

GEOMETRÍA, VIDA y DISEÑO

OSCAR JAVIER BERNAL ROSALES

Alumno del Programa de Maestría en Diseño y catedrático
de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx.

JESÚS ENRIQUE DE HOYOS MARTÍNEZ

Maestro en Planeación Urbana y Regional, Profesor investigador
de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx.

*Las matemáticas son el alfabeto
con el cual Dios escribió el universo
Galileo Galilei*

Abstrac: Geometry is managed in the article as the language of the design, which is achieved by measurement and also by the proportion and the order of elements that are involved in the everyday chaos. That is why, the shape and the figure of constructed elements are recognized in the system structure theory. The spiral is built by the time-space structures in the field of fractal Geometry, which is also recognized in Dinergia. That is to say, the existence of the opposite complements.

Geometry is therefore, communication between nature and design, and it intervenes in the transition from the chaos to the order.

Resumen: La geometría se localiza en el texto como el lenguaje, el cual se logra a partir de la medición y con ello la proporción y orden de los elementos que se encuentran inscritos en el caos del día a día, de esta forma es que se reconocen en la teoría de sistemas la forma y la figura de los elementos construidos. Las estructuras en el tiempo espacio conforman la espiral en la geometría fractal, misma que se reconoce en la dinergia es decir en la existencia de opuestos complementarios.

La geometría por tanto es la comunicación entre la naturaleza y el diseño, en el que media el la transición del caos al orden.

NATURALEZA Y DISEÑO

Es bien sabido que la naturaleza constituye una fuente inagotable de explicaciones y soluciones a problemas de diseño, que van de la generación de la forma a la función de cada elemento generado por el hombre a través del tiempo.

El hombre en su calidad de diseñador, proyectista, inventor, artista y constructor se ha visto siempre influido por patrones generados en la naturaleza, considerada como la principal fuente de inspiración. De esta manera, es posible afirmar que las grandes obras maestras del pasado han perdurado porque fueron realizadas tal como sucede en la naturaleza: *"con un mínimo de materia utilizada de manera lógica y siempre siguiendo patrones de proporción y orden"*.

Pocos son los hombres que han adquirido la conciencia de que nosotros formamos parte esencial del medio natural, no por el simple hecho de habitarlo, sino porque además somos una extensión de él. El hombre debe ser concebido como el reflejo de todos los procesos biológicos que se presentan en la naturaleza, ya que contiene los mismos patrones armónicos que en ella se observan. Sin embargo, la actitud que la gente ha tomado con respecto al cuidado del medio natural, se ha limitado a no tirar basura en los bosques, a prevenir incendios forestales, a controlar la tala inmoderada de árboles y a prevenir la contaminación de ríos, lagos y mares. La naturaleza ha sido percibida sólo como un ente pasivo para la extracción de recursos y que debemos preservar para abastecernos en el futuro.

Para que exista un equilibrio entre el hombre y el medio natural que le rodea, es necesario plantear un **proceso de comunicación** entre ambos factores, por lo que adquiere importancia el estudio de la naturaleza a partir de la

geometría, interpretada como el lenguaje que le ha permitido al hombre conocer no sólo las proporciones formales que se presentan en los diversos organismos vivos (animales y vegetales), sino también sus procesos de desarrollo, sus estructuras internas, sus sistemas y formas de adaptación en el medio en que se desenvuelven.

Es por esta razón que la geometría ha sido establecida como el principal eje de análisis en la interpretación, no sólo de los fenómenos de la naturaleza, sino también del universo, ya que por medio de ésta, el hombre se ha podido percatar de las semejanzas que existen entre los procesos naturales microscópicos (microcosmos), y los que se generan a nivel macro (macrocosmos).

Actualmente el ser humano ha perdido una parte muy importante en su capacidad sensorial y de comunicación con el medio natural. El hombre actual vive preocupado por la búsqueda de soluciones a problemas de su mundo artificial, donde la actividad de diseño ha sido encaminada a la adaptación de la naturaleza a las necesidades del hombre, y rara vez el hombre ha buscado adaptarse a la naturaleza. La actividad del diseño implica observar detalladamente todo lo que nos rodea, tanto del medio natural como del artificial, para así poder detectar disfunciones, conductas y costumbres, que llevarán al hombre a proponer nuevas y mejores soluciones. Diseñar implica abstraer y sintetizar del ambiente para proponer, por lo que se vuelve esencial tomar conciencia sobre la importancia de mantener una relación y comunicación estrecha con la naturaleza para poder proponer en beneficio de ella y del hombre. Por esta razón, se vuelve indispensable que la naturaleza se integre al proceso de diseño, como un elemento que reactive nuestros procesos creativos y proyectuales, y sobre todo, para nuestro sentido de vida como seres humanos.

