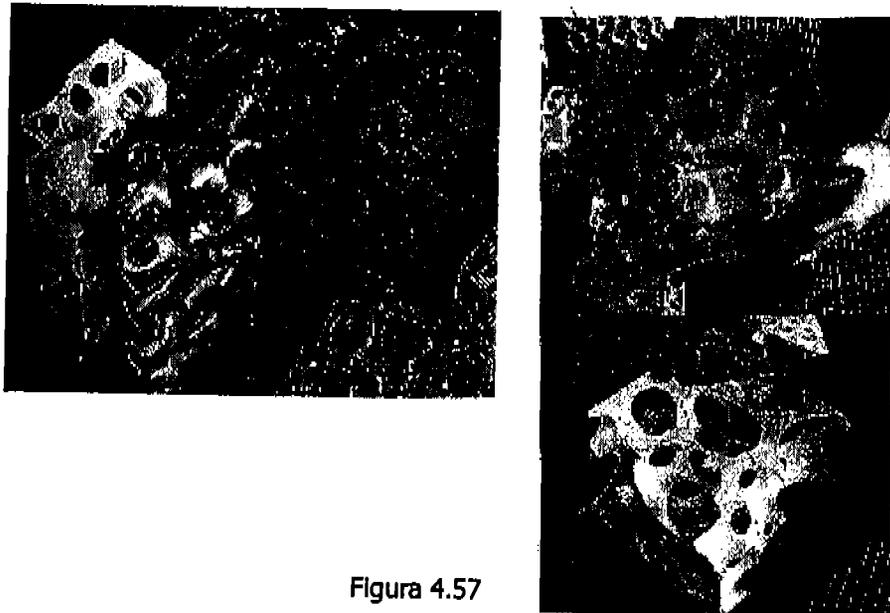


Figura 4.57

En este tema la innovación material también puede significar tomar un material común y reutilizarlo para algo distinto, este es el caso de los prismas reflectores que se usan en las carreteras y fueron usados en el edificio Foret de Klein Dytham en Harajuku Tokio

Sería importante hacer aclaraciones sobre lo que se considera material. Hoy en día la referencia es algo más que a sustancia, ya que se constituye por un conjunto de condiciones y relaciones que se establecen en un edificio, por lo que el material equivale a las relaciones entre las sustancias y condiciones y bien podrían incluirse características am-

bientales como la luz, el aire, la temperatura, el sonido, para esto se puede examinar la arquitectura como una forma de Integración de tipo no lineal.

Desde la concepción en los estudios cambia esta visión, por ejemplo en Japón existe la idea del universitario integrista, que es aquel que sublima e integra de algún modo todos los elementos del ámbito de la arquitectura, se debe así buscar el significado de cada profesión cualitativamente Integrado y eliminando fronteras, el profesional debe evolucionar.

Ya que el campo profesional se ha ampliado tanto, el enfoque debe dirigirse a la especialización, manteniendo el conocimiento especializado que hemos adquirido, debiéndose intentar la Integración.

La colaboración sincronizada sirve para describir el proceso de retroalimentación que busca Integrar distintas especializaciones.

Las limitaciones del lenguaje se han dado por las delimitaciones de división del trabajo y la eliminación entre el arte y la tecnología. Mientras la estructura real incluye los componentes constructivos, los elementos estructurales, los acabados, etcétera, la estructura imaginaria, retoma los elementos que componen la arquitectura, los materiales y sus interrelaciones, lugar, persona, edificio, etcétera.

El modelo del concepto BIM se crea con la finalidad de ser un modelo digital completo enfocado hacia la construcción, se interrelaciona con varias disciplinas y provee diferentes niveles de información. El desarrollo de sistemas especializados de un modelo específico de elementos constructivos que definen el cambio a propósito de la arquitectura en CAD.

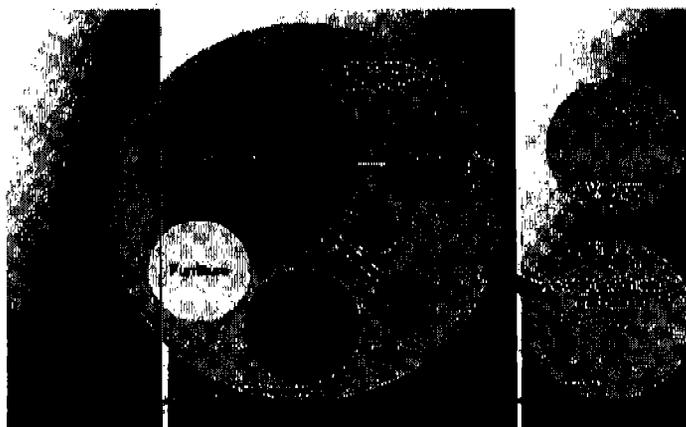


Figura 4.58

Al hablar de arquitectura Inteligente, Kaled Sherbin & Robert Krawczyk, mencionan que este concepto es una interesante integración constructiva, estos sistemas comunican e Intercambian información.

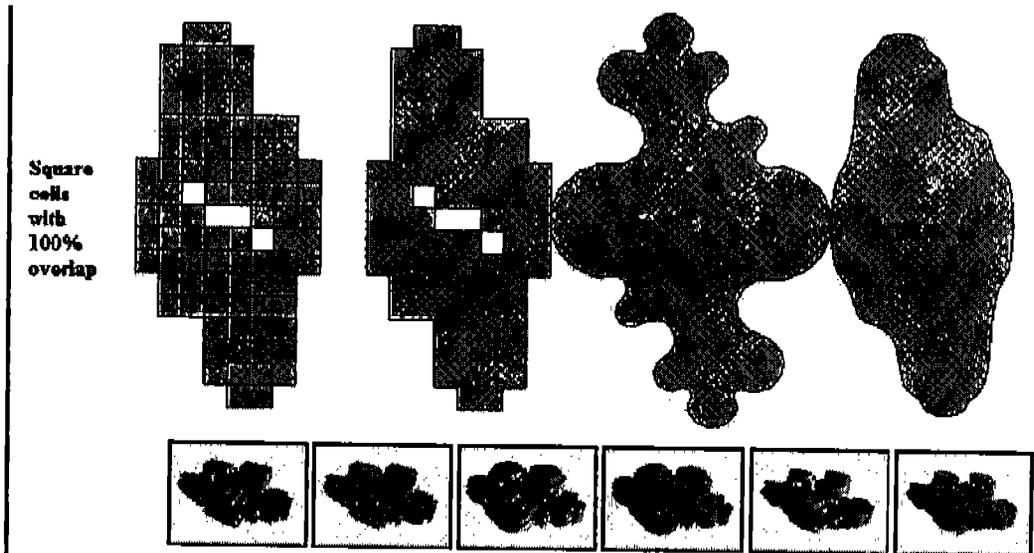
La comunicación a través de estos sistemas para obtener respuestas y decisiones operadas en la construcción, producción y economía del objeto.

Los edificios inteligentes, reciben, analizan y reaccionan acorde a varios procesos, tecnologías y comunicaciones de sistemas Integrales . Estos sistemas logran los cambios de respuesta por medio de proveer diferentes Informaciones a analizar, que proponen por categorías.

La primera categoría es la recepción de Información a través de sensores, la segunda es la que analiza la información, la tercera es la decisión y respuesta, que derivan en formas, reacción y respuesta.

Concluyendo que los edificios inteligentes se les asigna la habilidad de responder a tiempo de acuerdo a procesos de información que recibe del medio exterior e Interior, funciona como un sistema nervioso por medio de sensores.

Generacion de Arquitectura por medio de transformacion celular automática.



<http://www.iit.edu/~krawczyk/kaasoad04.pdf>

Figura 4.59

- 4.1 Primeras Computadoras, 1 de Junio del 2007, 12:04a.m., <http://www.elarcadigital.com.ar/elarca/numerosanteriores/ARCA51/arca5107/internet.htm>.
- 4.2 Tensegridad Miguel de Guzmán Ozámiz, 1 de Junio del 2007, 11:48 p.m. <http://usuarios.bitmailer.com/mdeguzman/tensegridad/mdeguzmangeomtenseg2004/seminario021203.html>.
- 4.3 Pabellón mediático, ingenieros Passera & Pedretti, Diller y Scofidio colaboración Fujiko Nakaya y Tomas Mee Osaka 70, Ferré Albert, Matters, ACTAR, Barcelona 2004 p 18
- 4.4 Pabellón Pepsi Osaka 70 Fujiko Nakaya, E.A.T. ( Experiments in Art and Technology), Ferré Albert, Matters, ACTAR, Barcelona 2004 p. 13
- 4.5 Torre de los vientos Toyo Ito, 1 de Junio del 2007, 12:18 p.m., <http://www.floorature.biz/articoli/articolo.php?id=577&sez=3&lang=es>.
- 4.6 Trazos y animación por computadora de Opera de Sydney, 1 de Junio del 2001, 12:25 p.m., [es.geocities.com/.../autocad2.jpg](http://es.geocities.com/.../autocad2.jpg) .
- 4.7 Imagen digital, 1 de Junio del 2007, 12:58 p.m., <http://www.cyberstudio.com.ar/PRODUCTOS.htm>.
- 4.8 Estructura de modelo CGS, 4 de Diciembre del 2007, 1:02 a.m., <http://real.uwaterloo.ca/~tkuchida/> .
- 4.9 Arte generativo, 4 de Junio del 2007, 1:00 a.m., [accad.osu.edu/.../history/images/oscillon4.jpg](http://accad.osu.edu/.../history/images/oscillon4.jpg).
- 4.10 Evolución, lupulización, 4 de Junio del 2007, 1:32 a.m., [http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/propuestas\\_2005/index.htm](http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/propuestas_2005/index.htm).
- 4.11 Evolución, competición, 4 de Junio del 2007, 1:37 a.m., [http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/propuestas\\_2005/index.htm](http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/propuestas_2005/index.htm).
- 4.12 Evolución, competición  
[http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/propuestas\\_2005/index.htm](http://www.educared.org.ar/tamtam/archivos/propuestas_2005/index.htm), 4 Junio 2007, 1:42 a.m.
- 4.13 Arte generativo aplicado en un edificio, 7 de Junio del 2007, 11:04 p.m. <http://tallerd3.sergiomonge.com/archives/592/arte-generativo-e-una-pared-neonorganic-wall/> .
- 4.14 Brian Eno por 9 mil años exposición, 7 de Junio del 2007, 11:24 p.m., [http://weblogs.clarin.com/itinerarte/archives/2007/02/brian\\_eno\\_por\\_9\\_mil\\_anos.html](http://weblogs.clarin.com/itinerarte/archives/2007/02/brian_eno_por_9_mil_anos.html).
- 4.15 Arq. Watanabe, 10 de Junio del 2007, 10:02 p.m., <http://www.skyscraper-city.com/showthread.php?t=155009>.
- 4.16 Arq. Watanabe Makoto Sei, 10 de Junio del 2007, 10:12 p.m., <http://www.skyscraper-city.com/showthread.php?t=155009>.
- 4.17 Arq. Watanabe, 10 de Junio del 2007, 10:21 p.m., <http://www.skyscraper-city.com/showthread.php?t=155009>.

