

Historias de Matemáticas

Ritmos, arte y geometría

Rhythms, art and geometry

Jesús Alonso Trigueros

Revista de Investigación



Volumen XII, Número 1, pp. 085-137, ISSN 2174-0410
Recepción: 12 Sep'22; Aceptación: 31 Mar'22

1 de abril de 2022

Resumen

La música y el arte constituyen dos de las formas de comunicación más íntimas y a la vez más universales del ser humano. A través de ellas se pueden descubrir realidades espirituales que ningún otro lenguaje es capaz de expresar en toda su magnitud.

El ritmo es el elemento motor de la música. Históricamente, constituyó, con todo tipo de instrumentos rudimentarios como medio, la primera expresión musical organizada del hombre primitivo. Musicalmente hablando, el ritmo es la expresión de la duración de los sonidos. Por supuesto, así como no todos los sonidos tienen la misma intensidad, tampoco todos los sonidos se prolongan durante un mismo tiempo. Además, el ritmo es el elemento musical clave que se utiliza para distinguir todos los estilos o géneros musicales. El uso de la secuencia rítmica como base de la composición se puede aplicar también a cualquier otra manifestación del arte. Es precisamente esa secuencia rítmica quien proporciona una determinada personalidad a la obra de arte. Los silencios también son ritmos, igual que sucede en el lenguaje hablado. Es necesario recurrir a pausas o silencios que ayuden a la mejor comprensión del texto o de cualquier manifestación artística.

En el arte es posible encontrar relaciones que establecen medidas de unidad, de forma similar al compás musical. Así, de la misma manera que el compás divide una composición en partes de igual duración, estableciendo un orden periódico y regular, en la pintura o en la escultura se pueden establecer proporciones y secuencias de acuerdo a determinados patrones que evolucionan y, a veces, se repiten. Estos patrones tienen una caracterización geométrica a veces evidente y otras de difícil apreciación.

En este artículo se hace un recorrido por distintas manifestaciones del arte, ya sea pintura, escultura, fotografía, moda, arquitectura, ingeniería, artes decorativas y otras, recogiendo sus relaciones con los ritmos musicales y sus características geométricas.

Palabras Clave: Ritmo, Arte, Geometría, Poliedro, Razón Áurea, Diseño, Proporción, Belleza, Música, Guitarra, Ramirez, Caruncho, Nok, Akhuansi, Fibonacci, Números, danza, moda.

Abstract

Music and art constitute two of the most intimate and at the same time most universal forms of communication of the human being. Through them you can discover spiritual realities that no other language is able to express in all its magnitude.

Rhythm is the driving force behind music. Historically, it constituted, with all kinds of rudimentary instruments as a medium, the first organized musical expression of primitive man. Musically speaking, rhythm is the expression of the duration of sounds. Of course, just as not all sounds have the same height, neither do all sounds last for the same time. In addition, rhythm is the key musical element that is used to distinguish all musical styles or genres.

The use of rhythmic sequence as the basis of composition can also be applied to any other manifestation of art. It is precisely this rhythmic sequence that provides a certain personality to the work of art. Silences are also rhythms, just as they are in spoken language. It is necessary to resort to pauses or silences that help to better understand the text or any artistic manifestation.

In art it is possible to find relationships that establish measures of unity, similar to the musical compass. Thus, in the same way that the compass divides a composition into parts of equal duration, establishing a periodic and regular order, in painting or sculpture proportions and sequences can be established according to certain patterns that evolve and, sometimes, are repeated. These patterns have a geometric characterization sometimes evident and others difficult to appreciate.

This article takes a tour of different manifestations of art, whether painting, sculpture, photography, fashion, architecture, engineering, decorative arts and others, collecting their relationships with musical rhythms and their geometric characteristics.

Keywords: Rhythm, Art, Geometry, Polyhedron, Golden Ratio, Design, Proportion, Beauty, Music, Guitar, Ramirez, Caruncho, Nok, Akhuansi, Fibonacci, Numbers, dance, fashion.

1. La onda musical y el análisis de la belleza

1.1 El sonido

El sonido constituye un fenómeno tan habitual en nuestra vida cotidiana que acostumbra a pasar casi siempre inadvertido. Tanto que, a veces, ni tan siquiera se distingue la diferencia entre sonido y ruido.