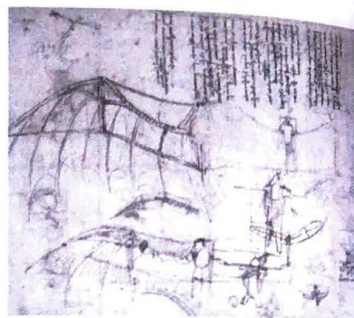
SOBRE LAS INTERPRETACIONES GEOMÉTRICAS DE LA NATURALEZA

A través del tiempo, artistas y diseñadores han observado de manera consciente e intencional los sistemas y procesos naturales para generar soluciones a problemas proyectuales y constructivos. Esto ha constituido una preocupación para las personas dedicadas a las actividades creativas y que en diversas ocasiones han llegado a ser personajes importantes y representativos de ciertos períodos de la historia, generalmente caracterizados por una gran sensibilidad y capacidad de abstracción y síntesis creativa de los fenómenos de la naturaleza.

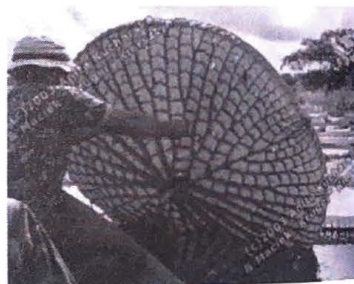
Un ejemplo representativo de esta actividad creativa se presenta en el período del Renacimiento, y específicamente en el trabajo de Leonardo Da Vinci, de quien no podemos referirnos tan sólo como un artista representativo de la época, ya que su principal aportación a la humanidad se ubica en el campo de la ciencia y la tecnología. Podría considerarse como uno de los primeros hombres en buscar la manera de volar, observando los principios anatómicos de las alas del murciélago, que desarrolló con la finalidad de aplicarlos en el diseño de una máquina que pudiera volar.

Sin embargo, en 1202 (tres siglos antes de Da Vinci), ya se habían presentado experiencias en este ámbito; Leonardo de Pisa descubrió que ciertos problemas de crecimiento y desarrollo en el mundo animal y vegetal surgen con una serie aritmética y geométrica precisa.

Ingenieros y arquitectos de finales del siglo XIX y principios del XX, como Alexander Graham Bell, a partir del desarrollo de estructuras espaciales reticuladas; Joseph Paxton,



*Estudio para ala artificial
Leonardo Da Vinci (1487-1490)*



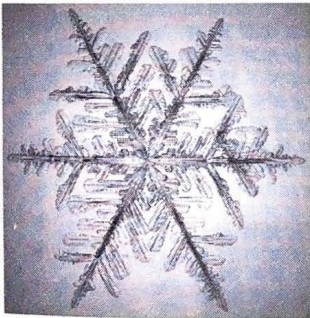
*Hoja de lirio Victoria
amazónica, cuya estructura
inspiró la construcción del
Palacio de Cristal, Londres*



*Jardín Botánico, Victoria
Amazónica Missouri, EUA*

personaje inglés quien en sus inicios fuera constructor de invernaderos y que posteriormente realizaría, en 1851, el proyecto del Palacio de Cristal, inspirándose en las grandes hojas flotantes del lirio tipo *Victoria amazónica*, y Antoni Gaudí, quien con base en la observación de la estructura de hojas y otros sistemas vegetales, diseñó importantes superficies estructuradas.¹

Fabricio Vanden Broeck afirma que las formas de la naturaleza están determinadas por la interacción de fuerzas intrínsecas y extrínsecas. De esta manera, la forma no es más que el resultado del equilibrio entre estas dos fuerzas.² Como ejemplo tenemos el copo de nieve, el cual caracteriza todas las formaciones cristalinas: sus formas externas son controladas por la geometría interna (simétrica) del acomodo atómico, y la forma particular adoptada por un cristal es determinada por la acción del medio (temperatura, presión, humedad, etc.)



