

TEMA 24.

Presencia de la geometría en la naturaleza y en el arte.
Aspectos estructurales. Panorámica histórica.

Autora: Zuriñe Fdz. de Carranza García

ESQUEMA/ ESTRUCTURA TEMA 24

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PRESENCIA DE LA GEOMETRÍA EN LA NATURALEZA	2
2.1. Formas geométricas en la naturaleza	2
2.2. Patrones geométricos en la naturaleza	3
2.2. Leyes geométricas en fenómenos naturales	4
2.3. Funciones estructurales y organizacionales	5
3. PRESENCIA DE LA GEOMETRÍA EN EL ARTE: PANORÁMICA HISTÓRICA	5
3.1. Presencia de la geometría en la Edad Antigua	5
3.2. Presencia de la geometría en la Edad Media	7
3.3. Presencia de la geometría en la Edad Moderna	9
3.4. Presencia de la geometría en la Edad Contemporánea	10
4. CONCLUSIONES	11
5. BIBLIOGRAFÍA	12

1. INTRODUCCIÓN

El término geometría, de origen griego, significa medición de la tierra (*geo= tierra+ metría= medida*). La geometría es una rama de las matemáticas que se enfoca en el estudio de las formas, las dimensiones, las estructuras y las propiedades del espacio. Se ocupa de las figuras, puntos, líneas, ángulos, superficies y cuerpos tridimensionales, así como de las relaciones espaciales entre ellos. Es decir, la geometría busca comprender y describir la disposición y las características de objetos en el espacio, utilizando conceptos como la medida, la distancia, la simetría, la transformación y la disposición relativa de elementos. Este campo de estudio tiene aplicaciones prácticas en diversas áreas, desde la física y la ingeniería hasta el arte y la arquitectura, que proporciona herramientas para analizar y representar formas y estructuras tanto en el mundo natural como en el creado por el ser humano.

La geometría, en su esencia, es un lenguaje que la naturaleza y el arte comparten. En la naturaleza, se manifiesta a través de patrones y estructuras que obedecen a leyes geométricas subyacentes, desde la espiral de una concha marina hasta la simetría de un pétalo de flor. Esta presencia geométrica revela un orden intrínseco que ha fascinado a científicos, artistas y filósofos a lo largo de la historia. De manera paralela, el arte, a lo largo de la historia, ha utilizado la geometría como una herramienta para expresar ideas, emociones y conceptos

estéticos. Desde las representaciones más antiguas hasta las vanguardias contemporáneas, la geometría ha sido un medio para estructurar y dar forma a las creaciones humanas. En este contexto, explorar la presencia de la geometría en la naturaleza y en el arte, permite comprender mejor la compleja relación entre la estructura natural, la expresión artística y la manera en que se interpreta.

2. PRESENCIA DE LA GEOMETRÍA EN LA NATURALEZA: ASPECTOS ESTRUCTURALES

La geometría en la naturaleza se vincula con la teoría matemática que estudia las formas, estructuras y patrones presentes en el mundo natural. Esta rama de la geometría abarca la observación y el análisis de figuras geométricas, simetrías, proporciones y procesos naturales que siguen principios matemáticos precisos. La teoría geométrica aplicada a la naturaleza **ayuda a comprender cómo se forman y organizan estructuras biológicas, cristales, formas geológicas y otros fenómenos naturales.** Esta teoría no solo aborda la descripción de los patrones geométricos presentes en la naturaleza, sino que también busca comprender los procesos subyacentes que generan estas formas y cómo influyen en el funcionamiento y la interacción de los seres vivos con su entorno.

2.1. FORMAS GEOMÉTRICAS EN LA NATURALEZA

Las formas geométricas en la naturaleza hacen referencia a las estructuras y configuraciones que se encuentran en el mundo natural y que presentan **características o figuras geométricas reconocibles.** Estas formas geométricas pueden ser simples o más complejas y variadas, pero mantienen propiedades y características definidas. Algunos ejemplos más significativos de estas formas geométricas son:

