

INFLUENCIA DE LA GEOMETRIA Y LA NATURALEZA EN EL ARTE.

Natalia González Zaragoza

nqzaragoza@yahoo.es

DNI: 48395126K

telf.:600745169

Introducción

El hombre ha intentado, por todos los medios, extraer del aparente caos de la naturaleza, estructuras geométricas y medidas naturales lógicas a partir del crecimiento de las plantas, desarrollo de los esqueletos de los animales, la forma de las piedras y los minerales existentes en ella, para lograr un entendimiento con su medio y contexto y lograr sus propias creaciones artificiales. A lo largo de este artículo se presentan algunos ejemplos y estudios de estas formas geométricas, presentes a lo largo de la historia de la humanidad en varios campos de la actividad humana en especial, la artística. Son muchos los libros que me han ayudado a elaborar este artículo, éstos aparecen al final, en la bibliografía.

La influencia de la naturaleza y la geometría en el arte

El hombre creador de la geometría y la matemática ha llegado al conocimiento de las formas geométricas existentes en la naturaleza a través de procesos de abstracción y de elaboración, y la configuración de estas formas se refleja en el espacio creado por el hombre en todo tipo de realizaciones principalmente en arquitectura.

Los elementos fundamentales de la geometría son el punto, la recta, el plano, los polígonos, los poliedros y las superficies. Estos elementos básicos del espacio poseen una gran carga expresiva ya que representan lo simple, lo puro, lo perfecto, hacia lo que todo tiende.

Por otro lado se pueden demostrar que los conceptos de equilibrio y eficiencia mecánica presentes en la naturaleza son dos aspectos básicos que se hallan también en ingeniería. Por un lado la naturaleza tiende al equilibrio, ya que este se define como el estado mecánico en el cual la suma de todas las fuerzas que actúan a la vez en un cuerpo es igual a cero. El desequilibrio no es estable, es imperfecto, y por tanto en la naturaleza, no perdura. Este equilibrio requiere de la geometría a través de figuras que tienden a ser simétricas.

Por otro lado la naturaleza necesita obtener eficiencia mecánica en sus construcciones, ya que de no ser así, sus estructuras no serían estables y no perdurarían. Toda estructura necesita de este concepto para su formación ya sea un esqueleto, las ramas de un árbol o la formación de células.

La evolución morfológica de los seres vivos ésta regulada por necesidades funcionales como es el movimiento, o recibir la luz solar, y por la acción de fuerzas internas como el crecimiento, o externas como la presión o la gravedad, éstas últimas son las que regulan a los cuerpos inertes. Cuando las fuerzas externas actúan de forma variable se generan formas irregulares, cuando son constantes, la forma evoluciona de acuerdo a unas pautas generándose estructuras simétricas: radiales, poliédricas... Dentro de las

simetrías en la naturaleza encontramos a la simetría radial y a la bilateral. La simetría radial, la menos compleja procede de una sola fuerza que ejerce casi un dominio total sobre el desarrollo de la forma. En una superficie bidimensional, quede expresada en copos de nieve, las flores, o los círculos concéntricos de una piedra arrojada a un lago. La simetría radial en formas tridimensionales conduce a formas esféricas.

La simetría bilateral constituye un sistema de fuerzas más complejo y surge de fuerzas que se manifiestan a lo largo de una línea. Las formas superiores de vida, como el cuerpo humano, son bilateralmente simétricas.

La simetría pentagonal y la hexagonal son habituales encontrarlas en la naturaleza. La hexagonal aparece en las configuraciones estáticas que determinan a los seres inertes: panal de abejas, piedras de basalto, cristales de nieve... estructuras que crecen por aglutinación de unidades independientes y del mismo tamaño. Sin embargo la pentagonal es exclusiva de los seres vivos: estrellas de mar, erizos, flores...

A principios de s. XX D'Arcy Thompson desarrolla la morfología o ciencia de las formas. Descubre que el árbol debe cada una de sus curvas al material del que está hecho y la acción de la gravedad. El ángulo que toman sus ramas saliendo del tronco se asemeja a una curva logarítmica. Sus hojas se disponen según una serie predeterminada de números y su máxima altura está determinada por las leyes de la semejanza y la similitud. Toda su forma resulta de las fuerzas que operan contra él.

La evolución morfológica de algunos seres ha sido motivo de observación y de estudio para el hombre por eso ciertos objetos artificiales creados por él, como el diseño de las curvas del casco de un barco son semejantes a las de un cetáceo o tiburón.