- 4.18 Arq. Watababe, 10 de Junio del 2007, 10:23 p.m., <http://www.skyscraper-city.com/showthread.php?t=155009>.
- 4.19 Arquitectura líquida Marcus Novak, 10 de Junio del 2007, 11:47 p.m., <http://www.zakros.com/liquidarchitecture/liquidarchitecture.html>.
- 4.20 Arquitectura líquida Marcus Novak, 10 de Junio del 2007, 11:58 p.m., <http://www.zakros.com/liquidarchitecture/liquidarchitecture.html>.
- 4.21 Jürgen Mayer, 10 de Junio del 2007, 12:10 p.m., [http://www.thedesig-nannual.com/srv.tda?op=show\\_article&show=tda07\\_article:juergen\\_mayer\\_h](http://www.thedesig-nannual.com/srv.tda?op=show_article&show=tda07_article:juergen_mayer_h)
- 4.22 Jürgen Mayer, 10 de Junio del 2007, 12:21 p.m., <http://www.skyscraper-city.com/showthread.php?t=329914>.
- 4.23 Ayuntamiento de Scharnhäuser Park Jürer Mayer H. Ferré Albert, Matters, ACTAR, Barcelona 2004 p 56
- 4.24 Ayuntamiento de Scharnhäuser Park Jürer Mayer H. Ferré Albert, Matters, ACTAR, Barcelona 2004 p 57
- 4.25 Maximiliano Fuksas, Centro de Exposiciones Milán,, 14 de Junio del 2007, 11:03p.m., <http://arch.tuwien.ac.at/fakultaet/events/2007--04-16/>.
- 4.26 Celestino Soddu Identidad en progreso de Hong Kong, diseñado con el software Argenia, 14 de Junio del 2007, 11:14 p.m., [http://www.argenia.it/design/Soddu\\_HongKong3.htm](http://www.argenia.it/design/Soddu_HongKong3.htm).
- 4.27 Celestino Soddu Identidad en progreso de Hong Kong, diseñado con el software Argenia 14 de Junio del 2007, 11:18 p.m., [http://www.argenia.it/design/Soddu\\_HongKong3.htm](http://www.argenia.it/design/Soddu_HongKong3.htm).
- 4.28 Celestino Soddu , 14 de Junio del 2007, 11:32 p.m., <http://www.csse.monash.edu.au/~aland/TALKS/ecal2001.html>.
- 4.29 Diseño por DNA Celestino Soddu, 14 de Junio del 2007, 11:42 p.m., <http://www.argenia.it/design/sodducoffee1.htm>.
- 4.30 Diseño por DNA Celestino Soddu, 14 de Junio del 2007, 11:42 p.m., <http://www.argenia.it/design/sodducoffee1.htm>.
- 4.31 componentes básicos arquitectónicos, 14 de Junio del 2007, 12:22 p.m., <http://www.iit.edu/~krawczyk/md98.pdf> .
- 4.32 Morfogénesis, 14 de Junio del 2007, 1:08 a.m., <http://www.azc.uam.mx/teateoremas/morfogenesis.html>.
- 4.33 Jardines Cosmologicos Charles Jencks, 14 de Junio del 2007, 1:23 a.m., <http://www.li-northwest.org.uk/>.
- 4.34 Ciudad de la Cultura Peter Eisenman, 14 de Junio del 2007, 1.12 p.m., [http://www.cidadedacultura.es/proxecto/biografia.php?txt=idea\\_holl&lg=gal](http://www.cidadedacultura.es/proxecto/biografia.php?txt=idea_holl&lg=gal).
- 4.35 elementos de formas constructivas altas dinámicas, 4 de Junio del 2007, 1:24 a.m., <http://www.iit.edu/~krawczyk/ksascad04.pdf> .

- 
- 4.36 Rotating Towes de David Fisher, 4 de Junio del 2007, 1:32 a.m., <http://www.arquitecturanoticias.com/2007/06/>.
- 4.37 Fractales, 4 de Junio del 2007, 1:54 a.m., <http://www.espacioblog.com/palabra-nocturna/categoria/artes-visuales>.
- 4.38 Fractales, 4 de Junio del 2007, 2:12 a.m., <http://carlosvalencia.wordpress.com/2006/11/27/fractales-multicolores/>.
- 4.39 Infinitos fractales en forma, 4 de Junio del 2007, 2:24 a.m., [http://manuel.cerezo.name/archives/2005\\_06.html](http://manuel.cerezo.name/archives/2005_06.html).
- 4.40 Dibujo digital Gugenheim, Emmer Michele, The Visual Mind II, Mit Press, London 2005 p 159-186
- 4.41 Generación de Formas, 4 de Junio del 2007, 2:32 a.m., <http://www.iit.edu/~krawczyk/mibrdg02.pdf>.
- 4.42 Versión digital de formas de conchas, 4 de Junio del 2007, 2:41 a.m., <http://www.iit.edu/~krawczyk/kjbrdg03.pdf>.
- 4.43 formas arquitectónicas, generadas del diagrama y las curvas matemáticas, 4 de Junio del 2007, 2:47 a.m., <http://www.iit.edu/~krawczyk/kjbrdg03.pdf>.
- 4.44 Realidad virtual, 4 de Junio del 2007, 3:20 a.m., [http://www.angelfire.com/blog/virtualweb/page 5.htm](http://www.angelfire.com/blog/virtualweb/page%205.htm).
- 4.45 Realidad virtual inmersiva, 4 de Junio del 2007, 3:25 a.m., [http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx)
- 4.46 Realidad virtual inmersiva, 4 de Junio del 2007, 3:28 a.m., [http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx) .
- 4.47 Realidad virtual inmersiva, 4 de Junio del 2007, 3:30 a.m., [http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx) .
- 4.48 Realidad virtual inmersiva, 4 de Junio del 2007, 3:37 a.m., [http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx) .
- 4.48 Espacio Virtual, 4 de Junio del 2007, 3:54 a.m., [http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En busca de un Realidad Virtual Inmersiva/Default.aspx](http://www.neoteo.com/tabid/54/ID/4264/Title/En%20busca%20de%20un%20Realidad%20Virtual%20Inmersiva/Default.aspx) .
- 4.49 Mediateca de Sendai ToyiIto, 1 de Junio del 2007, 12:43 p.m., <http://el-josalvaje.wordpress.com/2006/10/05/sendai-mediateca-toyo-ito/1>.
- 4.50 Mediateca de Sendai ToyiIto, 1 de Junio del 2007, 12:45 a.m., <http://el-josalvaje.wordpress.com/2006/10/05/sendai-mediateca-toyo-ito/1>.

Los nuevos materiales le dan la oportunidad al arquitecto de modificar su manera de pensar, y su manera de crear a partir no solo de la imaginación sino de las posibilidades de realización. Así como la preocupación en el diseño sustentable para optimizar el uso de la energía a partir de materiales reciclados, o el uso de materiales que tienen "memoria de forma", esto es que recuperan su forma original después de realizarles deformaciones por medio de la aplicación de calor.

Otra característica importante de la arquitectura contemporánea, a partir de la creación de estos laboratorios de materiales, geometría y estudios de cálculo avanzados, por ejemplo el Arq. Daniel Libeskind hace una analogía de cristales y de objetos de la naturaleza, o Eric Miralles que busca generar metamorfosis formales para crear como dice el lenguaje nuevos.

A la par de esta concepción de la arquitectura contemporánea también se trabaja sobre la idea de la atemporalidad, esto se refiere a la vida útil y a la estética de los edificios, en este momento muchos arquitectos buscan esta idea pensando en que el objeto tenga vigencia en un periodo largo, quitándole la etiqueta referida a la relación uso - forma que se dió en muchos otros periodos.

En una reflexión a partir de una referencia de tipo histórica, es interesante mencionar dos puntos, el primero es que a lo largo de la historia existieron edificios públicos que fueron los espacios de experimentación de materiales o propuestas formales unos de ellos y quizás algunos de los más notables fueron los espacios religiosos, sin embargo en los últimos años del siglo XX y principios del XXI podemos ver que hay una nueva visión enfocada directamente a espacios de exposición culturales ( museos, galerías, centros de cultura) por un lado y por el otro los lugares de venta y centros corporativos.

El otro punto es que durante muchos siglos la geometría y las matemáticas eran un solo concepto en su aplicación en la arquitectura, dando por resultado el surgimiento de canones, reglamentos y/o herramientas geométricas para su regulación, sin embargo durante el siglo XX hay una ruptura con muchos de estos conceptos y herramientas, y en este siglo XXI hay una búsqueda de recuperación de muchos de estos conceptos.

---

La geometría Euclidiana sin embargo se sigue usando, sin embargo la geometría no es entendida de igual manera por todos los que la trabajan, existiendo así el planteamiento a la par de ésta de geometrías mas complejas como la topológica o la fractal, así como nociones sobre la cuarta dimensión, que se desarrollan principalmente por medio de programas avanzados de computación. Estos planteamientos geométricos no hay que dejar de mencionar que siguen siendo los instrumentos para el desarrollo formal por medio de manipulaciones como las retículas superpuestas, desarrollos espirales, algoritmos o sistemas de parametrización como se mencionó en el capítulo IV.

Después de esta Investigación que no me parece exhaustiva en ninguna de las cuatro áreas de conocimiento que se abordó, parece ser importante mencionar que para entender, analizar o generar una forma, existieron y existen diferentes posturas, que la materia prima con la que el arquitecto crea es la forma,

por lo que el arquitecto requiere quizás mas en este siglo un conocimiento mas especializado no solo en tecnologías, o una experimentación más basta en materiales sino quizás una reflexión sobre conocimientos históricos perdidos en algun momento de la historia del siglo XX, y me gustaría terminar con dos preguntas que a mi parecer son fundamentales

La primera es una preocupación local relacionada con la enseñanza en nuestro país México:

si la materia de Geometría está tendiendo a desaparecer de los programas académicos y existen pocos especialistas e interesados en el tema

¿Con que instrumentos proyectará el alumno, futuro profesionalista?

Y la última pregunta es a nivel más general, con un enfoque hacia la arquitectura contemporánea, con la aparición y aplicación de la tecnología, y de los laboratorios de gémetras y de cálculo tienen incidencia directa en el objeto proyectado

¿cual es el papel y hasta donde el arquitecto tiene control sobre la forma del objeto en este proceso de diseño?.

Abelardo, Pierre. ( Pierre Abélard 1079-1142) Filósofo francés. Considerado como un genio lógico, el pensador más profundo y original sobre el lenguaje y la lógica de toda la Edad Media; autor de numerosos poemas en lengua romance, dedicó gran parte de su vida a la enseñanza.

Adelman Lucy. (1909-1997) Artista, Se establece en Los Angeles en 1938 y más tarde abre el Art Space Gallery, activista de los derechos humanos.

Alberti, Leon Batista. (1404-1472) arquitecto, matemático y poeta italiano, también fue criptógrafo, lingüista, filósofo, músico y arqueólogo, es una de las figuras polifacéticas del Renacimiento. Pertenece a la segunda generación de artistas del renacimiento, interesado por la búsqueda de reglas, tanto teóricas como prácticas, capaces de orientar el trabajo de los artistas; en sus obras menciona algunos cánones por ejemplo, en *De statua* expone las proporciones del cuerpo humano, en *De pictura* proporciona la primera definición de la perspectiva científica y por último en *De reaedificatoria* describe toda la casuística relativa a la arquitectura moderna, subrayando la importancia del proyecto, los diversos tipos de edificios siguiendo las funciones que deben desempeñar.

Al-Din Al Razi Fajar. (1149-1209) Estudio varias ciencias Islámicas, escribe varios libros en donde registra reuniones con académicos y debates, la mayoría de ellos en contra de la enseñanza y la filosofía.

Alexander Christopher.(1936 - ) Arquitecto, reconocido por sus diseños destacados de edificios en California, Japón y México . Partiendo de la premisa de que los usuarios de los espacios arquitectónicos saben más que los arquitectos sobre el tipo de edificios que necesitan, creó y validó el término lenguaje de patrón, un método estructurado que pone la arquitectura al alcance de las personas no especializadas profesionalmente en la materia y que popularizó en su libro *Pattern Lenguaje*, actualmente vive en Inglaterra donde es contratista y arquitecto licenciado, es profesor emérito de la Universidad de California en Berkeley.

Aristóteles. Griego clásico: Ἀριστοτέλης, Aristotélēs; griego moderno: Αριστοτέλης, Aristotélis) muere en Estagira, (Macedonia), 384 a.C.-Calcis (Eubea, Grecia), 322 a.C. Uno de los más grandes filósofos de la antigüedad y de la historia de la filosofía occidental. Fue precursor de la anatomía y la biología y creador de la taxonomía.

Arnheim Rudolf. (1904-2007) Autor nacido en Alemania, incursiona en el arte y el cine, es teórico psicólogo de la percepción, él mismo dice que sus libros principales son *Arte y Percepción Visual*, *Pensamiento Visual*, y *el Poder del Centro*, pero es *Arte y Percepción Visual* la que fue más reconocida, Revisada ampliada y publicada como una nueva versión en 1974, ha sido traducido a 14 idiomas y es muy probable que sea uno de los libros más leídos e influyentes en el siglo XX.

Arnolfo, di Cambio. ( di Lapo 1232ó 1245 – 1310) fue un arquitecto y escultor florentino. Su obra arquitectónica Incluye el proyecto de ñla Catedral e Sta Maria del Flore en Florencia ( 1294) y la Basílica de la Santa Cruz, en la misma ciudad; y la Catedral de Ovieto.

Atanasoff, John Vincent. (1903-1995) destacado Ingeniero electrónico estaounidense de origen búlgaro. Su trabajo fue fundamental para el desarrollo del computador moderna.