Estructura geométrica



*Estructura geométrica de cristales
congelados de un copo de nieve*



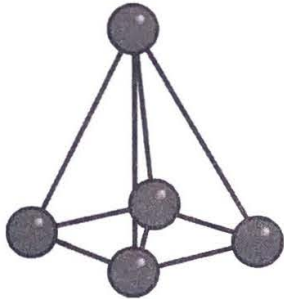
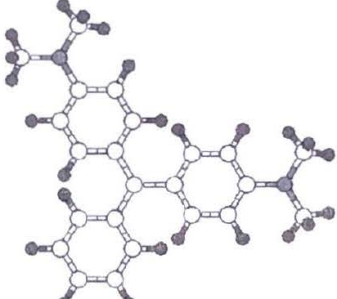
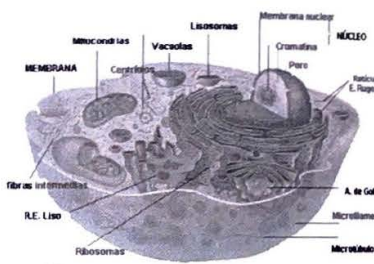
En la naturaleza es posible observar una gran diversidad de formas y patrones geométricos que han ayudado al hombre a resolver problemas constructivos y de diseño.

Desde el átomo, hasta los organismos más complejos, es concebible la idea de estructuras internas y externas que, en su reproducción, generan un patrón de desarrollo:

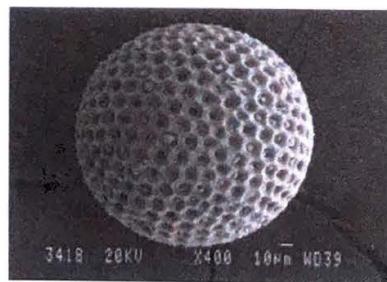
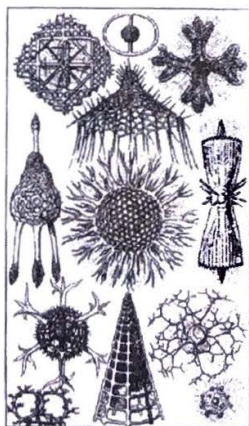
¹ Fabricio Vanden Broeck, *El diseño de la naturaleza o la naturaleza del diseño*, p.10.

² *Ibid*, p.33.

1. El átomo genera moléculas.
2. Las moléculas estructuran las células.
3. Las células forman tejidos.
4. Los tejidos constituyen órganos.
5. Los órganos integran sistemas.
6. Los sistemas unifican el cuerpo.

		
<i>Molécula tipo tetraedro</i>	<i>Patrón hexagonal de crecimiento molecular</i>	<i>Estructura celular</i>

Existen microorganismos unicelulares que presentan una gran variedad de formas dentro de un patrón constructivo. **Los radiolarios** son un ejemplo de ello; son estructuras condicionadas por la tensión superficial. Fueron el punto de partida para el desarrollo de la Geometría Geodésica:



Los radiolarios presentan un gran número de formas y estructuras, que se pueden retomar para dar solución a problemas de diseño.

ESFERA Y ESPIRAL: PATRONES GEOMÉTRICOS DE DESARROLLO EN LA NATURALEZA

La vida tiene su origen en un elemento latente en la naturaleza: la esfera.

La esfera es, por sus características geométricas, la forma idónea de protección. Es el cuerpo espacial que protege al máximo de volumen por unidad de superficie. Por su relación con la función protectora, es la forma que se asocia con el estado latente y el estado de espera.³



El feto tiende a una forma compacta hasta el momento en que está listo para salir de la matriz. Está protegido por una bolsa llena de líquido y de forma esférica.

Toda vida comienza por una configuración esferoidal. El óvulo tiene esta forma y contiene un potencial de vida que es activado por el proceso de fecundación. Una vez iniciado éste, el óvulo fecundado mantiene durante varias de sus etapas de desarrollo, una forma global tendiente a la esfera.

En organismos ya desarrollados, existen reminiscencias del estado de latencia asociado con la esfera, que se manifiesta bajo ciertas circunstancias. Cuando tenemos frío, o nos queremos proteger de una agresión, nos enrollamos, adoptando la forma que minimice la superficie expuesta a los agentes del medio. Algunos animales, como ciertos cangrejos o el armadillo bola, están diseñados para que, en momentos de peligro, puedan replegarse en forma esferoidal, de modo que todos sus miembros embonen uno con otro de la manera más compacta posible.