- a) **Formas poligonales:** las formas poligonales, tanto regulares como irregulares, son configuraciones geométricas que se encuentran en numerosos elementos de la naturaleza. Los polígonos regulares son figuras geométricas con lados y ángulos iguales, y los polígonos irregulares poseen lados y ángulos desiguales. Estas formas geométricas están ampliamente presentes en distintos aspectos naturales. Por ejemplo, el hexágono es uno de los polígonos más comunes y se manifiesta en una amplia gama de fenómenos y estructuras biológicas. Los pentágonos, menos frecuentes en la naturaleza, se encuentran en la conformación de algunas flores, donde la disposición de sus pétalos sigue estos patrones, además, en ciertos compuestos químicos, la estructura molecular puede adoptar configuraciones pentagonales. Las formas de cuadrados y rectángulos también se manifiestan en el mundo natural. Algunos minerales y rocas forman prismas con secciones transversales cuadradas o rectangulares, reflejando estas configuraciones geométricas. Los triángulos, por otra parte, se hallan en la estructura de algunas hojas y en la conformación de ciertos compuestos orgánicos. Aunque menos comunes, el octógono, rombo, paralelogramos, y demás formas poligonales, también se pueden observar en formaciones cristalinas y en estructuras de algunas plantas.
- b) **Formas poliédricas:** son sólidos tridimensionales que tienen múltiples caras planas, cada una unida a otras por aristas. Estas formas geométricas son evidentes en diversas estructuras naturales, como minerales y cristales. Por ejemplo, el tetraedro, con cuatro caras triangulares, se observa en la disposición molecular del diamante y en cristales de piritita. El cuubo o hexaedro se presenta en minerales como la piritita, así como en algunas

formaciones de rocas como las columnas basálticas. El octaedro, con ocho caras triangulares, se encuentra en ciertos cristales de fluorita y otros minerales. Por su parte, el dodecaedro, con doce caras pentagonales, y el icosaedro, con veinte caras triangulares, se visualizan se observan en ciertas estructuras cristalinas de algunos minerales y en algunas formas microscópicas. Estas formas poliédricas surgen, en mayor medida, de la organización molecular y cristalina de los minerales, revelando cómo los principios geométricos fundamentales están presentes en la conformación de estructuras naturales.

- c) **Formas esféricas:** son sólidos tridimensionales con superficies curvas y todos sus puntos equidistantes del centro. En la naturaleza, se encuentran en planetas, gotas de agua, burbujas, células y algunos frutos como las bayas, etc.
- d) **Formas cilíndricas:** tienen dos bases circulares paralelas conectadas por una superficie lateral curva. En la naturaleza, ejemplos de formas cilíndricas incluyen troncos de árboles, tallos de algunas plantas y estructuras como los huesos largos en animales.
- e) **Formas cónicas:** tienen una base circular que se estrecha gradualmente hacia un vértice. En la naturaleza, las coníferas como los pinos tienen piñas cónicas, y algunas flores presentan pétalos con forma cónica.

2.2. PATRONES GEOMÉTRICOS EN LA NATURALEZA

Los patrones geométricos en la naturaleza son **estructuras ordenadas que siguen principios matemáticos y geométricos en su diseño, disposición o comportamiento**. Estos patrones revelan una notable regularidad y simetría en diversas escalas y contextos dentro del mundo natural. Es decir, son arreglos o repeticiones regulares de formas geométricas, líneas o figuras en una disposición específica y repetitiva. La geometría en la naturaleza abarca una amplia gama de patrones, desde las más simples hasta las más complejas y, aunque es imposible enumerar todas debido a la diversidad y complejidad de los fenómenos naturales, a continuación, se exponen algunos de los patrones geométricos más comunes observados en la naturaleza:

- a) **Fractales en la naturaleza:** estructuras geométricas que exhiben **autosimilitud** a diferentes escalas, lo que significa que sus partes se asemejan a la estructura completa. Se encuentran en diversas manifestaciones naturales, como las líneas costeras o los sistemas de vasos sanguíneos y en la disposición de las ramas de árboles, etc.
- b) **Simetrías en estructuras biológicas:** en sus diversas formas (como la **simetría radial**, **bilateral** o **espiral**), es común en estructuras biológicas. Se observa en la disposición de los pétalos de las flores, la simetría bilateral de animales como mariposas y humanos, y en la estructura cristalina de muchos organismos microscópicos. Esta simetría no solo contribuye a la estética, sino que también a menudo está vinculada a la función biológica y a la eficiencia estructural, que se desarrollará en el último apartado de este epígrafe.
- c) **Secuencias Fibonacci y proporción áurea ¹:** una serie numérica en la que cada número es la suma de los dos anteriores (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13...). Esta secuencia se encuentra en

¹ La **proporción áurea** y la **secuencia de Fibonacci** están estrechamente relacionadas. La proporción áurea surge de la secuencia de Fibonacci cuando se toman los cocientes sucesivos de los números adyacentes en la secuencia. A medida que los números de Fibonacci aumentan, la relación entre ellos tiende a acercarse al número áureo, aproximadamente 1.618. Es decir, en la secuencia de Fibonacci (donde cada número es la suma de los dos anteriores: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...), si se toman números consecutivos y se calcula la relación entre ellos (por ejemplo, 13/8, 21/13, etc.), estos cocientes tienden a acercarse al valor de la proporción áurea (1.618).

varios elementos naturales, como flores con pétalos en números de Fibonacci (3, 5, 8), patrones en piñas y conos, conchas de caracoles, etc.