Babbage, Charles. (1791-1871) Inglés fue un matemático, filósofo, ingeniero mecánico , originó la Idea de una computadora programable.

Bacon, Francis. ( 1561 – 1626) Pintor Irlandés,, conocido también por barón de Verulan, vizconde de San Albano, canciller de Inglaterra y célebre filósofo.

Para el pintor Irlandés véase Francis Bacon (pintor).

Barbaro, Daniel. Embajador en Inglaterra, traductor de diversos escritos de arquitectura en especial los de Vitublo, con comentarios propios, publica la Práctica della perspettiva.

Barlow, John Perry ( 1947-) es un poeta, ensayista y ganadero retirado estadounidense, antiguo letrista, miembro de la Academia Internacionald e artes y ciencias digitales. Sus obras incluyen Declaración de Independencia del Ciberespacio y la economía de las Ideas.

Baudellere, Charles. (1821-1867). Es uno de los más famosos de los poetas franceses. Su obra Les Fleurs Du Mal (Las flores del mal), donde recogió su producción poética, produjo un escándalo por su contenido, se suprimieron seis de sus poemas y Baudellere fue mutilado por ultraje a la moral. Con Paradis artificiels (Los paraísos artificiales) expone sus experiencias con drogas como el oplo y el hachís. La obra de Baudellere marcó el inicio de la poesía simbolista, que influirá fuertemente en Verlaine y Rimbaud.

Bauer, Herman. Historiador y crítico alemán del siglo XX.

Berens – Lee Tom. Director del World Wide Web Consortium, Investigador superior en el MIT's CSAIL donde liderea el Grupo de Descentralización de la Información (DIG) y Profesor de Ciencias de la Computación en Southampton.

Berkeley, Obispo. Nacido en Irlanda el 12 de Marzo de 1685- Clotne 14 Enero 1753, fue un filósofo irlandés muy influyente cuyo principal logro fue el desarrollo de la filosofía conocida como idealismo objetivo, resumido en la frase Esse est percipi ( existir es ser percibido).

Besicovich, Haus Dorff. La dimensión Hausdoff-Besicovich es la expresión matemática de la dimensión de los objetos. El criterio generalizado de Hausdorff hace esta definición útil para natural objetos.

Birkhoff, George David. (1884- 1944) Estudio en el Lewis Institute de Chicago y Harvard. Se doctoró en 1907, a los 23 años con un trabajo muy reconocido, su carrera docente se inició en la universidad de Wisconsin en Madison y en 1919 se trasladó a Harvard, donde desarrolló su actividad académica hasta los años 40. Fue decano de la facultad de Artes y Ciencias de Harvard, Laureado internacionalmente por su trabajo científico.

BKK-3.- Son la tercera generación de un colectivo que comenzó en la década de 1980 bajo el nombre de BKK ( colectivo del arte de construir) ubicado en Viena y liderado por Johny Winter y Franz Sumnitsch. Desde una postura de activismo político, el colectivo propone una arquitectura de participación con el usuario y con las Instituciones. Herederos de una amplia tradición, que se remonta a los conocidos Höffe de la década de los 20's.

Blondel, Jaques – Francois. (1705-1774) Arquitecto y tratadista francés, en sus cursos de arquitectura civil, defendió e retornó a los principios clásicos de regularidad y de simetría, en oposición a los abusos de la decoración rococó. Entre sus obras, destacan la remodelación del área de Metz y la reestructuración urbanística de Estrasburgo.

Boezio, Severino. ( 480-524) Fue educado según el modelo retórico clásico, completó sus estudios en Atenas, donde adquiere las teorías neoplásticas, pertenece a la corte de Teodorico, fue maestro en el palacio.

Borromini, Francesco. (1599-1667) relevante arquitecto y escultor italiano del periodo barroco en Roma.

Braque, Georges. Nació en Francia, creció en Le Havre y estudió en la Ecole des Beaux-Arts desde 1897 hasta 1899. Llegó a París en 1900, allí estudió primero en la Academia Humbert en la que conoció a Marie Laurencin y Francis Picabia y después a partir de 1903 en la Escuela de Bellas Artes.

Brilliant, Larry. Brillante médico, epidemiólogo, tecnólogo, autor y filántropo, Es reconocido como uno de los líderes de la exitosa Organización Mundial de la Salud (OMS) del programa de erradicación de la viruela.

Broschi. ( 1705-1782) Cantante castrato italiano, fue un cantante Soprano muy reconocido, miembro de varias cortes reales.

Brunelleschi, Filippo. ( 1377-1446) Contemporáneo de Leon Batista Alberti, Ghiberti, Donatello y Masaccio, Escultor, participó en concurso para las puertas del Baptisterio de Florencia, quedando en segundo lugar, se inicia en la arquitectura, su obra más famosa es la cúpula de Santa María del Fiore.

Buonarroti, Miguel Angel (Michelangelo di Ludovico Buonarroti Simoni 1475-1564) escultor, arquitecto y pintor italiano, considerado como uno de los más grandes artistas de la historia.

Capo, Danielle. Arquitecto, Profesor de la Universidad de Florencia, artículos referentes a la geometría fractal en los ordenes arquitectónicos en la revista nexos,

Caramuel, Juan. (1606- 1682), Filósofo, matemático, lógico y lingüista.

Cassirer, Ernest. (1874-1945) filósofo alemán de origen judío. Fue profesor en las Universidades de Berlín y Hamburgo. Con la llegada del nazismo tuvo que exiliarse primero en Suecia y luego en Estados Unidos, donde murió. Entre sus numerosas obras están, el problema del conocimiento en la filosofía y en la ciencia moderna y antropología filosófica.

Cerf, Vincent. (1943), Es un ordenador de América científica que es la persona más a menudo llamado padre del Internet, sus contribuciones han sido reconocidas en varias ocasiones, con títulos honorarios y premios que incluyen la Medalla Nacional de tecnología, el premio Turing y La Medalla Presidencial de la Libertad. Desde 2005, ha trabajado para Google como su Vicepresidente.

Cezanne, Paul. ( 1839-1906) Pintor francés considerado el padre del arte moderno. Intentó conseguir una síntesis ideal de la representación naturalista, la expresión personal y el orden pictórico.

Chiperfield, David. Estudió en Kingston, después de graduarse trabaja con Douglas Stephen, Richard Rogers y Norman Foster, establece en 1984 su práctica con oficinas en Berlín, Londres y Milán, así como una oficina representativa en Shangai, ha participado en más de 40 competencias a nivel internacional y tiene reconocimientos como RIBA, RFAC y AIA.

Coexter, H.S.M. Canadiense, considerado como uno de los más grandes Geómetras del Siglo XX

Colmar, Thomas Charles Xavier. (1785-1870) nació en Francia puede ser considerado un pionero en la era del cálculo matemático junto con Blaise Pascal y Gottfried Wilhelm von Leibniz. Es recordado por ser el inventor del aritmómetro, la primera máquina calculadora comercializada con gran éxito.

Copérnico. Nicolás. Fue el astrónomo que formuló por primera vez la teoría heliocéntrica del sistema solar. Entre los grandes eruditos de la Revolución Científica, Copérnico era matemático, astrónomo, jurista, físico, clérigo católico, gobernador, administrador, líder militar, diplomático y economista. Junto con sus extensas responsabilidades, la astro-

nomía figuraba como poco más que una distracción.

Croce, Benedetto. (1866-1952) escritor, filósofo, histórico y político italiano.

D'Ors i Rovira, Eugenio (1881-1954). Destacado escritor, ensayista, periodista, filósofo y crítico de arte español, perteneciente al movimiento conocido como novecentismo.

Da Vinci, Leonardo di Ser Piero. (1452-1519) arquitecto, escultor, pintor, inventor e Ingeniero, el hombre del Renacimiento por excelencia. Esta ampliamente considerado como uno de los mas grandes pintores de todos los tiempos, quizás la persona con mas variados talentos en la historia.

Dalí Doménech, Salvador Domingo Felipe Jacinto. Marqués de Pujol (Figueras 1904-1989). Más conocido como Salvador Dalí, fue pintor, escultor, diseñador, escritor y cineasta español.

De Aquino, Santo Tomás.( 1225-1274) filósofo y teólogo medieval. Máximo representante de la tradición escolástica, fue también el primero que propuso la teología natural y padre de la escuela Tomista de filosofía.

De Hautescourt, Nicolás (?-1350). Maestro de artes hasta que fue inhabilitado por ser condenada su tesis. Por su desarrollo de la tesis de Guillermo de Occam y su crítica de la causalidad y la sustancia, se le sitúa como antecedente de David Hume.

De Meuron, Pierre. (1950-) arquitecto suizo, trabaja conjuntamente con Jacques Herzog, ambos estudiaron en la misma escuela de arquitectura y en el año 1978 establecieron la firma Herzog & De Meuron. Se caracterizan por el uso de soluciones imaginativas ante los problemas arquitectónicos, a la vez que combinan la artesanía con las nuevas tecnologías. Destaca también en todos sus edificios un gran aprovechamiento de la luz natural.

Della Francesca, Piero. (1416-1492) pintor del Quattrocento Italiano conocido por su sobrenombre Piero della Francesca, su obra se caracteriza por una dignidad clásica, similar a Masaccio. El tratamiento de las figuras es muy volumétrico y se percibe un estudio anatómico, y una cierta monumentalidad.

Delorme, Philibert. (1510-1570) Arquitecto francés, fue una de las grandes figuras de la arquitectura renacentista en Francia. Estudió a fondo la obra de Vitruvio, y para completar su formación clásica se marchó a Roma. Al regresar a su país organizó una galería renacentista que bastó para otorgarle un gran prestigio.

Demócrito. (en griego Δημόκριτος), ( 460-370 adC) filósofo griego presocrático discípulo de Leucipo.

Descartes, René (1596-1650). Filósofo, matemático y científico francés, considerado el iniciador de la filosofía moderna, con su filosofía racionalista.

DI Bingen, Ildegarda. ( 1098-1179) , religiosa Benedictina, venerada como santa de la Iglesia Católica, Escritora, música, cosmóloga, artista, dramaturga, lingüista, poetisa.

Dilthey, Wilhelm. (1833 - 1911). Filósofo, historiador, sociólogo, psicólogo y estudioso de la hermenéutica (estudio de las interpretaciones y significados de textos), de origen alemán. Estudió en Heidelberg y Berlín. Como profesor de filosofía en las universidades de Basilea, Kiel, Breslau (actual Wrocław, Polonia) y Berlín, combatió la dominación del conocimiento por las ciencias naturales "objetivas"; pretendía establecer una ciencia "subjetiva" de las humanidades (Geisteswissenschaften). Consideraba que estos estudios humanos subjetivos (que incluyen derecho, religión, arte e historia) deberían centrarse en una "realidad histórica-social-humana". Afirmaba que el estudio de las ciencias humanas supone la interacción de la experiencia personal, el entendimiento reflexivo de la experiencia y una expresión del espíritu en los gestos, palabras y arte. Razonó que todo saber debe analizarse a la luz de la historia, ya que sin esta perspectiva el conocimiento y el entendimiento sólo pueden ser parciales. La vida es una misteriosa trama de azar, destino y carácter, es un pensamiento suyo considerado por José Ortega y Gasset en su ensayo sobre Dilthey y la idea de la vida.

Dollens, Dennis. Arquitecto estadounidense, estudioso del modernismo catalán se recrea ante edificios como la Sagrada Familia de Gaudí. Su teoría sigue la estela dejada por estos pioneros de los edificios inspirados en las formas naturales para ir un paso más allá: dar vida a las construcciones o al menos dotarlas de propiedades biológicas. Para ello Dennis Dollens se sirve de un software ideado en un principio para el diseño de jardines y paisajes llamado Xfrog.

Druyan, Ann. ( 1949 -) Es una novelista, guionista y realizadora de televisión, conocida por su participación en diversos proyectos de divulgación científica. Fue la tercera esposa del famoso científico y divulgador Carl Sagan. También fue la encargada de la dirección del disco interestelar de Voyager 1 y Voyager 2. En ese proyecto, dirigido por su marido, fue la encargada de decidir los mensajes de música e imágenes a incluir.

Duchamp, Marcel (1887-1968). Artista dadaísta francés, cuya obra ejerció una fuerte influencia en la evolución del arte de vanguardia del siglo XX.