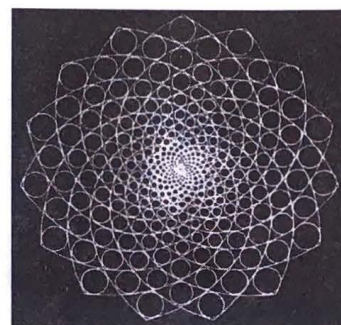
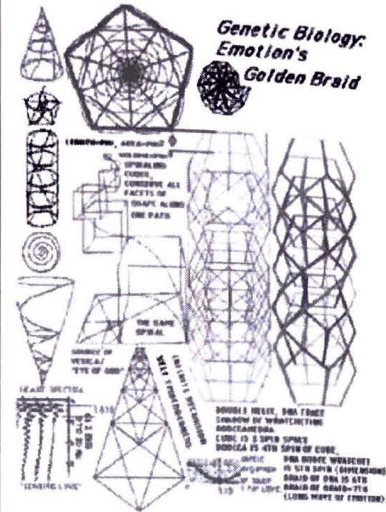
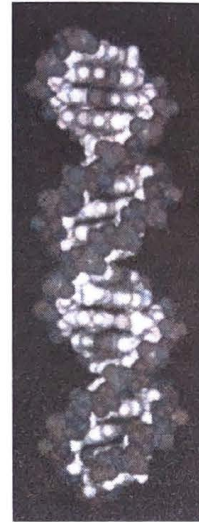
El desarrollo también puede ser representado por la espiral, que implica un patrón de crecimiento y desarrollo en los organismos de la naturaleza. Esta figura sucede a la esfera en el proceso de desarrollo que llevará, latente en la semilla, a su expresión final. En algunos vegetales, como el

³ Ibid, p.55.

girasol, el crecimiento empieza con una unidad esférica generando por medio de una multiplicación de sus unidades, un incremento volumétrico de la forma. Las nuevas unidades se van acomodando en torno a las primeras con base en el patrón de la espiral.

La espiral es sinónimo de movimiento; todo, desde el microcosmos hasta el macrocosmos, gira en forma de espiral. Es una concepción geométrica del movimiento del universo. En observaciones hechas a nivel microscópico, se ha encontrado la espiral tanto en los cristales de los minerales como en la estructura molecular del ADN. De igual manera, el movimiento de los sistemas planetarios y de las galaxias se realiza en forma de espiral.

La forma de la molécula de ADN (patrón geométrico microscópico en forma de espiral) contiene codificado en miniatura el plan maestro de todo el desarrollo futuro del organismo vivo. Se ha descubierto que, dentro de las estructuras de las células vivas, algunos de los elementos mínimos más importantes (los corpúsculos rojos y blancos de la sangre, por ejemplo) se agrupan en patrones de espirales dobles.



C. Di Bartolo señala que cada pequeña unidad tiende a parecerse al conjunto, de modo que lleva en sí la imagen del todo (existe congruencia). En este caso microcosmos y macrocosmos están relacionados por medio de la espiral.

En la mayoría de las flores, las formas contenidas en los botones rompen su envoltente y comienzan un proceso de "desenvolvimiento". En los vegetales, el proceso de desenrollamiento es generado por la inyección progresiva de fluidos vitales. Es importante recordar que las plantas constituyen sistemas hidráulicos, en las cuales, los fluidos se mueven constantemente dependiendo de las condiciones externas (tienen capacidad de adaptación al medio).

Existen algunas plantas, como la mimosa sensitiva, en la cual el proceso de desenrollamiento es reversible, con fines de protección: cuando se le arremete táctilmente, las hojas se contraen como persianas o se enrollan en espiral, según el caso. La ausencia de luz solar activa este mecanismo y muchas plantas se enrollan de noche. El término *desarrollo* se deriva de *desenrollar* e implica potencializar algo que está enrollado.