- d) **Espirales y espiral logarítmica:** patrón geométrico que se encuentra en diversos elementos naturales, como en conchas marinas, en el crecimiento de cuernos de animales y en la disposición de las semillas en girasoles. Se caracteriza por un crecimiento en el que la separación entre las vueltas de la espiral aumenta en proporción logarítmica a medida que se aleja del centro.
- e) **Patrones de ondas y crestas:** se refieren a la forma en que las ondas se extienden o se manifiestan en diferentes fenómenos naturales. Estos patrones están caracterizados por la presencia repetida de picos y valles a medida que las ondas se propagan a través de un medio, como el agua, el aire o incluso la Tierra. Estos patrones se observan en fenómenos como las olas del mar, las vibraciones sísmicas durante un terremoto, las ondas sonoras en el aire y hasta en fenómenos ópticos como la luz.
- f) **Patrones de celdas y panel:** representan patrones geométricos de estructuras hexagonales. Estos patrones se encuentran en diversos elementos naturales, como los panales de abejas, cristales minerales, estructuras geológicas o la formación de copos de nieve. Su presencia destaca la eficiencia estructural y la estabilidad inherente de esta geometría en diferentes aspectos de la naturaleza, mostrando cómo este patrón específico se repite y se adapta en varios contextos naturales.
- g) **Patrones de vuelo y migración:** los patrones geométricos en los comportamientos de vuelo y migración de diversas especies animales revelan estrategias de supervivencia y eficiencia, brindándoles ventajas adaptativas y estratégicas en sus entornos naturales. Las formaciones en "V" que adoptan aves migratorias, los enjambres de insectos, o el movimiento de especies marinas, representan un claro ejemplo.

2.2. LEYES GEOMÉTRICAS EN FENÓMENOS NATURALES

Las leyes geométricas en fenómenos naturales son los **principios matemáticos subyacentes que rigen la organización, formación o comportamiento de esos patrones geométricos** (formas y estructuras repetitivas, expuestos en el apartado anterior). Estas leyes describen **cómo y por qué** se forman ciertos patrones, como las leyes que gobiernan la formación de cristales, la disposición de las hojas en una planta o las estructuras en formaciones geológicas.

Por ejemplo, los fractales (que se han expuesto en el apartado anterior), son un tipo de patrón geométrico que exhibe auto semejanza a diferentes escalas. Las leyes geométricas aquí se refieren a los principios matemáticos que describen cómo estos se forman y se repiten a diferentes niveles de magnificación, como la ecuación matemática detrás de la estructura f.

Otro ejemplo claro, que se explica en la bibliografía específica, es la cristalización, un fenómeno natural donde átomos o moléculas se ordenan en estructuras cristalinas, sigue leyes geométricas fundamentales. Estas leyes abarcan la simetría de los cristales, reflejada en sus caras y ángulos, así como la constancia y proporcionalidad de estos ángulos y longitudes de caras en relación con la red cristalina. Estas leyes geométricas explican la regularidad y la simetría en la forma de los cristales, evidenciando cómo la geometría subyace en la formación de las estructuras cristalinas presentes en la naturaleza.

2.3. FUNCIONES ESTRUCTURALES Y ORGANIZACIONALES

Los patrones geométricos presentes en el mundo natural no son meramente estéticos, sino que ejercen **funciones prácticas y organizativas** esenciales en la forma en que se estructuran y funcionan diferentes elementos en la naturaleza. Es decir, estos patrones geométricos, expuestos anteriormente, no son aleatorios. Más bien, están intrínsecamente relacionados con la adaptación, la eficiencia estructural, la optimización de recursos y la funcionalidad biológica.

Los patrones geométricos en la naturaleza desempeñan roles esenciales para la eficiencia estructural, la adaptación biológica, la optimización de recursos, la funcionalidad y la interacción con el entorno. Por ejemplo, la disposición hexagonal en colmenas de abejas maximiza el espacio y los recursos (eficiencia estructural), mientras que la geometría en estructuras biológicas como hojas de plantas o escamas de peces está vinculada a la adaptación y supervivencia al capturar luz solar o brindar protección. Asimismo, la organización geométrica de células en tejidos facilita la distribución eficiente de recursos, nutrientes y oxígeno en este caso. En términos de funcionalidad biológica, los patrones geométricos en estructuras como redes vasculares permiten el transporte correcto de sustancias vitales. Además, la naturaleza utiliza la geometría para atraer polinizadores o repeler depredadores mediante patrones y colores específicos, mostrando la interconexión entre la forma geométrica y la función biológica para la supervivencia y el éxito en entornos naturales.