Una de las formas geométricas presentes en la naturaleza de forma evidente es la esfera. Ésta es una forma geométrica con grandes propiedades, como por ejemplo, ser el área mínima posible de su volumen, aspecto muy ventajoso en cuanto al ahorro de espacio en la conservación de materia, como puede ser el caso de una naranja o una sandía. Esta forma está especialmente en medios en los que la gravedad es mínima o tiende a cero, como puede ser el espacio o el medio acuático. Así las pompas de jabón, los seres unicelulares, las burbujas de aire en el mar, algunos crustáceos, los planetas y las estrellas son algunos ejemplos.

Los estudios teóricos que han analizado el crecimiento y forma de los seres vivos, y por otro lado las creaciones artísticas en todas sus modalidades, aparecen recurrentemente proporciones comunes como es el caso de la sección áurea o divina proporción. Es difícil hablar de geometría y naturaleza sin nombrar a la proporción áurea que se establece entre dos segmentos

desiguales. Fue Vitrubio en el s. I a. de Cristo, el descubridor de dicha proporción presente en la naturaleza según la cual la relación entre el segmento a y b es la misma que hay entre el segmento a y c. El número razón que los relaciona es el número irracional $1,618\dots$, es el llamado número de oro. Ésta relación numérica se repite sorprendentemente en la naturaleza en el crecimiento de las flores y plantas, frutas (distancia entre las espirales de una piña, proporciones humanas (relación entre la distancia de la mano al codo y del codo al hombro) animales (cantidad de abejas macho y hembras en un panal) proporciones geométricas (relación entre el lado del pentágono y diagonal) estelares (órbita de Venus). Quizá esa sea la razón por la que nos resulta tan bella dicha proporción: aparece tanto en nuestro mundo que nos debe resultar visualmente familiar y armónica.

El hecho de aparecer repetida y misteriosamente en la naturaleza de modo tan abundante, le dio cierto aire enigmático y divino, (de ahí su nombre) como si alguien divino hubiera incluido esa proporción en sus creaciones. Durante el renacimiento y a partir de él, se usó de modo casi obsesivo en detrimento de una división simétrica, pues los grandes maestros consideraban que lo simétrico era estático y una división desigual como la proporción áurea dotaba a la obra de dinamismo y atractivo visual. Además, si Dios la había usado para sus creaciones, cómo no iba el hombre a utilizarla.

La serie de Leonardo Fibonacci: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ... guarda también relación con los aspectos estructurales de la naturaleza. Cada uno de estos términos es igual a la suma de los dos precedentes, es de propiedad aditiva como la serie de números áureos y de progresión geométrica.

Las hojas de una planta se cubren entre sí lo menos posible para un mejor aprovechamiento de la luz, lo mismo se aplica a las ramas que nacen del tronco, las hojas se desarrollan en posición de ligera rotación sobre la precedente, dando una pauta de crecimiento en espiral donde existe una relación numérica con la serie Fibonacci. Este hecho ya fue estudiado por Leonardo da Vinci: la filotaxia, que consiste en que las hojas se ordenan en el crecimiento según una hélice ascendente sobre el tallo, siendo éste su modelo de crecimiento geométrico.

Una forma geométrica muy reconocida en la naturaleza es la espiral presente en conchas marinas, cuernos de ovinos... que exhiben las características de la espiral equiangular con crecimiento desde un solo punto. El grado de incremento en el radio determina el tipo de espiral. Sobre los muchos tipos de espirales que existen en la naturaleza, domina la espiral logarítmica, equiangular o de proporción áurea, en la que cada incremento de la curva es proporcional a la distancia del punto central o a la distancia atravesada por la misma espiral.

Una de las fuerzas más importantes de la naturaleza es la forma en que el espacio queda dividido.

Cuando una materia está en proceso de formación se encuentra en estado orgánico semilíquido y sujetas a leyes de tensión superficial. La energía que cada superficie transmite a la contigua es un esfuerzo por equilibrar las fuerzas y crea una continuidad física entre ellas, siguiendo unas pautas definidas.

Examinando la red de nervaduras de una hoja vemos que casi nunca hay más de tres líneas que se reúnan en un punto determinado de intersección. Cuando una nervadura menor se une con otra mayor, el ángulo de intersección es de 90 grados, o sea, un equilibrio de fuerzas entre dos tamaños. Si se reúnen tres nervaduras del mismo tamaño, intentan crear un equilibrio resultando el ángulo ideal cercano a 120 grados.

En realidad, ninguna de las formas geométricas de la naturaleza está presente en toda su pureza. Todas ellas son aproximaciones. El ser humano es el que ha buscado un paralelismo mediante la similitud de las formas naturales y las formas geométricas puras aprendidas mediante la abstracción, pero sin duda, y por su gran parecido, pueden llegar a compararse.