Si bien la espiral es un patrón que expresa el desarrollo en los organismos, también lo es en el proceso de la desactivación o muerte. Cuando las hojas mueren, comienzan a retorcerse según un patrón espiral o helicoidal. Según Vanden Broeck, esto sucede porque, habiéndose inhibido la inyección de fluidos vitales, la hoja comienza a secarse y a contraerse. Primero se secará en sus partes más delgadas, generando contracciones dentro del material, provocando la curvatura de plano.⁴ Según Di Bartola, se observa algo similar en el hombre: el desarrollo llega a su culminación con la

⁴ *Ibid.*, p.62.

verticalidad perfecta, partiendo de una forma esférica (el cigoto), para pasar a una forma semienrollada (el feto). En este caso la vejez se acompaña de un vencimiento de la verticalidad que tiende a curvar la estructura del hombre en forma de espiral.

CONCEPCIONES GEOMÉTRICAS EN EL HOMBRE

En el cuerpo humano, es muy importante la observación de las semblanzas geométricas que constituyen la macro y microestructura de su anatomía. La cabeza tiene forma de esferoide, algunos de los músculos, como el "trapecio", corresponden perfectamente en una figura geométrica (en este caso un trapecoide), y en un nivel microscópico, es posible apreciar que el tejido de la piel está integrado por células poligonales. Los brazos y las piernas en determinadas posiciones traen a la imaginación distintos ángulos.⁵

El oído parece diseñado por un topólogo, mostrando en la cóclea una espiral. Como sabemos, el oído percibe el sonido a través de un conjunto de pequeños órganos. Por ejemplo, si se extirpan o dañan los huesecillos del oído medio, no habrá audición. Para percibir los sonidos tienen que trabajar juntos, sin excepción, una variedad de componentes: el canal auditivo, el tímpano, la cadena de huesecillos (martillo, yunque, lenticular y estribo), la cóclea o caracol, los tres canales semicirculares, los pelitos (cilios) que ayudan a las células a sentir las vibraciones y la red nerviosa que se conecta al cerebro. Este sistema no pudo haberse desarrollado por partes porque no sería posible que unas trabajen sin las otras, lo que nos da la idea de que los diferentes órganos y sistemas que integran al cuerpo humano mantienen una estrecha relación. Si algún elemento de la anatomía humana es alterado, se genera un desequilibrio en la unidad.

⁵ J.A. Baldor, *Geometría plana y del espacio*, p.250.

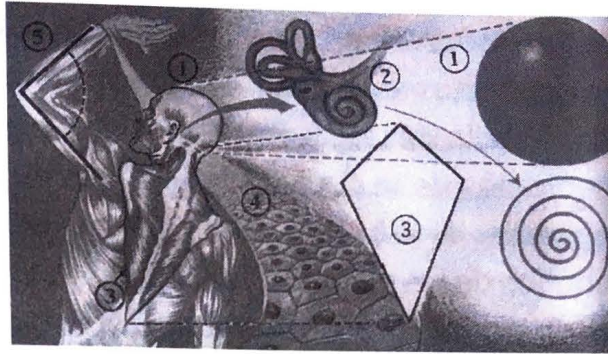
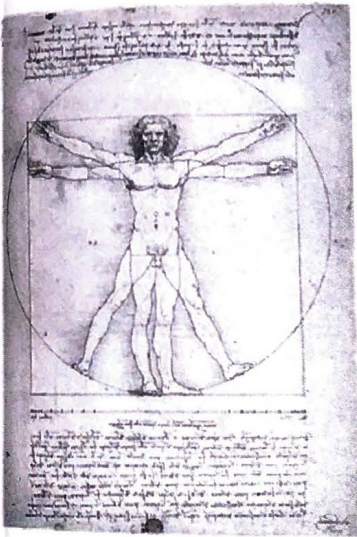


Ilustración de Baldor sobre el cuerpo humano y las semblanzas geométricas



HOMBRE DE VITRUBIO
Leonardo Da Vinci
Estudio de las proporciones del hombre

Podemos hablar entonces de un proceso geométrico en el hombre, que contempla su estudio en fragmentos para poder entender de una forma más clara las relaciones y procesos generados en el cuerpo humano. A partir de esta idea, surge el concepto de **Geometría fractal**⁶, que a diferencia de la geometría euclidiana, estudia los organismos por fracciones sin perder la noción de la totalidad. Como se ha mencionado, el estudio de los seres vivos y sus sistemas debe realizarse de forma integral; cada parte del ser debe ser analizada según sus características particulares, pero reconociendo la influencia y la relación que mantiene con otros sistemas.⁷