3. LA PRESENCIA DE LA GEOMETRÍA EN EL ARTE: PANORÁMICA HISTÓRICA

A través de los siglos, la geometría ha estado presente en la producción artística, y se observa en todas las manifestaciones artísticas, en la arquitectura, en la escultura, en la pintura, en la artesanía, el diseño, etc. El arte ha buscado en la geometría una referencia, una **búsqueda de la belleza final (proporción, ritmo, simetría, crecimiento armónico)**.

Así pues, la presencia de la geometría en el arte es un fenómeno innegable que ha evolucionado y se ha reinventado a lo largo de los siglos, mostrando su importancia como elemento creativo y expresivo en todas las épocas artísticas. A continuación, se realiza un breve resumen de la panorámica histórica de los momentos más relevantes y el uso que cada estilo artístico o civilización ha realizado de la geometría.

3.1. EDAD ANTIGUA

La geometría fue un elemento trascendental y universal que desempeñó un papel crucial en la arquitectura, escultura y pintura principalmente. En todas estas civilizaciones, la precisión geométrica no solo fue una **herramienta técnica**, sino también un **símbolo de perfección y orden divino**. La aplicación meticulosa de proporciones, simetría y formas geométricas en estas obras no solo reflejaba habilidades técnicas avanzadas, sino que también buscaba transmitir un sentido de **armonía y belleza** (*se vincula a la proporción, temas 8 y 9*) que trascendía las expresiones artísticas. Esta importancia universal de la geometría en el arte antiguo sentó las bases para su continuo uso y exploración a lo largo de la historia del arte. En este periodo se incidirá en las civilizaciones más significativas: el Antiguo Egipto y las civilizaciones clásicas (Grecia y Roma). Sin olvidar que existieron muchas otras civilizaciones en la antigüedad, siendo imposible abarcarlas en este tema.

3.1.a. GEOMETRÍA EN EL ARTE EGIPCIO

El arte egipcio, está intrínsecamente vinculado a la geometría en sus diversas expresiones. La arquitectura de los templos y pirámides exhibe una precisión geométrica notable. Por ejemplo, las pirámides, en particular, presentan una simetría perfecta en sus caras y ángulos, reflejando un conocimiento avanzado de la geometría. Los relieves y jeroglíficos también se basaban en patrones geométricos, utilizando líneas rectas y ángulos precisos para representar la vida cotidiana, la mitología y las creencias religiosas. La **simetría y la proporción geométrica** eran elementos fundamentales en la creación de esculturas y pinturas, donde las figuras humanas y divinas se representaban con proporciones idealizadas y simétricas. Se podría decir que la precisión geométrica estaba vinculada a la perfección divina y la eternidad.

3.1.b. GEOMETRÍA EN EL ARTE GRIEGO

Por otro lado, en las **civilizaciones clásicas**, la geometría fue un pilar fundamental, arraigado en los ideales estéticos y filosóficos antropocéntricos de la época. Los griegos tenían una obsesión por la perfección y la armonía en todas las formas de arte, especialmente en la representación figurativa. Así pues, la búsqueda de la belleza ideal y la perfección estética se manifestó a través de principios geométricos y matemáticos.

La arquitectura griega, representada por templos, se basaba en principios geométricos precisos, como la aplicación de proporciones áureas y la utilización de diferentes órdenes arquitectónicos (dórico, jónico y corintio), resultando en estructuras equilibradas y visualmente atractivas. Los escultores griegos, aplicaron la geometría en la representación de la figura humana, buscando la **simetría y proporciones ideales** basadas en la sección áurea, lo que dio lugar a esculturas que buscaban capturar la **belleza y perfección geométrica**. En la pintura, aunque hay pocos ejemplos, se evidencia la aplicación de la perspectiva geométrica para representar el espacio y proporciones en las figuras. Una de las aplicaciones de la geometría más significativa es el conocido como "*estilo geométrico*" empleado en la decoración cerámica. Este estilo presenta motivos pintados con formas geométricas como trazos rectilíneos, rombos, triángulos, reticulados, círculos, zigzags, etc., que reflejan el interés de los griegos por la geometría en todas las expresiones artísticas.

Es importante mencionar que, a lo largo de este periodo histórico, resaltaron numerosos estudiosos que vinculaban las artes o la filosofía con la ciencia, entre los que se puede destacar a **Fidias, Tales de Mileto, Pitágoras, Euclides**, entre muchos otros.