Durero, Alberto. (1471 - 1528) es el artista más famoso del Renacimiento alemán, conocido en todo el mundo por sus pinturas, dibujos, grabados y escritos teóricos sobre arte, que ejercieron una profunda influencia en los artistas del siglo XVI de su propio país y de los Países Bajos.

Edmund, Burke. (1729-1797), escritor, esteta y pensador político británico liberal-conservador.

Eisenman, Peter. (1932-) arquitecto estadounidense, estudio en la Universidad de Cornell y es Doctor por la Universidad de Cambridge. A finales de los años cincuenta fue colaborador de Walter Gropius y en el 1975 fue uno de los integrantes de los Five Architects. En 1982 fundó el Institute for Architecture and Urban Studies de N.Y. Peter Eisenman, descendiente de emigrantes judíos alemanes de Estrasburgo, internacionalmente reconocido por su visión provocadora de la arquitectura ha construido una serie innumerable de proyectos a gran escala incluyendo el Wexner Center para las Artes en la Ohio State University, el Greater Columbus Convention Center en Columbus, Ohio, y el Aronoff Center for Design and Art en la Universidad de Cincinnati.

Escher, Maurits Cornelis. Mas conocido como M.C. Escher. (1898-1972) artista holandés, conocido por sus grabados en madera, xilografías y litografías que tratan sobre figuras imposibles, teselaciones y mundos imaginarios. Su obra experimenta con diversos métodos de representar (en dibujos de 2 ó 3 dimensiones) espacios paradójicos que desafían a los modos habituales de representación. La obra de Maurits Cornelis Escher ha interesado a muchos matemáticos.

Euclides. (en griego Ευκλείδης, Eukleides) (325-265 adC) matemático griego.

Ficino, Marsilio. (1433-1499). Filósofo renacentista florentino, líder de la Academia Neoplatónica de Florencia, protegido de Cosme de Médici y de sus sucesores, incluyendo Lorenzo de Medici (llamado "el Magnífico") fue el artífice del renacimiento del neoplatonismo. Tradujo del griego al latín las obras de Platón, Plotino, el Corpus Hermeticum y demás, y escribió -aparte de un enorme Epistolario- un famoso Comentario al Banquete de Platón, Los Tres Libros sobre La Vida (De Vita), y la Teología Platónica. Aspiraba a una fusión de platonismo y hermetismo con el cristianismo, y en el De Vita pudo llegar a tener problemas con la Inquisición por sus afirmaciones que podían entenderse como un retorno al paganismo y como favoreciendo la determinación astrológica (cosa que nunca hizo, en realidad, ya que su empleo de la astrología era sólo para "armonizar" la vida con los cielos). Mentor y amigo de Pico della Mirandola, modificó definitivamente el enfoque sobre la melancolía, haciéndola característica del genio literato y creador, ejerciendo así una enorme influencia. Su filosofía está a la base de creaciones artísticas

como La Primavera y El Nacimiento de Venus, de Botticelli, y su influjo se extendió por todo el Renacimiento llegando a afectar a personalidades tan diversas como Durero, Agrippa von Nettesheim, Paracelso, Milton y Pico della Mirandola

Focillon, Henri (Dijon, 1881-New Haven, 1943). Historiador de arte francés. Entre sus obras, destacan Piranesi (1918), Hokusai (1924), El arte de los escultores románicos (1931), La vida de las formas (1934), El arte de Occidente (1938) y El año mil (1942). Autoridad en arte medieval, el tema lo desarrolla en dos tomos (1969), sus formas del análisis de la interpretación subjetiva del excedente estilo y de la técnica.

Fogliano, Ludovico. Teórico Italiano, conocido también por Folianus, autor de la obra Musica Teórica. Nació en Módena; murió hacia 1539. Fonatti, Franco (1942-). trabajó en el estudio del arquitecto Emil Eichhorn, posteriormente con el arquitecto Ischke, en Suecia, participa en concursos Internacionales, poco después abre su despacho como Unido-IAEO trabaja en Viena, realiza varios proyectos en Viena, Berlín y participa en trienales, es profesor universitario en Italia y Viena, escribe varios libros entre los que se encuentran Teoria della Forma e della Figurazione e di Composizione Architettonica presso l'Accademia I Belle Arti di Viena, obtiene la nacionalidad austriaca.

Forrester, Jay Wright. (n. 1918) es considerado el padre de la Dinámica de sistemas, una disciplina reciente que representa una extensión a toda clase de sistemas complejos de conceptos aplicados originalmente en Ingeniería. La aportación personal de Forrester incluye la aplicación a problemas del campo de las ciencias sociales, inicialmente a través de la modelización de la organización empresarial. Forrester es también el autor de una de las formalizaciones más empleadas en la formulación de modelos cibernéticos, el llamado diagrama de Forrester.

Fra Giocondo, Giovanni. ( 1433-1515) fue un arquitecto Italiano, anticuario, arqueólogo y erudito clásico.

Gauss, Friederich. ( 1777 – 1855), fue un matemático, astrónomo y físico alemán de una gigantesca genialidad, que contribuyó significativamente en muchos campos, incluida la teoría de números, el análisis matemático, la geometría diferencial, la geodesia, el magnetismo y la óptica. Considerado "el príncipe de las matemáticas" y "el matemático más grande desde la antigüedad", Gauss ha tenido una influencia notable en muchos campos de la matemática y de la ciencia, y es considerado uno de los matemáticos que más influencia ha tenido alrededor de la historia.

Fuller, Buckminster Richard. ( 1895 - 1983), diseñador, Ingeniero, visionario e inventor estadounidense. También fue profesor en la universidad Southern Illinois University Carbondale y un prolífico escritor. Gafurio, Franchino. (1451-1522) teórico Italiano, compositor y huma-

nista, su trabajo mas notable, *Practica musicae*, contiene normas de contrapunto, una teoría de la mesural proporciones, y una declaración sobre la semibreve es equivalente a la latido de un hombre de respiración en silenslo. Fue reconocido por sus contemporáneos como uno de los musocos de su época.

Galanter, Phillip. Autor de arte generativo.

García- Salgado, Tomás. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III, ha sido docente en la Facultad de Arquitectura de la UNAM, conferencista en diversos espacios nacionales e internacionales y realizador de más de 50 obras de arquitectura y diseño urbano. En su labor como Investigador destaca su aportación a la teoría de la perspectiva modular.

Gardner, Howard. (1943) psicólogo norteamericano y profesor universitario en la Universidad de Harvard.  $\Psi$  Olaz Hijo de refugiados de la Alemania nazi, es conocido en el ambiente de la educación por su teoría de las Intelligencias múltiples, basada en que cada persona tiene —por lo menos— siete Intelligencias o siete habilidades cognoscitivas. (Inteligencia musical, Inteligencia cinético-corporal, Inteligencia lógico-matemática, Inteligencia lingüística, Inteligencia espacial, Inteligencia interpersonal, Inteligencia intrapersonal).

Guarino, Gurini. ( 1624 -1683) Arquitecto, filósofo y matemático Italiano.

Gassendi. (1592-1655). Matemático y filósofo francés.

Gaudí, Antonio I Cornet. ( 1852-1926) máximo exponente de la arquitectura modernista catalana.

Geralamo, Saccheri Giovanni. ( 1667-1733) matemático italiano. Miembro de la Compañía de Jesús, fue catedrático de matemáticas en la Universidad de Pavía. Escribió *Euclides ab omni naevo vindicatus*, obra sobre la teoría de las paralelas en la que estableció diversas proposiciones que entroncan con ciertos teoremas de la geometría no euclídea.

Ghery, Frank Owen. ( 1929-) arquitecto estadounidense, reconocido por las Innovadores y peculiares formas que le otorga los edificios que diseña.

Gilbert, William. ( 1544-1603) Médico Ingles.

Ghyka, Prince Matila Costlesco. ( 1881-1965) Fue un poeta, novelista, matemático, historiador y diplomático y el Ministro rumano en el reino Unido durante 1930 a1940.

Gil, de Hortañón Rodrigo. (1500-1577) arquitecto renacentista español. Considerado como uno de los mejores arquitectos españoles

del siglo XVI. Su estilo personal ha influido en la obra de arquitectos modernos como Antonio Palacios. Su obra simboliza la coexistencia entre el Gótico tardío y el clasicismo renacentista, y al mismo tiempo, la superación en España del medievalismo.

Di Gioglio, Francesco. (1439-1502) arquitecto, escultor y pintor italiano.

Glotto, di Bondone. mejor conocido solo por su nombre de pila (Colle di Vespignano, 1267 - 1337) fue un notable pintor, escultor y arquitecto italiano del Trecento. Se lo considera el primer artista de los muchos que contribuyeron a la creación del Renacimiento italiano y uno de los primeros en sacudirse las limitaciones del arte y los conceptos medievales. Si bien se limitó fundamentalmente a pintar temas religiosos, fue capaz de dotarlos de una apariencia terrenal, llena de sangre y fuerza vital.

Gombrich, Sir Ernest Hans Josef. (1909-2001) fue un historiador de arte austriaco, que pasó gran parte de su vida en el Reino Unido.

Gregotti, Vittorio (1927-). Arquitecto y teórico, obtiene diploma en arquitectura en Milán en 1950. Empieza su carrera de arquitectura colaborando en la revista Casabella, que dirigió por 14 años a partir de 1982. En 1974 establece su despacho Gregotti Associati Internacional, realizando proyectos en más de 20 países.

Gropius, Walter (1883-1969). Fue un arquitecto, urbanista y diseñador alemán, nacido en Berlín, hijo y nieto de arquitectos. Estudió en la escuela de Múnich y en Berlín. Después de sus estudios trabajó durante tres años en el despacho de Peter Behrens y posteriormente se independizó. Entre 1910 y 1915 se dedicó principalmente a la reforma y ampliación de la fábrica Fagus en Alfeld. Con sus estructuras metálicas finas, sus grandes superficies acristaladas, sus cubiertas planas, y sus formas octogonales, esta obra se convirtió en pionera de la arquitectura moderna.

Hausser, Arnold (1892-1978). Historiador y crítico de arte húngaro. Formado en Viena, residió en Inglaterra desde 1938 y volvió a su patria en 1977. Desarrolló su teoría del arte que relaciona las manifestaciones artísticas con los fenómenos socioeconómicos, en Historia social de la literatura y del arte (1957), El manierismo (1965) y Sociología del arte (1975).

Herzog Herzog & de Meuron es un prestigioso grupo suizo de arquitectos integrado por Jacques Herzog y Pierre de Meuron. La sede principal del estudio se encuentra en Basilea, si bien existen actualmente oficinas satélites en Barcelona, Pekín, Londres, y Nueva York.

Hesselgren, Larss. Se graduó en AA y tomó su M en Bartett escuela de arquitectura especial. Fue asociado a cargo del CAD, miembro de Smart Geometry.

Hilbert, David. (1862-1943) Matemático alemán. Su padre era juez, y fue destinado al poco de su nacimiento a Königsberg, donde David recibió su educación y en cuya universidad inició los estudios de matemáticas. Estudió también en las universidades de Heidelberg y de Berlín, asistiendo en esta última a los cursos de Weierstrass, Kummer, Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand. (1821 –1894). Médico y físico alemán. Helmholtz nació en Potsdam; primogénito de un director de instituto, Ferdinand Helmholtz, que estudió filología y filosofía clásica y amigo cercano de Immanuel Hermann Fichte. Por ello se comprende que el trabajo de Helmholtz sea influenciado por Fichte y Kant, cuyas teorías trató de trasladar a actividades empíricas como la psicología.

Howard, Rheingold. Crítico y escritor, sus especialidades están en las implicaciones culturales, sociales y políticas de los medios de comunicación modernos tales como la internet, la telefonía móvil y las comunidades virtuales.

Hume, David. (1711-1776) filósofo. Economista e historiador escocés y constituye una de las figuras más importantes de la filosofía Occidental y de la ilustración escocesa.

Humboldt, Guillermo (1767-1835). Filólogo nacido en Potsdam, hermano del naturalista Alejandro von Humboldt. Estudió en Gotinga y Frankfurt. Su trabajo como diplomático le hizo residir en diferentes países europeos, entre ellos España donde se interesó por la lengua vasca. Entre 1814 y 1815 esbozó una teoría del origen del lenguaje, probablemente inspirada en los lemas románticos de Schiller y Goethe, según la cual una lengua refleja el espíritu del pueblo. Sus obras están escritas en alemán.