La geometría está presente en el arte desde tiempos prehistóricos. Los pueblos primitivos demostraron una noción intuitiva de la geometría en cuanto a sus propias construcciones (la presencia del ángulo recto es muy abundante).

Los egipcios ya usaban el número de oro de forma indirecta. El triángulo sagrado, utilizado en construcciones, sus lados son proporcionales a los números enteros 3, 4, 5 en progresión aritmética. Otro triángulo egipcio, es el triángulo rectángulo, sus lados están basados en una progresión geométrica. En este triángulo la hipotenusa dividida por el cateto mayor es igual al cateto mayor dividido entre el menor. Es decir el cateto mayor es media proporcional de la hipotenusa y el cateto menor. Ambos triángulos han sido utilizados en las construcciones de las pirámides. Cada una de sus caras está formada por dos medios triángulos áureos.

Durante el esplendor de la civilización griega y romana, la geometría experimento uno de sus momentos álgidos, ya que se desarrolló de una manera muy rápida y efectiva en un corto periodo de tiempo gracias a sabios como Pitágoras y Euclides. Pitágoras se ocupó de las propiedades de los triángulos y los poliedros. La obra de Euclides ofrece el desarrollo de la geometría en Grecia, cuyo legado fue preservado por Roma y más tarde por el Islam. Euclides plasmó las ideas principales de sus teorías en una obra titulada Los elementos. En ella se presenta de manera formal, partiendo únicamente de cinco postulados, el estudio de líneas y planos, círculos y esferas, triángulos y conos, etc., es decir de las formas regulares. Uno de sus teoremas fue, por

ejemplo, que la suma de los ángulos interiores de cualquier triángulo es de 180 grados.

El número de oro va a regular la geometría de fachadas de templos, en especial los dóricos, como el Partenón de Atenas. Su presencia determina sus espacios y a sus dimensiones, cuya finalidad era corregir la percepción deformada del conjunto, debida al punto de vista bajo el que se miraba.

Tanto en escultura como en arquitectura se emplea el término canon que era un sistema de medidas que regulaba las proporciones utilizando como unidad de medida el pie en el caso de la arquitectura y, en especial para realizar la altura de las columnas y ,la cabeza en el caso de la escultura.

Vitruvio, arquitecto romano y personaje clave en la transmisión de la geometría griega afirma que simetría proviene de proporción, a partir de las medidas de una parte-un módulo- se construye una obra entera. Simetría y proporción son las bases en las que se asienta la geometría de sus diseños.

La cultura islámica desarrollo un arte basado en la geometría plana, que sustituía a la representación humana en la decoración. En especial destacan motivos geométricos que se entrelazan y que derivan en redes poligonales.

La simetría pentagonal se abusó abundantemente en la edad media como reguladora de alzados y plantas de catedrales góticas por lo que queda patente la utilización de la sección áurea.

Durante el renacimiento hay que destacar al arquitecto Filippo Brunelleschi que desarrolló durante el s. XV un trabajo de investigación en torno a la perspectiva basándose en el estudio del concepto de pirámide visual. Brunelleschi concibió la idea de que un plano que interceptase a una pirámide visual daría lugar a una representación en perspectiva, lo cual constituía la base geométrica de la pintura renacentista.

El artista más importante del renacimiento en Alemania fue Durero. Se interesó en el estudio de las teorías de la perspectiva, proyecciones, y puntos de fuga. Fue un gran maestro de la geometría descriptiva y proyectiva. Además, escribió tratados sobre la proporción humana basándose en aplicaciones sobre geometría. En ellos se refleja como dibujar una circunferencia en perspectiva, dibujar escorzos de personas realizando cuadrículas para facilitar el trazado.

Otro artista y gran estudioso de la geometría fue Leonardo da Vinci. Destacan sus estudios de pintura en los cuales defendió que había que respetar tres efectos principales a la hora de captar la realidad de una imagen: la disminución del tamaño del objeto al aumentar la distancia entre espectador y objeto, la pérdida de los contornos y con en dicho aumento, y por último, la existencia del traslapo (efecto producido por la superposición de un objeto con otro) y el escorzo.

La siguiente gran aportación de la geometría que influyó en los modos de representación de la realidad fue en el s. XVIII con el geómetra Gaspard Monge. Con su obra Geometría Descriptiva demostró que se podía representar objetos tridimensionales sobre el plano bidimensional a través de varios sistemas de representación en especial el sistema diédrico.

En el s. XIX Carl F. Gauss, matemático, físico y astrónomo alemán estudia de un modo novedoso las superficies curvas y sus propiedades. Establece la definición de geodésica (líneas pertenecientes a superficies curvas, como el ecuador terrestre) y trata los elementos fundamentales de estas superficies, contradiciendo los postulados de Euclides, dando lugar a una nueva concepción de geometría.