Fidias, el renombrado escultor, se destacó no solo por su maestría en la escultura, sino también por su aplicación de la geometría en sus obras. Se cree que Fidias utilizó proporciones geométricas y principios matemáticos en la creación de sus esculturas, especialmente al esculpir figuras humanas.

De manera paralela, a Tales de Mileto se le atribuye el teorema de Tales, que se centra en las propiedades geométricas de los triángulos. Su enfoque en la geometría, sus teoremas y la aplicación práctica de principios matemáticos, ha influenciado el desarrollo del pensamiento geométrico en el arte de diversas civilizaciones coetáneas y posteriores.

Por otro lado, Pitágoras o Euclides son más conocidos por su contribución a las matemáticas que al arte, pero, influyeron en la estética y el pensamiento artístico griego. Sus discípulos

creían en la importancia de la armonía, las proporciones y las relaciones numéricas en la naturaleza y en el arte.

La geometría no solo fue una herramienta técnica, sino un lenguaje estético que definió el ideal de belleza y armonía en el arte griego. Estos principios geométricos no solo marcaron una época, sino que perduraron como influencia duradera y norma en el arte posterior.

3.1.C. GEOMETRÍA EN EL ARTE ROMANO

Los romanos adoptaron muchos aspectos del arte griego, incluyendo los estudios matemáticos, geométricos aplicados al arte, ordenes arquitectónicos etc., aunque desarrollaron sus propios estándares artísticos. Su enfoque era más **realista y funcional**, en comparación con la civilización que le precedía, pero aún se basaba en principios de simetría, armonía y proporción geométrica. Se destaca en este periodo a **Vitruvio**, arquitecto, escritor, ingeniero y tratadista romano, quien defiende la geometría como un valiosísimo instrumento para los arquitectos y hace un exhaustivo estudio matemático-geométrico de la construcción de los templos y de sus relaciones de proporción.

En la arquitectura, los romanos heredaron y refinaron las técnicas griegas, incorporando la geometría en la construcción de edificaciones como arcos, acueductos, anfiteatros y templos. El uso de arcos semicirculares y bóvedas cilíndricas evidencia su dominio en la aplicación de principios geométricos para crear estructuras monumentales.

En escultura o representaciones figurativas, la simetría y la proporción seguían siendo fundamentales para lograr la representación detallada y armónica de las obras. Aunque su estilo era más realista y menos idealizado que el griego, los artistas romanos aún utilizaban la geometría en la elaboración de bustos, estatuas y relieves.

Además, cabe destacar que los romanos empleaban **patrones geométricos en la creación de mosaicos** para decorar sus pisos y paredes. Utilizaban formas como cuadrados, triángulos y rombos, organizados en diseños repetitivos que exhibían simetría y precisión geométrica.

Así pues, aunque su enfoque no era tan teórico como en la Grecia clásica, la geometría continuó siendo un elemento esencial en el arte romano, contribuyendo a la estructura, la estética y la elaboración técnica de sus creaciones artísticas y arquitectónicas.

3.2. EDAD MEDIA

En el arte de la Edad Media la relación entre geometría y arte se evidenció en la arquitectura principalmente, que se extendió a la ornamentación de manuscritos iluminados y obras decorativas, empleando **patrones geométricos intrincados que conferían simetría y equilibrio a los diseños**, revelando la importancia de la geometría como herramienta técnica y estética en la creación artística medieval. Incluye distintos periodos y diferentes movimientos artísticos, con distinta difusión geográfica.

3.2.A. GEOMETRÍA EN EL ARTE ROMÁNICO

El arte románico, arraigado en la Europa medieval, refleja una presencia geométrica sutil pero fundamental en su expresión artística. Su arquitectura, caracterizada por la solidez y la robustez, presenta una disposición simétrica y una distribución ordenada de elementos estructurales. Los gruesos muros, arcos semicirculares y bóvedas de cañón revelan una búsqueda de proporciones y equilibrio, aunque de manera menos elaborada que en estilos

posteriores como el gótico. En la escultura y decoración románica, los motivos geométricos, aunque menos significativos que en épocas posteriores, se hacen presentes en los capiteles, tímpanos y frisos. Formas entrelazadas, rombos y círculos adornan las superficies, aportando una **ornamentación que sigue patrones simétricos y geométricos**, aunque de manera más simplificada. Por otro lado, en las pinturas murales y frescos de la época, se observa un empleo discreto de formas geométricas simples, como círculos y líneas, utilizadas para **enmarcar escenas religiosas y estructurar las composiciones artísticas**. Estos elementos geométricos contribuyen a la identidad estética de la época.