Uno de los primeros documentos escritos sobre las proporciones humanas es de Marcus Vitruvius Pollio, arquitecto y escritor romano del siglo I. Menciona en el libro III de su obra *Diez libros sobre arquitectura*, la recomendación de que los templos, para ser magníficos, se construyan análogos al cuerpo humano bien formado, en el cual, señala existe una perfecta armonía entre todas las partes. Menciona que el hombre bien formado, es igual a la amplitud de sus brazos extendidos. Estas medidas iguales generan un cuadrado que abarca todo el cuerpo, en tanto que las manos y los pies desplazados tocan el círculo centrado en el ombligo. Esta relación del cuerpo humano con el círculo y el cuadrado se asienta sobre la idea arquetípica de la "cuadratura del

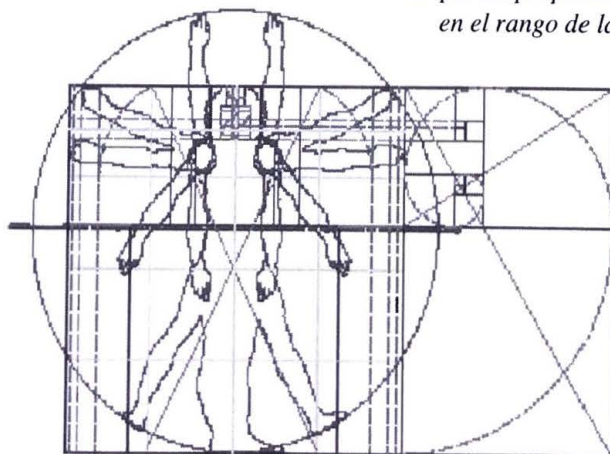
⁶ Geometría introducida por Benoit B. Mandelbrot, que tiene por objeto el estudio de elementos geométricos compuestos a su vez de otros, también geométricos de tamaño y orientación variable, pero de aspecto similar. Es una geometría planteada para dar explicación a las creaciones de la naturaleza en forma, crecimiento y desarrollo.

⁷ Alain Boutot, *Qué sé.*, 1991.

círculo”, que fascinó a los antiguos, porque esas figuras se consideraban perfectas e incluso sagradas, tomándose el primero como símbolo de las órbitas celestiales y el segundo como representación de la “cuadrada” solidez de la tierra. Los dos combinados en el cuerpo humano sugieren, en el lenguaje simbólico de los modelos, que aunamos en nosotros las diversidades del cielo y la tierra, idea compartida por muchas mitologías y religiones.⁸

En el Renacimiento, Leonardo Da Vinci ilustró con su famoso dibujo, su versión de la idea de Vitrubio. El diagrama que se añade al dibujo, muestra cómo partiendo de la idea de la dimensión fractal, surge la idea de analizar el concepto alternativo de una geometría que surge no sólo del estudio de los cuerpos geométricos o sólidos en el espacio, sino de una reflexión de los patrones generados por la naturaleza y que al integrar el factor tiempo, nos dan la idea de una geometría en movimiento; la cual implicaría una descripción matemática de los cuerpos geométricos y además nos ayudaría a conceptualizar al hombre, a través de sus procesos internos, tanto físicos como mentales en constante movimiento.⁹

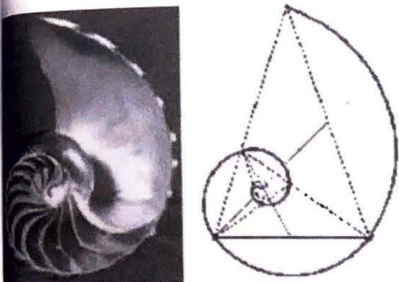
*Las partes adyacentes del cuerpo humano
comparten proporciones comprendidas
en el rango de la sección áurea*



⁸ Gyorgy Doczi, *El poder de los límites. Proporciones armónicas en la naturaleza, el arte y la arquitectura*, p.93.