Husserl, Edmund Gustav Albrecht (8 de abril de 1859-abril 1938). Filósofo alemán fundador del movimiento fenomenológico y discípulo de Franz Brentano y Carl Stumpf. Entre otros influenció a Martín Heidegger, Jean-Paul Sartre, Maurice Merleau Ponty, Alexis ;eliong, Edith Stein, Michel Henry, José Ortega y Gasset y, en gran medida, a Max Scheler, posteriormente, principalmente a través de Merleau- Ponty, el influjo husserliano llegaría hasta Lacan. El interés de Hermann Weyl en la lógica intuicionista y en la impredicatividad, parece provenir del contacto con Husserl.

Ibrahim, Magdy. Profesor asistente de arquitectura Facultad de Ingeniería de Ain Shams University. Doctorado en el programa de la facultad tecnológica de Illinois, vive en Egipto, Investigación en la construcción de modelos de CAAd o de BIM y la aplicación del concepto en el sitio de construcción.

Ito Toyo (1941- ) Ito es conocido por la creación de la extrema arquitectura conceptual, en el que trata de fundir los mundos físico y virtual. Él es un destacado exponente de la arquitectura que se ocupa de cuestiones contemporáneas de la noción de un 'simulada' ciudad.

Jencks, Charles. ( 1939-) teórico de la arquitectura americana, arquitecto paisajista y diseñador. Us libros sobre historia y la crítica de la modernidad y Postmodernidad fueron muy leídos en los círculos de arquitectura Jira Pongard Kamon.

Kahn, Louis Isadore. ( 1901-1974) Trabajó como arquitecto en Filadelfia, y fue profesor allí y en la Universidad de Yale.

Kandinsky, Wassily Vasílevich. (1866-1944) pintor ruso, precursor de la abstracción en pintura y teórico del arte.

Kanizsa, Gaetano. El triángulo de Kanizsa es una ilusión óptica descrita por primera vez por el psicólogo italiano Gaetano Kanizsa en 1955. [1] En el gráfico que acompaña a un blanco triángulo equilátero que se percibe, pero en realidad ninguno se dibuja. Este efecto es conocido como un contorno subjetivo o ilusoria. Asimismo, la inexistente triángulo blanco que parece ser más brillante que la zona circundante, pero, de hecho, tiene el mismo brillo que el fondo.

Kant, Emmanuel. (1724-1804). Destacado filósofo alemán, introdujo la filosofía racionalista de Leibniz y Wolf y le imbuyó el interés por la ciencia natural, en particular por la mecánica de Newton.

Kepler, Johannes (1571-1630). Figura clave en la revolución científica, astrónomo y matemático alemán; fundamentalmente conocido por sus leyes sobre el movimiento de los planetas sobre su órbita alrededor del sol. Fue colaborador de Tycho Brahe.

Khan, Robert E. (1938-) Junto con Vinton G. Cerf, inventó el protocolo TCP/IP, la tecnología usada para transmitir información en Internet.

Klee, Paul. ( 1879 - 1940) fue un pintor suizo cuyo estilo varía entre el surrealismo, el expresionismo y la abstracción. Su nombre se pronuncia /pául klée/ en alemán (y no /pol klí/, como en inglés).

Klein, Yves. ( 1928 - 1962) fue un artista francés considerado como una importante figura dentro del movimiento neo-Dadaísmo.

Kline, Franz. (1910 - 1962) fue un pintor estadounidense asociado al grupo expresionismo abstracto que geográficamente se centra en Nueva York entre los años 1940 y los años 1950.

Koffka, Kurt. ( 1886-1941) Psicólogo estadounidense de origen alemán, realizó sus trabajos pioneros en el desarrollo de la Psicología Gestalt. En la década de 1920 se trasladó a Estados Unidos para enseñar psicología en las universidades de Cornell y Wisconsin, continuó sobre sus trabajos de percepción, publicando obras como la teoría de la es-

estructura o principios de la psicología de la forma.

Koolhaas, Rem. ( 1944 - ) es un arquitecto holandés. Su trabajo abandona el compromiso prescriptivo del movimiento moderno, anuncia la imposibilidad del arquitecto de instalar nuevos comienzos en el día a día, y practica una arquitectura que cristaliza acriticamente la realidad socio-política del momento.

Le Corbusier, Charles Édouard Jeanneret-Gris. (1887 - 1965) fue un arquitecto, urbanista, teórico de la arquitectura, diseñador y pintor suizo, nacionalizado francés. Es considerado uno de los padres de la arquitectura moderna (junto con Frank Lloyd Wright, Walter Gropius y Ludwig Mies van der Rohe), y uno de los arquitectos que mayor influencia han tenido en el siglo XX y en general, en toda la Historia de la arquitectura.

Lobachevsky, Ivanovich Nikolai. ( 1792 - 1856) fue un matemático ruso del siglo XIX. Entre sus principales logros se encuentra la demostración de varias conjeturas relacionadas con el cálculo tensorial aplicados a vectores en el espacio de Hilbert. Fue uno de los primeros en aplicar un tratamiento crítico a los postulados fundamentales de la geometría euclídea.

Locke, John. ( 1632 -1704) Pensador Inglés considerado como el padre del empirismo y del liberalismo.

Loos, Adolf. (1870 -1933) fue un arquitecto austriaco. Tras finalizar sus estudios vivió en Estados Unidos durante tres años (1893 - 1896). Polemizó con los modernistas y se le considera uno de los precursores del racionalismo arquitectónico. Estuvo en contacto con las vanguardias artísticas europeas de su época, como Schonberg, Kokoschka y Tristan Tzara.

Leucipo, de Mileto. (s.V adC). De su vida se sabe muy poco; Epicuro consideró la posibilidad de que Leucipo no haya existido, lo cual dio lugar a numerosos debates. Lo que se sabe de su pensamiento se encuentra en fragmentos de obras de otros autores como Aristóteles, Simplicio o Sexto Empírico.

Marey, Étienne – Jules. ( 1830 – 1904) médico, fotógrafo e investigador francés, destacó por sus investigaciones en el estudio fotográfico del movimiento.

Martinetti, Filippo Tommaso. (Alejandría 1876-1944). Poeta y editor italiano del siglo XX, fundador del futurismo. Estudió además de en su ciudad natal, en París, donde terminó el bachillerato, se licenció en derecho en 1899 en la Universidad de Génova, escribió algunos libros de poesía en francés, en los que utiliza el verso libre-orecedente de las "palabras en libertad" y desarrolla la mística del superhombre, inspirada en el poeta Gabrielle D'Annunzio.

Mc Carty, John. (1927-) también conocido como Tío John McCarthy, es un prominente informático que recibió el Premio Turing en 1971 por sus importantes contribuciones en el campo de la Inteligencia Artificial. De hecho, fue el responsable de introducir el término "Inteligencia artificial", concepto que acuñó en la Conferencia de Dartmouth en 1955.

Mandelbrot, Benoit B. (1924-) es un matemático conocido por sus trabajos sobre los fractales. Es el principal responsable del auge de este dominio de las matemáticas desde el inicio de los años ochenta, y del interés creciente del público. En efecto supo utilizar la herramienta que se estaba popularizando en ésta época - el ordenador - para trazar los más conocidos ejemplos de geometría fractal: el conjunto de Mandelbrot por supuesto, así como los conjuntos de Julia descubiertos por Gaston Julia quien inventó las matemáticas de los fractales, desarrollados luego por Mandelbrot.

Mendelsohn, Erich. (1887 - 1953) fue un reconocido arquitecto del siglo XX, máximo exponente de la arquitectura expresionista.

Mill, John Stuart (Londres, 20 de mayo de 1806-Aviñón, 8 de mayo de 1873). Filósofo, político y economista inglés representante de la escuela económica clásica y teórico del utilitarismo, planteamiento ético propuesto por su padrino Jeremy Bentham, que sería recogido y difundido con profusión por Stuart Mill.

Mitchell, William J. Profesor de la escuela de arquitectura, las artes y las ciencias de los medios en el MIT, sostiene a Alexander W. Dreyfoos, (1954) Professorship de Jr. (y dirige a grupo de investigación elegante de las ciudades del laboratorio de los medios. Él era antes decano de la escuela de la arquitectura y del planeamiento y jefe del programa en los artes y las ciencias, ambos de los medios en el MIT.

Möbius, August Ferdinand. (1790 - 1868) fue un matemático alemán y astrónomo teórico. Es muy conocido por su descubrimiento de la banda de Möbius, una superficie de dos dimensiones no orientable con solamente un lado cuando está sumergido en el espacio euclidiano tridimensional. Fue descubierta independientemente por Johann Benedict Listing casi al mismo tiempo. Möbius fue el primero en introducir las coordenadas homogéneas en geometría proyectiva. La transformación de Möbius, importante en geometría proyectiva, no debe ser confundida con la transformación de Möbius de la teoría de números, que también lleva su nombre. Se interesó también por la teoría de números, y la importante función aritmética de Möbius  $\mu(n)$  y la fórmula de inversión de Möbius se nombran así por él. Era descendiente de Martín Lutero.

Monge, Gaspard (1746-1818). Matemático francés, a los 16 años fue nombrado profesor de física en Lyon, cargo que ejerció hasta 1765; tres años más tarde fue profesor de matemáticas y en 1771 de física en Mecleres. Entra en la Academia Real de Ciencias en 1780 y publica, ocho

años más tarde, su *Traite de statistique*. Nombrado Ministro de Marina (agosto 1792- abril 1793) por la Convención se le pide a reorganizar los arsenales y a interesarse por las fábricas de cañones. Contribuyó a fundar la Escuela Politécnica en 1794, en la que dio clases de geometría descriptiva durante más de diez años. Entra en el Instituto de Francia (1795). Durante la campaña de Italia conoce a Bonaparte, mientras busca obras de arte, quien le encarga junto con Claude Louis Berthollet, que lleve al Directorio la ratificación del Tratado de Campo Fornio.

Montefeltro, Federico. también conocido como Federico III da Montefeltro ( 1422 – 1482), fue uno de los más exitosos condottieri del Renacimiento italiano, y Duque de Urbino desde 1444 hasta su muerte. En Urbino encargó la construcción de una gran biblioteca, quizá la mayor de Italia después de la del Vaticano, con su propio equipo de escribientes, y organizó alrededor de él una corte humanística en una de las grandes joyas arquitectónicas del renacimiento temprano, el Palacio ducal de Urbino, diseñado por el teórico y arquitecto Francesco di Giorgio Martini.

Moore, Charles H. es el inventor del lenguaje de programación Forth. Mientras trabajaba en el National Radio Astronomy Observatory (NRAO), Moore desarrolló la versión inicial del lenguaje Forth para poder controlar radiotelescopios. Su proyecto más reciente es el dialecto de Forth colorForth.

Negroponte, Nicolás. (1943- ) científico de la computación estadounidense de origen griego, más conocido como fundador y director del Media Lab un laboratorio y think tank de diseño y nuevos medios del Massachusetts Institute of Technology MIT y en el cual es profesor desde 1966. En 1992, se implicó en la creación de la revista especializada en informática *Wired Magazine* como inversor minorista. Es el impulsor del proyecto que pretende producir computadoras portátiles de bajo coste, concretamente con un precio de 100 dólares, para disminuir la brecha digital en los países menos desarrollados. Proyecto que presentó en 2005 en el Foro económico mundial de Davos. De este modo, la fundación "Un ordenador para cada niño" (OLPC por sus siglas en inglés), iniciada por Negroponte y otros miembros de la facultad del Media Lab, pretende desarrollar el uso de la informática e Internet en países poco desarrollados.

Newton, Sir Isaac. (1643 – 1727) fue un científico, físico, filósofo, alquimista y matemático inglés, autor de los *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, más conocidos como los Principia, donde describió la ley de gravitación universal y estableció las bases de la Mecánica Clásica mediante las leyes que llevan su nombre. Entre sus otros descubrimientos científicos destacan los trabajos sobre la naturaleza de la luz y la óptica (que se presentan principalmente en el *Opticks*) y el desarrollo del cálculo matemático.

Pacioli, Luca. Fray Luca Bartolomeo Pacloli. (Llamado también: Pacio-  
lo, Pacioli y -latinizadamente- Paclolus) ( 1445- 1514 o 1517\*\*). Cé-  
lebre franciscano y -especialmente- matemático italiano, es uno de los  
pioneros del cálculo de probabilidades y realizador de grandes aportes  
a la contabilidad.

Panofsky, Erwin. (1892-1968). Historiador del arte y ensayista ale-  
mán, fundador de la iconología como disciplina académica. Su obra  
más conocida es Estudios sobre iconología.