3.2.B. GEOMETRÍA EN EL ARTE GÓTICO

El arte gótico, se distinguió por su arquitectura innovadora, buscando la verticalidad y la luminosidad, que muestra una **presencia más sofisticada de la geometría** en su expresión artística. En la arquitectura gótica, especialmente en las catedrales, la geometría se convierte en una herramienta fundamental. Los arcos apuntados, las bóvedas de crucería y los rosetones exhiben una cuidadosa planificación geométrica, utilizando la proporción áurea y relaciones numéricas para alcanzar alturas impresionantes y espacios luminosos.

La escultura gótica y la ornamentación revelan una mayor complejidad geométrica en comparación con el románico. Los detalles de las gárgolas, los pináculos y tracerías muestran formas geométricas más elaboradas, como arcos conopiales y reticulados, que contribuyen a la ornamentación simétrica y ordenada de las estructuras. En las vidrieras y pinturas góticas, la geometría se utiliza para **crear composiciones** más dinámicas y simbólicas. Los juegos de luz a través de las vidrieras coloreadas, con sus complejos diseños basados en formas geométricas, otorgan una belleza simbólica a los espacios interiores de las catedrales.

3.2.C. GEOMETRÍA EN EL ARTE ISLÁMICO

El arte islámico se distingue por su arraigada integración de **la geometría como un pilar esencial en su expresión estética**. Esta influencia geométrica se manifiesta de manera destacada en la arquitectura, donde mezquitas y palacios exhiben diseños geométricos en sus estructuras. Los elaborados patrones de azulejos, tracerías y arabescos crean composiciones geométricas simétricas y repetitivas, transmitiendo una sensación de orden y perfección matemática que refleja la trascendencia divina.

Basado en el concepto de unidad y armonía, utiliza formas geométricas como círculos, estrellas y polígonos, junto con simetrías complejas, para componer elaborados diseños. La proporción geométrica rigurosa es empleada meticulosamente en mosaicos, caligrafía, arquitectura y arte decorativo, no solo como una expresión estética, sino también como un reflejo de la unidad y la trascendencia divina en el mundo material.

Otra de las reglas fundamentales de este arte es el aniconismo, es decir, que prohíbe la representación de imágenes o ídolos de seres vivos, por lo que, no hay estudios en lo que al cuerpo humano en el arte se refiere, **dándole más importancia a la ornamentación geométrica, frente a la figuración**.

Es tal, la relevancia de la geometría en el arte islámico, que existe un término específico para denominar la decoración geométrica específica de este estilo: "lacería", que consiste en patrones entrecruzados o calados formados por líneas geométricas, típicamente utilizando estuco, madera, o ladrillo tallado.

3.3.A. GEOMETRÍA EN EL ARTE RENACENTISTA-NEOCLÁSICO

El Renacimiento fue una época donde la geometría adquirió un **papel fundamental en el arte, la arquitectura y la ciencia**. El interés por la proporción y la perspectiva se intensificó, y las teorías fueron ampliamente cultivadas por numerosos artistas siguiendo los modelos clásicos. Estos artistas utilizaron los **principios geométricos clásicos, retomando los cánones de belleza de la antigua Grecia y Roma, donde la perfección residía en la proporción matemática y la simetría**.

En la arquitectura, se adoptaron principios matemáticos precisos, como la proporción áurea y los estudios de Vitruvio, para crear estructuras armoniosas y equilibradas. Utilizaron proporciones basadas en **razones matemáticas y geométricas** para diseñar edificios que reflejaran una belleza ideal. El uso de columnas, arcos y cúpulas se basaba en proporciones específicas, como el módulo, que permitían crear composiciones simétricas y elegantes. La **simetría, la proporción áurea y la búsqueda de la perfección matemática y estética** fueron fundamentales en la arquitectura renacentista, representando una época de profundo estudio y aplicación rigurosa de las proporciones en la creación de espacios arquitectónicos.

Es importante destacar que, en el Renacimiento, se produjo un cambio significativo hacia la valoración del "genio" individual y la concepción del artista como un creador inspirado y único. Estos artistas eran vistos como visionarios que ejercían un control creativo total sobre sus obras, en lugar de seguir estrictamente las tradiciones y normas de los gremios. Esta transformación marcó el surgimiento del artista como **figura independiente, multidisciplinar y creativa**, con una visión y reconocimiento propios. Estos artistas del renacimiento llevaron a cabo investigaciones minuciosas de la perspectiva y la anatomía humana para mejorar la representación realista en sus obras, aplicando estos conocimientos en sus pinturas y esculturas; exploraron la relación entre las proporciones geométricas y la representación visual, representando figuras con proporciones equilibradas y simétricas, basada en la observación anatómica precisa, reflejando una búsqueda por capturar la perfección y la armonía en el arte. Todos estos conceptos fueron plasmados en sus tratados y obras. Además, en la ciencia y las matemáticas, figuras importantes como Galileo Galilei y Johannes Kepler aplicaron principios geométricos en sus investigaciones y descubrimientos, contribuyendo al **avance del conocimiento científico** durante este periodo histórico.