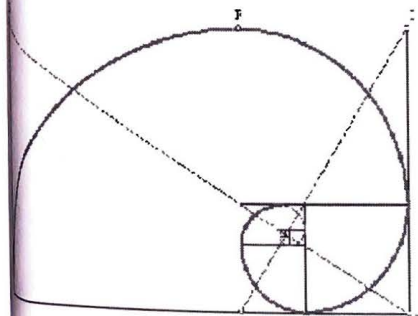
⁹ Relación recíproca exclusiva entre dos partes desiguales de un todo, en la que la parte pequeña es a la parte mayor, lo que ésta es al todo: *Ibid.*,

En esta idea de una geometría para el hombre, György Doczi estudia los patrones generados por espirales que se presentan en la naturaleza, las cuales se despliegan en direcciones opuestas. Este principio interesa al autor por ser un proceso general de formación natural según un modelo: la unión de opuestos complementarios:



Sol y Luna, masculino y femenino, electricidad positiva y negativa, Yin y Yang... desde la antigüedad, la unión de los opuestos ha sido un concepto importante en las mitologías y en las religiones fundadas en misterios.¹⁰

En 1496, Leonardo Da Vinci comienza una estrecha amistad con el matemático Luca Pacioli, quien influyó de manera significativa en su trabajo, intensificando gradualmente su inclinación a ver el cuerpo humano en función de su mecánica y geometría. Da Vinci ilustró el libro de Pacioli, *La Divina Proporción*, publicado en 1509, y su contenido se resume en la siguiente expresión: Las dos partes que constituyen las proporciones de la sección áurea son desiguales: menor y mayor; los opuestos unidos en una proporción armoniosa.



Doczi señala que existen muchas palabras que se refieren a distintos aspectos del proceso de formación según el modelo de unión de los opuestos, pero ninguno expresa su poder generativo. Polaridad implica los opuestos, pero no indica el nacimiento de algo nuevo. Dualidad y dicotomía señalan la división, pero no aluden a la unión. Sinergia indica unión y cooperación, pero no se refiere específicamente a los opuestos. Dado que no existe un único término adecuado para descubrir este proceso universal de creación con base en algún modelo determinado, Doczi propone un nuevo concepto: *Dinergia*, compuesta por los vocablos griegos: día, "de un lado al otro, a través, opuesto", y "energía".¹¹ Tal como se mencionó anteriormente en palabras de C. Di Bartolo: microcosmos y macrocosmos unidos por medio de la espiral.

¹⁰ *Ibid.*, p.3

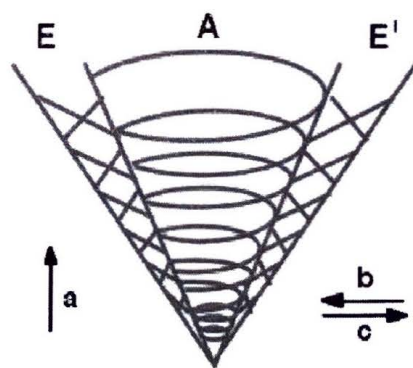
¹¹ *Idem.*

EL CONOCIMIENTO EN FORMA DE ESPIRAL

Para Jean Piaget, la actividad mental en el proceso de la percepción surge una vez que se asocian los estímulos recibidos del exterior con las experiencias previas al fenómeno ocurrido. Existe, entonces, una "reorganización mental" en la que señala que para conocer los objetos, el sujeto debe actuar con ellos y transformarlos. Debe moverlos de lugar, juntarlos, combinarlos, separarlos y acomodarlos nuevamente.

Piaget resume su teoría en un esquema o diagrama llamado la Espiral del Conocimiento:

- La cubierta en torno de la espiral representa interacciones con el medio ambiente.
- E y E'. Simbolizan la abstracción empírica con los marcos reflexivos que operan como instrumentos de registro.
- Espiral A. Es el proceso endógeno (esquemas dentro del sujeto) de la abstracción reflexiva o del conocimiento lógico matemático.
- Vector a. Representa los niveles sucesivos y jerárquicos de las estructuras cognitivas.
- Vector b. Representa los cambios x' y z' debidos al medio ambiente y los desequilibrios x'' y z'' resultantes.
- Vector c. Representa exploraciones cuya naturaleza puede ser de ensayo y error conducentes a la reorganización parcial o a una síntesis endógena completa: esta última es análoga a los caracoles en los vientos fuertes y a las olas agitadas, hay reemplazo de características exógenas por una reconstrucción endógena.



La espiral es abierta y tiende a ensancharse. Está representada la serie de síntesis endógenas cada vez más complejas.