En el s. XX encontramos una gran aportación al mundo de la geometría, se trata de Le Corbusier. Arquitecto, urbanista, teórico de la arquitectura moderna y uno de los grandes arquitectos del s. XX. Sus ideas eran fruto de una reacción ante la sociedad eminentemente industrializada. Se interesó por las viviendas unifamiliares, por lo estético y a la vez funcional, basado en las formas puras y los colores esenciales. Las formas geométricas presentes en su obra son esencialmente el cubo y el ángulo recto.

Le Corbusier también diseñó un sistema de proporciones partiendo de la idea Vitrubio de un hombre de seis pies con el brazo extendido: el Modulor, basado en la proporción áurea. El sistema de medidas del Modulor definía el espacio que ocupa el hombre, y supuso un referente para el diseño, el espacio habitable y el mobiliario.

Por otro lado, las vanguardias artísticas tuvieron en más de una ocasión como protagonista a la geometría. Paul Cezánne declaró que todo en la naturaleza se modela según la esfera, el cono, y el cilindro. Hay que aprender a pintar sobre la base de estas figuras simples, después se podrá hacer todo lo que se quiera. Esta frase influyó en el movimiento artístico del cubismo, sobre todo en sus inicios, donde trataba de simplificar la naturaleza a través de elementos geométricos fundamentales. Otras vanguardias como el suprematismo la trataron de forma más directa, pues evitaba a las formas naturales para basarse en las geometrías puras.

También el constructivismo, movimiento de origen ruso y el neo-plasticismo, de origen holandés al que perteneció Piet Mondrian, recurrieron a la geometría de este modo directo, utilizando paralelogramos, prismas, rectas y puntos y aplicando colores puros.

En el campo de la arquitectura de este siglo, y atendiendo especialmente a aspectos geométricos y estructurales, es necesario nombrar al arquitecto Santiago de Calatrava, autor de la Ciudad de las Ciencias en Valencia. Su trabajo se basa en aspectos estructurales presentes en la naturaleza, ya que

han demostrado ser funcionales y eficientes en ella. Aprende de esas soluciones que la naturaleza ha dado por azar, y que han permanecido en el tiempo, precisamente por ser eficientes, y las transforma aplicándolas a problemas arquitectónicos modernos. Esa es la razón por la que el aspecto de sus construcciones recuerda en ocasiones a formas naturales, ramas, esqueletos, raíces...

La geometría es una de las cualidades propias tanto de la naturaleza como del mundo del arte por distintas razones, o quizá por la misma. La geometría en la naturaleza ha demostrado que es una de las ciencias más eficientes en cuanto a lo estructural y a lo funcional. En el mundo del diseño industrial, por ejemplo se considera a la naranja, la fruta, como el envase de fruta más perfecto del mundo, ya que lo produce la naturaleza, es de forma esférica, lo que le permite albergar el máximo jugo por el espacio que ocupa, contiene dos capas exteriores de un material que amortigua el golpe en caso de caer al suelo y no se rompa el envase, en su interior está distribuido por gajos, los mayores en forma de un octavo de circunferencia (lo que produce un octógono perfecto en su corte transversal), y éstos a su vez en mini-gajos en forma de prisma piramidal que son los que contienen en realidad el jugo de la fruta. La geometría está presente en la naturaleza y eso es lo que la hace más perfecta.

La presencia de la geometría en el arte, es quizá algo distinta, pero con la misma consecuencia. Su presencia es más pura, más geoméricamente perfecta y esto ha permitido construcciones sabias a lo largo de la historia, construcciones que han soportado cada vez más peso con menos material (como fue el paso del románico al gótico), obras más expresivas en su campo y nuevas visiones nunca antes vistas en el mundo de la pintura.

El ser humano ha sabido aprender de las soluciones naturales, ha conseguido apreciarlas, estudiarlas, y dominarlas, con el objetivo fundamental de aplicar las propiedades geométricas para sus creaciones, ya sea en el diseño de una vivienda, de un perchero o de una tarjeta de visita.

Bibliografía:

El devenir de las artes. Editorial Dorfler.

La geometría en las artes. Dan Pedoe. Editorial Gustavo Gili.

Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. Ghyca. Editorial Poseidón.

Geometría fractal de la naturaleza, Mandelbrot, Benoit Editorial Tusquets.

Geometría AAVV, Pirámide.

Fórmulas y propiedades geométricas. Izquierdo Asensi. Ed. 2005

Geometría moderna, AAVV, Addison, ed. 1999

Geometría para arquitectura, AAVV, UPV ed.2000

Artículos varios, Wikipedia enciclopedia virtual.