Así pues, la geometría se convirtió en una herramienta esencial en todas estas disciplinas durante el Renacimiento, marcando una época donde el arte, la arquitectura y la ciencia se entrelazaron profundamente con la comprensión y el uso de los principios geométricos. Posteriormente, en el siglo XVIII, con el **Neoclasicismo**, se retomarán estos ideales clásicos.

3.3.B. GEOMETRÍA EN EL ARTE BARROCO

El arte barroco se caracterizó por su dramatismo, dinamismo y exuberancia, alejándose de la simetría y los principios geométricos clásicos del Renacimiento. A menudo, **desafiaba las reglas tradicionales de proporción y simetría en favor de la ornamentación excesiva y efectos visuales impactantes**. Se jugaba con contrastes, usando elementos arquitectónicos para crear ilusiones ópticas y dramatizar la experiencia espacial. La proporción ideal ya no se regía por principios geométricos o matemáticos estrictos como en el Renacimiento, sino que se utilizaba de manera más libre para crear **impacto visual y emocional**. En lugar de seguir una simetría perfecta, se buscaba el movimiento, la sorpresa y la teatralidad, a menudo a

través de la exageración de formas y dimensiones. Pero, a pesar de su inclinación hacia la emotividad y el dinamismo, el arte barroco aún mantenía ciertos elementos geométricos en su estructura y composición, aunque de manera más libre y menos enfocada en la perfección matemática que períodos anteriores.

3.4. EDAD CONTEMPORÁNEA

3.4.A. GEOMETRÍA EN EL ARTE DE LOS SIGLOS XIX- XX- XXI

A partir del siglo XIX empiezan a aparecer numerosos movimientos artísticos con concepciones estéticas distintas. Se aprecian estéticas fugaces, la mayoría de componente ecléctico, que se contraponen a otras anteriores o que buscan sus recursos en periodos precedentes. Así pues, la geometría en el arte **tomó direcciones diversas y reflejó un amplio espectro de enfoques artísticos**. A continuación, se resume el enfoque que los movimientos más significativos dan a los principios geométricos en el arte:

- El siglo XIX marcó una transición en las tendencias artísticas, donde la geometría comenzó a verse desde dos perspectivas distintas. Por un lado, persistió como un recurso formal en ciertos contextos artísticos que abrazaban la tradición clásica, y por otro, fue desafiada por movimientos que priorizaban la expresión personal y la representación de la vida cotidiana por encima de las estructuras geométricas rígidas.
 - **Estilos tradicionales/ historicistas:**
Se caracterizaron por su evocación y reinterpretación de estilos artísticos del pasado. En términos geométricos, se buscaba emular las características estilísticas de diferentes periodos anteriores, adaptándose según la interpretación artística del artista. Se pueden resaltar dentro de esta categoría, estilos como el **Neoclasicismo** (que, como se ha mencionado anteriormente, adoptaron principios geométricos del arte clásico: simetría, proporción, orden y armonía); el **Neomudéjar** (que recoge los principios geométricos del arte islámico); o **Neogótico**, entre muchos otros.
 - **Estilos de rupturas tradicionales/ industrial:**
Rompen con convenciones tradicionales y se enfocan en la innovación, la simplicidad y la experimentación. La geometría en esta corriente se basó en principios de equilibrio y armonía, aunque desafiando las proporciones clásicas. Se pueden resaltar dentro de esta categoría, estilos como el **Romanticismo** y el **Realismo**, que alejaron la atención de la geometría clásica, enfocándose más en la expresión emocional y en representar la realidad cotidiana, dejando de lado la rigidez geométrica en busca de una mayor espontaneidad y naturalidad. También destaca el **art Nouveau** o **Modernismo**, donde se exploraron nuevas formas, geometrías y proporciones no convencionales, priorizando la funcionalidad y la expresión de la era industrial de este momento. Se emplearon proporciones asimétricas, líneas puras y volúmenes abstractos para crear composiciones arquitectónicas que reflejaban el espíritu progresista de la época. La proporción en el modernismo se volvió más flexible y experimental, buscando romper con la simetría clásica en favor de la innovación y la expresión creativa.
- Los siglos XX y XXI presenciaron una transformación radical en la forma en que la geometría se integró y se exploró en el arte. Desde movimientos vanguardistas hasta el arte contemporáneo, la geometría adquirió un papel destacado en varias expresiones