La relación entre la abstracción reflexiva y la educación constituye el camino en la búsqueda de las implicaciones para la teoría de Piaget. Necesitamos concentrarnos en los mecanismos y no en los estadios, en la forma en que se relacionan los procesos mentales y no en los niveles

alcanzados, puesto que cada nivel es generado a partir de las relaciones que mantiene con otros niveles. Es importante resaltar la intención de Piaget, quien a partir de la espiral, pretende dar una interpretación formal de los procesos mentales que se llevan a cabo en la generación del conocimiento. Esta representación formal bien puede ser analizada de manera analógica con la espiral de Vanden Broeck, quien señala que esta figura representa el patrón de crecimiento biológico que parte de un origen; el origen es representado por la esfera, que al desarrollarse, adquiere esta forma de crecimiento hasta llegar a la forma deseada en la madurez. Tanto en la espiral de Piaget, como en la de Vanden Broeck, se debe resaltar la importancia en los procesos internos (que en muchas ocasiones son determinados por agentes externos) sobre los estadios o niveles adquiridos. En las plantas se generan procesos internos a partir de sus sistemas hidráulicos, en las cuales, los fluidos se mueven constantemente dependiendo de las condiciones externas (tienen capacidad de adaptación al medio).

De esta manera, es posible entender que tanto en las estructuras biológicas como mentales existen patrones formales, y que al relacionarlos con la variable *medida*, es posible interpretar los fenómenos de la vida como sistemas geométrico-fractales, en los cuales, la "dinergía" es el elemento clave para definir su funcionamiento estructural. Es la unión de los niveles más altos con los más bajos; es el compartir de los polos opuestos.

La unidad dinérgica propone que todo se relacione con todo lo demás, la unión de lo más grande con lo más pequeño¹², tal como sucede en las formas fractales, donde los elementos geométricos están compuestos a su vez de otros, también geométricos de tamaño y orientación

¹² *Ibid.*, p.128.

variable, pero de aspecto similar. De esta manera podemos interpretar que los niveles en la espiral de Piaget, deben parecerse entre sí y unidos deben ser similares a la totalidad; en otras palabras, la actividad mental, en la construcción del conocimiento, surge una vez que se asocian los estímulos recibidos del exterior (percepción) con las experiencias previas al fenómeno ocurrido, logrando conformar un nivel cognoscitivo que no está aislado, sino que mantiene una relación dinérgica con el nivel inmediato anterior, con los niveles superiores y con la totalidad.



CONCLUSIÓN

Podemos concluir que al existir patrones de crecimiento y desarrollo armónico en los organismos y fenómenos de la naturaleza, es posible dar una interpretación formal y dimensional de procesos intangibles, como es el caso de la percepción y el conocimiento.

En todas las épocas y lugares del mundo se han creado patrones de totalidad en las artesanías, las artes y la arquitectura, dando forma tangible al orden intangible que unifica las diversidades de este mundo;¹³ y en el diseño no debe darse la excepción. Si al proyectar cualquier objeto de diseño seguimos el principio del crecimiento de los seres vivos, podremos generar un objeto que surja al mismo tiempo

¹³*Ibid.*, p.134.

de su función específica, de manera similar a los caracoles que conforman su concha de acuerdo con sus necesidades. La capacidad del hombre para afrontar los retos cada vez más complejos en la actividad de diseño, dependerá del reencuentro y el diálogo que él mismo pueda volver a establecer con la naturaleza y el medio que le rodea.

La palabra *equilibrio* es la clave. Debemos entonces aprender de los diversos tipos de equilibrio que se generan en la naturaleza para lograr el propio, tanto físico como mental, y de esta manera poder plasmar mejores soluciones de diseño que satisfagan, no sólo al usuario, sino de igual manera al ambiente, al diseño mismo y al proyectista.

El estudio y la reflexión sobre los diversos procesos y sistemas de la naturaleza puede conducirnos hacia una nueva visión sobre la ecología, la cual nos permitirá comprender cómo la materia organiza sus equilibrios, y poder así retomarlos en nuestra actividad de diseño.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baldor, J.A. *Geometría plana y del espacio*. Publicaciones Cultural, México, 1988.
2. Boutot, Alain. *¿Qué sé?* Heidegger Editorial / CONACULTA / Publicaciones Cruz México, 1991.
3. Doczi, György, *El poder de los límites. Proporciones armónicas en la naturaleza, el arte y la arquitectura*. Troquel, Buenos Aires, 1996.
4. Senosiain, Javier, *Bioarquitectura, En busca de un espacio*, Limusa, México, 1998.
5. Vanden Broeck, Fabricio. *El Diseño de la Naturaleza o la Naturaleza del Diseño*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2000.