Pareyson, Luigi. (Piasco, Italia, 1918-1991). Es considerado como uno  
de los mayores filósofos italianos del siglo XX.

Pauli, Wolfgang Ernest. (1900-1958). Físico austriaco, nacionalizado  
suizo y luego estadounidense. Se cuenta entre los padres fundadores  
de la mecánica cuántica; es suyo el principio de exclusión, según el cual  
es imposible que dos electrones -en un átomo- puedan tener la misma  
energía, el mismo lugar, e idénticos números cuánticos.

Pellegrini, Manuel Luis Ripamonti. ( 1953 - ) es un ex futbolista chi-  
leno y actual director técnico del Villarreal. Jugó como zaguero central  
desde 1973 hasta 1986 por la Universidad de Chile, y se destacó por su  
entrega y competitividad. En 1979 se tituló de Ingeniero Civil, Mención  
Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Penrose, Roger Sir. (1931-) es un físico matemático nacido en Ingla-  
terra y Profesor Emérito de Matemáticas en la Universidad de Oxford.  
Está altamente considerado por su trabajo en física matemática, en  
particular por sus contribuciones a la relatividad general y la cosmo-  
logía. También ha dedicado su tiempo a las matemáticas recreativas y  
es un controvertido filósofo. Penrose es el hijo del científico Lionel S.  
Penrose y Margaret Leathes, y hermano del matemático Oliver Penrose  
y el ajedrecista

Perrault, Claude. (1613-1688). Célebre arquitecto, físico, mecánico,  
médico y naturalista francés, miembro de la Academia de Ciencias. Fue  
hermano del escritor Charles Perrault, autor de cuentos tan célebres  
como Caperucita roja, La Cenicienta o La bella durmiente.

Pevsner, Nikolaus (1902-1983). Crítico de arquitectura, nacido en Ale-  
mania. Se formó en las Universidades de Leipzig, Munich, Berlín y  
Fráncfort. Su primera ocupación, conservador auxiliar en la Galería de  
Dresde, la realizó entre 1924 y 1928, desempeñando posteriormente  
un cargo como profesor de historia del arte y de la arquitectura en la  
Universidad de Göttingen, desde 1929 a 1933.

Plano, Renzo. (1937-), arquitecto italiano nacido en Génova. Ganador  
del Premio Pritzker y uno de los arquitectos más prolíficos de las últi-  
mas tres décadas.

Picasso, Pablo. ( 1881 - 1973), pintor, dibujante y escultor español. Inició su aprendizaje en el mundo de la pintura a través de su padre, profesor de Bellas Artes.

Piranesi, Giovanni Battista. ( 1720 – 1778) fue un grabador Italiano. Realizó más de 2.000 grabados de edificios reales e imaginarios, estatuas y relieves de la época romana así como diseños originales para chimeneas y muebles.

Pitágoras, de Samos. (aproximadamente 582 adC - 507 adC, en griego: Πυθαγόρας ο Σάμιος) fue un filósofo y matemático griego, famoso sobre todo por el Teorema de Pitágoras, que en realidad pertenece a la escuela pitagórica y no sólo al mismo Pitágoras. Quien demostró dicho teorema fue uno de sus discípulos, Hipaso de Metaponto.

Platón. (ca. 427 a.C.–347 a.C.). En griego Πλάτων. Filósofo griego, alumno de Sócrates y maestro de Aristóteles, de familia nobilísima y de la más alta aristocracia. Su influencia como autor y sistematizador ha sido incalculable en toda la historia de la filosofía, de la que se ha dicho con frecuencia que alcanzó identidad como disciplina gracias a sus trabajos. Durante su juventud luchó como soldado en las guerras del Peloponeso de las cuales Atenas salió derrotada, y el poder y la economía que ostentaba sobre el mundo griego cayó en las manos de Esparta. Entre sus obras más importantes se cuentan los Diálogos y La República (en griego Πολιτεία, *politela*, forma de gobernar-ciudad), en la cual elabora la filosofía política de un estado ideal; el Fedro, en el que desarrolla una compleja e influyente teoría psicológica; el Timeo, un influyente ensayo de cosmología racional influida por las matemáticas pitagóricas; y el Teeteto, el primer estudio conocido sobre filosofía de la ciencia.

Plinio Plinio el Viejo, Cayo Plinio Cecilio Segundo, o Gayo Plinio Segundo. Escritor latino, científico, naturalista y militar romano. Nació en Comum, la actual Como, en Italia, en el año 23 y murió en Estabia, hoy Castellammare di Stabia, el 24 de agosto del año 79. Tras estudiar en Roma, a los veintitrés años inició su carrera militar en Germania, la que habría de durar doce años. Llegó a ser comandante de caballería antes de regresar a Roma, en el año 57, para dedicarse al estudio y el cultivo de las letras. A partir del año 69 desempeñó varios cargos oficiales al servicio del emperador Vespasiano.

Plotino. (en griego Πλωτίνος, latín Plotinus), filósofo griego neoplatónico autor de las Enéadas.

Poincaré, Jules Henri (1859-1912). Matemático, científico teórico y filósofo de la ciencia. Descrito a menudo como el último "universalista" (luego de Gauss), capaz de entender y contribuir en todos los ámbitos de la disciplina matemática. En 1894 descubrió el grupo fundamental de un espacio topológico.

Policleto. escultor griego del periodo clásico, el más famoso después de Fidias. Nació en Argos. Hizo una colosal estatua de la diosa Hera, esposa de Zeus y reina del Olimpo. Otras obras suyas son el Doríforo y el Diadumeno.

Reinhold, Howard. ( 1947-) es un crítico y escritor; sus especialidades se encuentran en las características culturales, sociales y políticas de medios de comunicación modernos, como Internet, la telefonía móvil y las comunidades virtuales.

Riemann, Georg Friedrich Bernhard. (1826-1866). Matemático alemán que realizó contribuciones muy importantes en análisis y geometría diferencial, algunas de ellas que encontraron el camino para el desarrollo más avanzado de la relatividad general. Su nombre está conectado con las denominadas: función zeta; integral de Riemann; variedades de Riemann; superficies de Riemann; y, geometría de Riemann.

Robinson, Gilbert de B. (1906-1992). Matemático canadiense famoso por su trabajo sobre la teoría del combinatronics y de la representación de grupos simétricos, incluyendo el algoritmo de Robinson-Schensted.

Rogers, Richard. Richard George Roberts, Baron Rogers de Riverside ( 1933-) arquitecto Británico. Estudió en la Architectural Association en Londres. Posteriormente se graduaría en la Universidad de Yale en 1962. Precisamente en Yale conocería a Norman Foster, con quien se asociaría a su vuelta a Londres. Allí formaron Team 4, junto a sus respectivas esposas Su Rogers y Wendy Cheesman. Sus diseños de alta tecnología pronto les otorgaron gran reputación. En 1967 el grupo se separaría. Rogers se asoció entonces con el italiano Renzo Piano, con quien construiría el famoso y polémico Centro Georges Pompidou en 1971. en este edificio, la estructura y las instalaciones discurrían por el exterior, dejando completamente diáfanos los espacios interiores. Actualmente, es el director para la arquitectura y el urbanismo del Greater London Authority. Milita activamente en el partido laborista británico.

Rulz Picasso, Pablo. (1881-1973). Pintor, dibujante y escultor español, más conocido como Pablo Picasso. Inició su aprendizaje en el mundo de la pintura a través de su padre, profesor de bellas artes. Es uno de los grandes maestros del siglo XX, quizás el artista que más fama alcanzó fuera del ámbito profesional, ya que existen más de 1,500 obras suyas en el Museo Picasso. Su nombre completo era Pablo Diego José Francisco de Paula Juan Nepomuceno María de los Remedios Crispín Crispiano de la Santísima Trinidad Rulz y Picasso.

Saenredam, Meter Jansz. (1597-1665). Pintor neerlandés su obra se caracteriza por una especialización en representar serenos interiores de iglesias.

Sagan, Carl Edward. ( 1934 — 1996) popular astrónomo y divulgador científico de Estados Unidos. Fue pionero en campos como la exobiología y promotor del proyecto SETI (literalmente Búsqueda de inteligencia extraterrestre). Conocido por el gran público por la serie para la televisión de Cosmos: Un viaje personal, presentada por él mismo y escrita junto con su tercera y última esposa, la científica Ann Druyan (también estuvo casado con la prestigiosa bióloga Lynn Margulis). Fue titular de la cátedra de astronomía y ciencias del espacio de la Universidad de Cornell en Estados Unidos.

San Nicolás, Fray Lorenzo. (1593 – id., 1679), fue un fraile de la Orden de Agustinos Recoletos y conocido arquitecto de la corte española durante el siglo XVII, cuya mayor relevancia radica en los tratados sobre arquitectura que publicó.

Santo Tomás de Aquino (Nápoles, 1225-Fossanova, 7 de marzo de 1274). Filósofo y teólogo medieval. Máximo representante de la tradición escolástica, fue también el primer proponente clásico de la teología natural y padre de la escuela tomista de filosofía. Su trabajo más conocido es la Summa Theologica, tratado en el cual postula cinco vías para demostrar la existencia de Dios. Canonizado en 1323, declarado Doctor de la Iglesia en 1567 y Patrón de las universidades y centros de estudio católicos en 1880. Su festividad se celebra el 28 de enero.

Saussure, Ferdinand (1857-1913). Considerado el padre y fundador de la lingüística.

Savonarola, Girolamo. ( 1452-1498) , también llamado Jerónimo Savonarola o Hieronymus Savonarola, fue un sacerdote italiano Dominicano y dirigente de Florencia desde 1494 hasta su ejecución en 1498. Fue conocido por la reforma religiosa, la lucha contra la predicación del Renacimiento, quemar libros, y la destrucción por la reforma religiosa y la destrucción de lo que él consideraba inmoral del arte. Él predicó con vehemencia contra lo que vio como corrupción moral del clero, y su principal oponente fue el Papa Alejandro VI. Él a veces se considera precursor de Martín Lutero y la Reforma Protestante, a pesar de que sigue siendo un devoto y pladoso católico romano durante toda su vida.

Schmarsow. Erudito del Renacimiento, en arquitectura y arte europeo del norte, teórico histórico del arte, parte del departamento de historia del arte de la Universidad de Leipzig (1893-1919). Discípulo de Carl Justi, que ejerció una gran influencia en él, incorpora ideas similares a Wolffin así como el concepto de antropología. Es un historiador del arte innovador. Es el primero en considerar los espacios contenidos en el edificio tanto como el aspecto externo. Su descripción de edificios utiliza metáforas biológicas, *The essence of architectural creation*.

Schrödinger, Erwin Rudolf Josef Alexander. (1887 - 1961) era un físico austríaco, nacionalizado irlandés, que realizó importantes contribuciones en los campos de la mecánica cuántica y la termodinámica. Recibió el Premio Nobel de Física en 1933 por haber desarrollado la ecuación de Schrödinger. Tras mantener una larga correspondencia con Albert Einstein propuso el experimento mental del gato de Schrödinger que mostraba las paradojas e interrogantes a los que abocaba la física cuántica.

Selvaggi. Físico y filósofo contemporáneo, creador de la teoría denominada la finalità del mondo físico.

Shannon, Claude Elwood. ( 1916-2001) ingeniero electricista y matemático, recordado como "el padre de la teoría de la información". Los primeros años de su vida los pasó en Gaylord, donde se graduó de la secundaria en 1932. Desde joven, Shannon demostró una inclinación hacia las cosas mecánicas. Resaltaba respecto a sus compañeros en las asignaturas de ciencias. Su héroe de la niñez era Edison, a quien luego se acercó bastante en sus investigaciones.

Simon, Herbert Alexander. ( 1916 – 2001), economista, politólogo y teórico de las ciencias sociales estadounidense. En 1978 le fue concedido el Premio Nobel de Economía por ser «uno de los investigadores más importantes en el terreno interdisciplinario» y «porque su trabajo ha contribuido a racionalizar el proceso de toma de decisiones».