artísticas. Las más destacadas son, por un lado, el **Cubismo**, que desafió las normas convencionales al descomponer formas en elementos geométricos, presentando múltiples perspectivas en una sola imagen y cuestionando la representación espacial tradicional. El **Constructivismo**, **Neoplasticismo** y el **Suprematismo**, que exploraron la abstracción geométrica y la simplicidad de formas básicas, enfatizando la relación entre el arte y la sociedad moderna. El uso de la geometría se expandió aún más en el **arte conceptual y contemporáneo** (Op art, Minimalismo, etc.), donde los artistas emplean la geometría en instalaciones, esculturas, pinturas y medios digitales, fusionando lo analógico y lo digital para explorar conceptos más amplios y complejos. La geometría, en el siglo XX, se convirtió en un medio no solo para representar la realidad, sino también para desafiarla, expresar ideas abstractas y explorar nuevas dimensiones estéticas y conceptuales. *(veremos más ejemplos en la presentación)*

Para finalizar, es importante resaltar, la influencia de los principios geométricos en la arquitectura más específica del siglo XX. **Le Corbusier**, reconocido arquitecto y diseñador, abrazó la geometría como principio fundamental en su enfoque arquitectónico. Propuso el Modulor, un sistema de proporciones basado en la estatura humana, donde la figura humana con un brazo levantado se convirtió en una guía para el diseño arquitectónico de la época. Este sistema buscaba armonizar las dimensiones humanas con la geometría en los edificios, permitiendo proporciones que se adaptaran a la escala y la comodidad del usuario. Además, Le Corbusier abogaba por la **claridad geométrica y la simplicidad en las formas**, incorporando principios matemáticos como la proporción áurea para crear composiciones equilibradas y visualmente armoniosas. De manera paralela, en la **Bauhaus**, enfatizaban la importancia de la geometría en el diseño, la arquitectura y las artes visuales. Esta escuela abrazó las formas geométricas simples y limpias, y la búsqueda de la funcionalidad a través del diseño basado en la geometría y la experimentación con formas abstractas.

4. CONCLUSIONES

La presencia de la geometría, tanto en la naturaleza como en el arte, abarca aspectos estructurales y significados profundos. En la naturaleza, la geometría se manifiesta en patrones precisos que organizan elementos, que, a su vez, reflejan eficiencia y funcionalidad, evidenciando la adaptación a las leyes geométricas para optimizar procesos biológicos.

En el arte, la geometría desempeña un papel vital en la composición y estética. Desde la proporción áurea hasta la simetría, la geometría se utiliza para crear armonía visual y transmitir significados. Los artistas emplean formas geométricas para estructurar obras, explorar conceptos abstractos o representar principios matemáticos en la expresión creativa. Esta interconexión entre geometría, naturaleza y arte revela la profundidad conceptual y la belleza inherente a la geometría en múltiples facetas de la vida humana y natural.

De manera paralela, tal y como indica Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE) y *(añadir el decreto específico de cada comunidad)*; entre los contenidos que, como docentes de la materia de Educación Plástica Visual y Audiovisual (EPVA), se han de impartir, se encuentran los elementos y trazados básicos geométricos, formas geométricas planas o la geometría en el arte y la naturaleza. Los conocimientos explicados en este tema serán abordados con nuestro alumnado en reiteradas ocasiones.

Pero, además, en este tema se ha expuesto como las matemáticas, la biología o la geología están estrechamente vinculados con el arte, pudiendo **trabajar de manera interdisciplinar** con otras materias del curso escolar para expresar y desarrollar un lenguaje artístico y obtener un aprendizaje más significativo en las diferentes áreas lectivas a través de la educación artística.

BIBLIOGRAFÍA

Buhigas Tallon, J. (2008) *La divina geometría: un viaje iniciático a la geometría sagrada al alcance de todos*. Editorial: La Esfera De Los Libros, S.L. Madrid.

Evita, E.; Sihombing, J. (2023) *Estudio de las formas geométricas, la proporción y la escala*. Madrid, Ediciones Nuestro Conocimiento

Giralt, D. (1997) *Breve historia del arte*. Ediciones Globo. Madrid.

Gombrich, E. H. (1959) *Historia del Arte*. Londres: Editorial Phaidon

López de Silanes Valgañón, I. (2021) *Arte y matemática: Elementos de geometría sagrada*. Editorial universitaria: Aula Magna: Proyecto Clave

Skinner, S. (2013) *Geometría Sagrada*. Madrid: Gaia Ediciones.

Wade, D. (2017) *Geometría y arte. Influencias matemáticas durante el Renacimiento (ciencia)*. Madrid: Editorial LIBRERO IBP.