Sims. Los Sims (The Sims, en su versión Inglesa) es un Videojuego de estrategia y simulación para computadoras, creado por el diseñador Will Wright y distribuido por Maxis. La primera versión vio la luz en febrero de 2000, y desde entonces más de 6 millones de copias legales se han distribuido en todo el mundo, siendo el más vendido en la historia de los videojuegos de PC. Años atrás, Will Wright ya había conseguido un éxito similar con SimCity. El éxito de sus juegos se basa en su filosofía creativa de aplicar teorías científicas para el diseño de simuladores de vida, ya sea de una ciudad, un planeta, un hormiguero o, como en Los Sims, un barrio. Los Sims es el primer juego de esta categoría en el que cada ser vivo tiene personalidad propia y se controla individualmente de forma directa.

Solá-Morales, Ignasi (1942-2001). Arquitecto y filósofo, catedrático de teoría e historia de la arquitectura en la Escuela de Barcelona y profesor invitado en numerosas universidades americanas y europeas. Miembro fundador de la revista Any, formaba parte de comités editoriales de varias revistas internacionales. Autor de diversos libros y artículos de crítica publicados en las principales revistas especializadas del mundo, compartía su actividad teórica y docente con su despacho profesional como arquitecto.

Souriau, Jean-Marie. Profesor de matemáticas, es conocido por sus trabajos en geometría simpléctica, de la cual es uno de los pioneros. Ha publicado varias obras, entre ellas un tratado de relatividad (Sou64b) y un tratado de mecánica (Sou70). Desarrolló de manera esencial el aspecto simpléctico de la mecánica clásica y cuántica, como la primera interpretación geométrica del spin y muchas nociones importantes hoy día, como la acción coadjunta de un grupo sobre su espacio de momentos, la aplicación momento, la precuantización (cuantificación geométrica), la clasificación de las variedades simplécticas homogéneas, los espacios difeológicos y muchas otras.

Stefanini, Luigi (Treviso, 1891-Padova 1956). El más sistemático entre los espiritualistas cristianos sigue las lecciones de Aliotta en Padova y resiente la influencia anti-actualístico y pro-ciencia, se diferencia del existencialismo, al cual reconoce (en Heidegger) la consecuencia del axioma *L'essere si risolve senza residuo nel Dasein, l'essenza nell'esistenza mondana* (Heidegger 1942). Educe su filosofía al personalismo, que reconquista la dimensión del valor del hombre después de haber atravesado el desarrollo existencialista.

Stuart, Mill John. ( 1806 — 1873) fue un filósofo, político y economista inglés representante de la escuela económica clásica y teórico del utilitarismo, planteamiento ético propuesto por su padrino Jeremy Bentham, que sería recogido y difundido con profusión por Stuart Mill .

Summerson, Jhon Newenham CH CBE (1904-1992). Fue uno de los historiadores arquitectónicos ingleses principales del siglo XX. Escribió principalmente sobre la arquitectura británica, especialmente de la era georgiana. Su *Arquitectura en Gran Bretaña: 1530-1830*, continúa siendo texto recurrente para los estudiantes y los lectores generales. La lengua clásica de *Architecture* (1963), es una introducción a los elementos estilísticos de la arquitectura clásica y remonta su uso y variación en diversas eras. También escribió muchos más trabajos especializados incluyendo los libros acerca de Inigo Jones y de Londres georgiano. Fue guardián del Museum de sir Juan Soane de 1945 a 1984.

Tomás, Vicente Tosca. (1651 - 1723). Eurito valenciano, matemático, cartógrafo y teólogo. creador del movimiento Novatores.

Vitruvio, Marco Vitruvio Polión. (en latín Marcus Vitruvius Pollio). Arquitecto, escritor, ingeniero y tratadista romano del siglo I adC. Es frecuente encontrar su nombre también escrito como Vitrubio. Fue Ingeniero de Julio César durante su juventud, y al retirarse del servicio entró en la arquitectura civil, siendo de este periodo su única obra conocida, la basílica de Fanum (en Italia). Es el autor del tratado sobre arquitectura más antiguo que se conserva y el único de la Antigüedad clásica, *De Architectura*, en 10 libros (probablemente escrito entre los años 23 y

27 adC). Inspirada en teóricos helenísticos, la obra trata sobre órdenes, materiales, técnicas decorativas, construcción, tipos de edificios, hidráulica, mecánica y gnomónica (Libro IX).

Von Neuman, John. (el húngaro Lajos Margittai Neumann János) (1903 - 1957) fue un matemático que hizo importantes contribuciones a una amplia gama de campos, como la física cuántica, análisis funcional, teoría de conjuntos, topología, economía, ciencias de la computación, El análisis numérico, hidrodinámica (de las explosiones), las estadísticas y muchos otros campos matemáticos de la historia como uno de los matemáticos pendientes. [1] En particular, von Neumann fue un pionero de la aplicación del operador de la teoría a la mecánica cuántica (véase el álgebra de von Neumann), Un miembro del Manhattan Project y el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (como uno de los pocos originalmente nombrados - un grupo colectivamente como la "semi-dioses"), y una figura clave en el desarrollo de la teoría de juegos [2] Y los conceptos de autómatas celulares y el constructor universal. Junto con Edward Teller y Stanislaw Ulam, von Neumann elaborado pasos clave en la física nuclear que participan en las reacciones termoneucleares y de la bomba de hidrógeno.

Warburg, Aby (1866-1929). Analizó las creencias visuales considerándolas como el producto de un modo simbólico de pensamiento, tan propio de las culturas llamadas "primitivas" como de las sociedades "evolucionadas" occidentales.

Warhol, Andy. Andrew Warhola más conocido como Andy Warhol, fue un artista estadounidense nacido el 6 de agosto de 1928 y que falleció el 22 de febrero de 1987. Fue la figura más destacada del movimiento pop art. Después de una exitosa carrera como ilustrador de revistas y de publicidad, Warhol se hizo famoso en todo el mundo por su trabajo como pintor y cineasta de vanguardia. Como figura pública es recordado por haber estado vinculado a círculos sociales muy diversos, incluso antagónicos, como la bohemia neoyorquina, reconocidos intelectuales, celebridades de Hollywood o ricos aristócratas. Fue un personaje polémico durante su vida - algunos críticos calificaban sus obras como pretenciosas o bromas pesadas - y desde su muerte en 1987 es objeto de numerosas exposiciones retrospectivas, libros y documentales. No en vano, está considerado como uno de los artistas más influyentes del siglo XX.

Werner, Kart Helsenberg. (1901 - 1976). Físico alemán.

Wiener, Norbert. (1894 - 1964) fue un matemático estadounidense, conocido como el fundador de la cibernética. Acuñó el término en su libro Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas, publicado en 1948.

Wittkower, Rudolf. (1901-1971). Historiador de arte alemán, profundo conocedor del arte italiano del Renacimiento y barroco.

Wolfflin, Heinrich. (1864-1945). Sigue a Riegl en muchas de sus teorías si bien desde una forma más científica.

Worringer, Wilhelm. (Aquisgrán 1881-Munich 1965). Historiador y teórico del arte alemán. Es conocido por su teoría *Einfühlung* (empatía), su obra más importante. Realiza un análisis de la psicología de los estilos, basado en la integración del concepto de empatía y abstracción. En otras publicaciones destacan *Problemas formales del gótico* (1911) y *Problemática del arte contemporáneo* (1948).

Wright, Frank Lloyd. ( 1867 - 1959), arquitecto estadounidense, uno de los principales maestros de la arquitectura del siglo XX.

Xenakis, Iannis. (Γιάννης Ξενάκης, también transliterado en francés como Yannis Xénakis), fue un compositor y arquitecto de ascendencia griega nacido el 29 de mayo de 1922 en Braïla, Rumania; se nacionalizó francés y pasó gran parte de su vida en París, donde murió el 4 de febrero de 2001. Es aclamado como uno de los compositores más importantes de la música contemporánea.

Zevi, Bruno. ( 1918 – 2000), arquitecto y crítico de arte italiano.

Zuckerklund, Victor (Viena, 2 de julio de 1896-Locarno, 5 de abril de 1965). Musicólogo austriaco. Su doctorado fue concedido en 1927 por la Universidad de Viena; crítico para los periódicos de Berlín a partir de 1927-1933 y los cursos enseñados de la teoría y de aprecio en Viena a partir de 1934-1938. Emigró a los EE.UU. en 1940, enseñando en la Universidad de Wellesley hasta 1942, cuando tomó un trabajo como maquinista en el esfuerzo de la guerra. A partir de 1946-48 enseñó teoría en la escuela nueva en Nueva York, y enseñó a facultad en la universidad del St. Juan, Annapolis en 1948. Permaneció en St. Juan, enseñando música como parte de su gran programa de los libros, hasta su retiro en 1964.

Zumthor, Peter. (1943 -) es uno de los arquitectos suizos más importantes de la actualidad.

Zuse, Konrad. ( 1910 - 1995) fue un ingeniero alemán y un pionero de la computación. Su logro más destacado fue terminar la primera computadora controlada por programas que funcionaba, la Z3 en 1941. Esta puede ser que haya sido la "primera computadora", aunque hay discrepancias en este sentido pues, si se consideran algunas sutilezas, como por ejemplo que la máquina de Zuse no era de propósito general, tal vez no lo sea. También diseñó un lenguaje de programación de alto nivel, el *Plankalkül*, supuestamente en 1945, aunque fue una contribución teórica, pues el lenguaje no se implementó en su vida y no tuvo ninguna influencia directa en los primeros lenguajes implementados.

También fundó la primera compañía de computadoras en 1946 y construyó la Z4, que se convirtió en 1950 en la primera computadora en ser comercializada. Debido a la Segunda Guerra Mundial, el trabajo inicial de Zuse pasó desapercibido fuera de Alemania. Posiblemente la primera influencia documentada de Zuse en una compañía extranjera fue la adquisición de patentes por parte de IBM en 1946.



- Argan, Giulio Carlo, *El concepto de Espacio Arquitectónico desde el Barroco a Nuestros Días*, Buenos Aires, Ed. Nueva Visión, 1973.
- Ackerman, Diane, *Una historia natural de los sentidos*, Barcelona, Anagrama, 2000.
- Arnheim, Rudolf, *El pensamiento Visual*, Barcelona, Paidós estética 7, 1998.
- Arnheim, Rudolf, *Arte y percepción visual*, Madrid, Alianza Forma, 2005.
- Arnheim Rudolf, *El poder del centro*, Madrid, Alianza forma, 1993.
- Arnheim, Rudolf, *El quiebre y la Estructura*, Madrid, Andrés Bello, 2000.
- Arnheim, Rudolf, *Hacia una psicología del arte y entropía*, Madrid, Alianza Forma, 1986.
- Arnheim, Rudolf, *La forma visual de la Arquitectura*, Barcelona, Gustavo Gill, Colección perspectiva, 2001.
- Alexander, Christopher, *Ensayo sobre la síntesis de la forma*, Buenos Aires, Infinito, 1973.
- Alexander, Christopher, *Un lenguaje de patrones*, Barcelona, Gustavo Gill, 1980.
- Bacon, Francis, *Ensayos*, Madrid, Aguilar, 1965.
- Barlow, Horace, *Imágen y Conocimiento*, Barcelona, Drakatos, 1990.
- Battista, Alberti Leon, *On the Art of Building in Ten Books*, Massachusetts, MIT Press, 1988.
- Bayond, Serafín Carlos, *El arte de Sentir*, Barcelona, Indigo, 1999.
- Berre, Andre, *La perspectiva Curvilínea*, Barcelona, Paidós Estética, 1985.
- Broadbent, Geoffrey, *El lenguaje de la Arquitectura*, México, Limusa, 1984.
- Brugger, Walter, *Diccionario de Filosofía*, Barcelona, Herder, 2000.
- Bruschi, Arnaldo, *Scritti Rinascimentali di Architettura*, Milán, Edizioni Il Profilo, 1978.
- Bubenko, Janis Jr. , *History of Nordic Computing*, E.U.A., Springer, 2005.
- Cassirer, Ernest, *Antropología Filosófica*, México, F.C.E., 1999.

- Ching, *Forma, espacio y orden*, Barcelona, Gustavo Gili, 1999.
- Darlymple, Henderson Linda, *The fourth dimension and non Euclidean Geomtry uin Modern Art*, New Jersey, Princeton University Press, 1983.
- De la Encina, Juan, *El estilo*, México, UNAM, 1977.
- Dollens, Denis, *De lo digital a lo analógico*, Barcelona, Gustavo Gili, 2002.
- D'Ors, Eugenio, *Las ideas y las formas*, Madrid, Aguilar, 1963.
- Eisenman, Peter, *The formal basis of Modern Architecture*, Baden Switzerlad, LMüler, 2006.
- Emmer, Miltchele, *The visual maínd II*, Londres, Mit Press, 2005.
- Eran Fil, *Ideas que han configurado edificios*, barcelona, Gustavo Gili, 2006.
- Ferrater & Asociados, *Sintonizar la Geometría*, Barcelona, ACTAR, 2006.
- Harglattal, Isván, *Symmetry a unifying concept*, California, Shelter, 1994.
- Ferré Albert, *Matters*, Barcelona, ACTAR, 2004.
- Ferré, Albert, *Conditioning*, Barcelona, ACTAR, 2005.
- Ferré, Albert, *Connection*, Barcelona, ACTAR, 2004.
- Focillon, *la vida de las formas*, 1948, digitalizado 2006.
- García, Salgado Tomas, *Instrumentos para la Geometría Perspectiva*, México, UNAM, Facultad de Arquitectura, 2004.
- García, Salgado Tomas, *Teoría del Diseño Arquitectónico*, México, Trillas, 1990.
- García, Simon, *Compendio de arqutiectura y simetría de los templos*,
- Carlos Chanfón, México, Escuela de Conservación, restauración y museografía, Churubusco, 1973.
- Geoffrey, H. Baker, *Le Corbusier análisis de la forma*, Barcelona, Gustavo Gili, 1984.
- Gombrich, Ernest Hans, *El sentido del Orden*, Barcelona, Gustavo Gili, 1980.

- Gómez, Arias Rodolfo, *La proporción y la forma de los objetos urbano arquitectónicos*, México, Ed. Limusa, 1998.
- Gordon, Smith Thomas, *Vitruvius on architecture*, N.Y., Monacelli, 2003.
- Gropius, Walter, *Scope of total Architecture*, N.Y., Harper, 1955.
- Guidone, Sigfrid, *Espacio, tiempo y Arquitectura*, Milan, Ulrico Hoepli, 1982.
- Hargittal, Isván, *Symmetry a unifying concept*, U.S.A., Sheler Publications, 1994.
- Hearn, Fit, *Ideas que han configurado Edificios*, Barcelona, Gustavo Gili, 2006.
- Herman, Wolfgang, *Theory of Claude Perrault*, Londres, Zwemmw, 1973.
- Hernández, Romo Rosa Elba, *Las 17 operaciones de simetría algunos ejemplo de arquitectura y entramados decorativos*, México, Tesis de Arquitectura UNAM, 2007.
- Hesselgren, Sven, *Los medios de expresión en la Arquitectura*, Buenos Aires, EUDEBA, 1972
- Humbolt, *Historia de la lingüística*, Digitalizado 2007.
- Hwng, Irene, *Natures*, Barcelona, ACTAR, 2006.
- Marcello, Rebecchini, *il fondamento tipologico dell'architettura*, Roma, bulzoni, 1988.
- Jencks, Charles, *iconic building*, China, rizoli, 2005.
- Joaquim, Español, *el orden frágil de la arquitectura*, Barcelona, col arquithesis no. 9, fundación de arquitectos, 2001.
- Kandinsky, Vasili, *Punto y línea sobre el plano*, Barcelona, Paldós, 1996.
- Kemp, Martin, *Visualizations*, California, University of California, 2000.
- Khan, *Lo bello y lo sublime*, digitalizado 2007.
- Klee, Paul, *Notebooks*, N.Y. , Wittenborn, 1970.
- Kubovy, Michael, *Psicología de la perspectiva del Renacimiento*, Madrid, Trotta, 1996.
- Lanzagorta, Juan, *ADN de la Arquitectura*, Barcelona, Gustavo Gill, 2001.

- Le Corbusier, *El Modulor*, Buenos Aires, Poseldon, 1983.
- Lundy, Miranda, *Sacred Geometry*, N.Y., Walker & Company, 2001.
- Lluis, Mateo, *Textos Instrumentaes*, Barcelona, Gustavo Gill, 2007.
- Merleau - Ponty, Maurice, *El mundo de la percepción*, Buenos Aires, F.C.E., 2002
- Merleau - Ponty, Maurice, *Phenomenology of Perception*, Gran Bretaña, Routledge, 1958.
- Mitchell, William J. , *The Logica of Architecture*, Londres, MIT Press, 1998.
- Mitchell, William J., *City of Bits*, Massachusetts, MIT Press, 1995.
- Monedero, Osorna Javler, *Aplicaciones Inforáticas en arquitectura*, México, Alfaomega, 2001.
- Moneo, Rafaél, *Inquietud teórica y Estrategia Proyectual*, Barcelona, ACTAR, 2004.
- Oppici, Fabio, *Entrevistas con Arquitectos*, Santiago de Chile, Ediciones ARQ. Escuela de Arquitectura Pontificia Universidad de Chile Vol. 9, 1998.
- Puebla, Pons Joan, *Neovanguardias y representacion arquitectónica*, Barcelona, UPC, 2002.
- Pallasmaa, Juhani, *Los ojos de la Piel*, Barcelona, Gustavo Gill, 2006.
- Payerson, Luigi, *Estética - teoria della formatividad*, Turín, Ed. De Filosofía, 1954.
- Paz Octavio, *Apariencia Desnuda, La obra de Marcel Duchamp*, México, Era, 1978.
- Pellerini, Jean, *de artificiali Perspectiva*, Public. Jardín de Fiore, 1978.
- Pevsner, *Diccionario Metápolis de Arquitectura Contemporánea*, Barcelona, ACTAR, 1996.
- Platón, *Obras completas de Platón*, Madrid, Medina y Navarro, 1872.
- Ramírez, JuanAntonio, *Edificios - Cuerpo*, España, Siruela, 2003.
- Rasmussen, Steen Eller, *La Experiencia de la Arquitectura*, Madrid, Malrea/Celeste, 2000.
- Rebecchini, Marcello, *Il fondamento tipologico dell'architettura*, Roma, Bulxoni, 1988.

- Riegel, Alois, *Problemas de Estilo*, Barcelona Gustavo Gill, 1980.
- Rivera, Oscar, *Hyper-realistic*, Hong Kong, Mc. Graw Hill, 1996.
- Robinson, *The foundations of Geometry*, Digitalizado 2007
- Rodríguez, Alcoba Elena, *AE 2005*, VIII Bienal de Arquitectura, México, 2004.
- Schiffman, *La percepción Sensorial*, México, Limusa / Noriega, 2000.
- Serra, Floresta Rafaél, *Arquitectura y energía natural*, México, Alfaomega, 2005.
- Simón, García Carlos, *Compendio de arquitectura y simetría de templos*, Chanfon Carlos, México, Escuela de Conservación, Restauración y Museografía, Churubusco , 1971.
- Solá- Morales, Ignasi, *Inscripciones*, Barcelona, Gustavo Gill, 2003.
- Valles, Carlos, *Mis amigos los sentidos*, España, Sal Terrae, 1996.
- Van Doren, Charles, *A History of Knowledge*, N.Y., Ballentine Books, 1996.
- Vernon, M.D. *Psicología de la Percepción*, Buenos Aires, Hormé, 1967.
- Vignole, *Traité élémentaire pratique D'architectre*, Paris, Garner Frères Libraires éditeurs, 1972.
- Viguera, María, *Dos cartillas fisognómicas*, Madrid, Ed. Nacional, 1977.
- Villagrán, García, *Los trazos reguladores de la proporción arquitectónica*, México, ed. Colegio Nacional, 1921.
- Wade, David, *Symmetry*, N.Y., Walker & Company, 2006.
- White, Edward T. , *Ordering Systems*, Tucson, University of Arizona, College of Architecture, 1973.
- William, Scott, *Fundamentos del diseño*, México, Limusa, 2000
- Wittkower, Rudolf, *Los fundamentos de la arquitectura en la edad del humanismo*, Madrid, Allanza Forma, 1995.
- Wittkower, Rudolph, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, Londres, RIBA, 1988.
- Worringer, Wilhelm, *Abstraction and Empathy*, N.Y. International University Press, 1953.

Zevi, Bruno, *Saber ver la arquitectura*, Madrid, Apóstrofe, 1998.

Zuckerlandl, Victor, *The sense of music*, Princeton N.J., Princeton University Press, 1971.

Zumthor, Peter, *Pensar la arquitectura*, Barcelona, Gustavo Gili, 2004.

Zumthor, Peter, *Atmósferas*, Barcelona, Gustavo Gili, 2006.

## ARTICULOS

Bronowski, Jacob, *Science in the New Humanism*, 1985.

Capo, Daniele, *La Natura Frattale degli ordini architettonici*, Nexus 2004

Claghert, John, *transformational geometry and the Central European Baroque Church*, Nexus 1996

Capanna, Alessandra, *Conoids and Hyperbolic paraboloids en Le Corbusier's Phillips Pavillion*, Nexus 2000.

Marchetti, Elena, *Generation of architectural forms through linear algebra*, Nexus 2000

Capanna Alessandra, Iannis-Xwnakis - Architetto della luce e dei suoni, Nexus 2004.

Pitore, Angela, *Il simbolismo Musicale nell'opera dei Leon Battista Alberti: dal De reaedificatoria al Sepolcro Rucellai*, Nexus 2000.

Keaton, Leonard, *Fractal Geometry in the late work of Frank Lloyd Wright*, Nexus 1998

Marchetti, Elena, *La torre del fuoco*, Nexus 2002

Rory, Carrol, *Pisa Baptistry is Giant Musical Instrument, computers show*, Nexus 2004.

Talbot Richard, *Specultions on the origins of linear perspectiva, Includins analices of Massaccio's trinity and Piero's Flagellation*, Nexus Investigación.

Zafer, Sagdric, *Ottoman Architecture relationships between Architectural Design and MAtematics in Architect*, Nexus 2000.

[www.artlandia.com/products/SymmetryWorks/tutorials/operations.html](http://www.artlandia.com/products/SymmetryWorks/tutorials/operations.html)

[www.lucr.org/lucr-top/comm/cteach/pamphlets/13/node1.html](http://www.lucr.org/lucr-top/comm/cteach/pamphlets/13/node1.html)

[www.shelterpub.com/\\_symmetry/symmetry](http://www.shelterpub.com/_symmetry/symmetry).      Isván Hargittal

[www.uoc.edu/artnodes/esp/art/emmer0505.pdf](http://www.uoc.edu/artnodes/esp/art/emmer0505.pdf) La perfección visible: matemática y arte

[www.uoc.edu/artnodes/esp/part/emmer0505.pdf](http://www.uoc.edu/artnodes/esp/part/emmer0505.pdf), 2005 "la perfezione visible: matematica ed arte" visual Mind2 MIT Press

[www.monografias.com/trabajos36/forma-en-consideración/forma-en-consideracion2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos36/forma-en-consideración/forma-en-consideracion2.shtml)

<http://www.uoc.edu/artnodes/esp/art/arns0505.pdf>  
<http://www.genarts.com/karl/papers/siggraph91.html>

[www.mat.ucm.es/deptos/am/guzman/apolonio/apolonio.html](http://www.mat.ucm.es/deptos/am/guzman/apolonio/apolonio.html)  
 Ibrahim Magdy M., Krawczyk , Robert J Schipporiet, George (2004) "Architctural information to the construction site base don the BIM object Concept" CAADRIA 2004 conference Seul, Douth Korea, Collage of Architectura, Illinois Institute of Technology en [http:// www.iit.edu/-krawczyk/mlccas04.pdf](http://www.iit.edu/-krawczyk/mlccas04.pdf)

Ibrahim Magdy M., Krawczyk , Robert J Schipporiet, George (2004) "Two Approaches to BIM: A Comparative Study" College of Architecture Illinois Institute of Technology eCAADe Conference Copenhagen, Denmark [Http://www.iit.edu/-krawczyk/miecad04.pdf](http://www.iit.edu/-krawczyk/miecad04.pdf)

Ibrahim Magdy M., Krawczyk , Robert J Schipporiet, George (2003) "The level of Knewlwdge of CAD Objects within the Building Information Model" Association for Computer-Aided Design In Architecture ACADIA 2003 Conference Muncie Indiana <http://www.iit.edu/-krawczyk/mlacad03.pdf>

Montero Jesús, Galletero Pablo, Neumelster, Carlos, Diaz Fausto (2002= "optimization Of Rigld Frame Bays Using Harp Bracings" Proceeding of tne 2002 American Society of Agricultural Engineeering annual Meeting, Paper 024027

Cornlck Tim (1996) "Computer Integrated Building Design" publISHED by E & FN Spon.