El sonido, representa un fenómeno eminentemente físico. Su relación con otros sonidos es lo que le confiere su sentido musical; es decir, sólo cuando el sonido forma parte de una estructura que implique múltiples conexiones con otros sonidos podrán darse las condiciones para que exista la música.

El sonido se origina cuando un cuerpo entra en vibración. Por tanto, todo cuerpo elástico, puede originar sonido. Pero sólo cuando la vibración que produce el cuerpo sonoro sea regular y periódica se puede hablar de sonido. Si esta vibración no es regular, se habla entonces de ruido.

Cuando la vibración del cuerpo sonoro se propaga en el aire, se origina un movimiento ondulatorio y es en ese momento cuando se siente la sensación sonora en el oído.

La altura de un sonido depende de la velocidad de vibración y se denomina frecuencia. Un sonido será más agudo cuanto más alta sea su frecuencia y más grave cuanto más baja sea ésta.

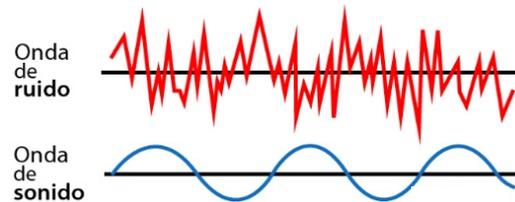


Figura 1. Gráfica del ruido y del sonido. Fuente: Auditorium, cinco siglos de música inmortal. 2002.

1.2 La representación de la belleza

Una aportación importante a esta idea es la del artista William Hogarth en su libro *Análisis de la belleza*, publicado en 1753. Se trata de un estudio de carácter empírico y demostrativo, con láminas grabadas a las que se alude continuamente en el texto. Hogarth defiende la importancia de la observación empírica frente a las actitudes que él había percibido con desagrado en los tratados de arte: la del filósofo, que habla de generalidades estéticas; la del erudito, que se refiere a hechos y anécdotas exteriores al arte; y la del académico, que trata del valor de las reglas y promueve la copia de los maestros antiguos.

El autor entiende que la verdadera razón de la belleza sólo puede hallarse investigando en la naturaleza y la encuentra en la curvatura natural del cuerpo humano, definiendo la línea que llama serpentina como la base de la hermosura. Hogarth busca ejemplos en la naturaleza, pero también en el arte y en los objetos cotidianos, lo que le permite valorar la pintura, la escultura y cualquier otro diseño atendiendo a su grado de adecuación al predominio de la curva serpentina. El autor considera, asimismo, que este principio gobierna también la danza y el teatro, artes regidas por el movimiento.

Para William Hogarth, a través del análisis de la línea curva de seres u objetos podemos determinar su grado de belleza o fealdad.

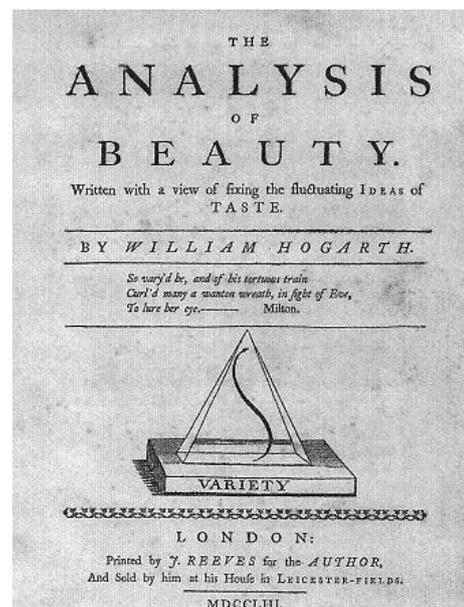


Figura 2. Portada del libro *Análisis de la belleza* de William Hogarth. 1753.



Figura 3. Apolo sauróctonos (matador de saurios). Praxiteles. Museo del Louvre, copia romana en mármol del siglo I-II, según original griego.



Figura 4. Venus de Milo. Museo del Louvre. Creada en algún momento entre los años 130 a.C y 100 a.C. Se desconoce su autor, pero se ha sugerido que pudiera ser obra de Alejandro de Antioquía.



Figura 5. Diana cazadora, Anne Hyatt Huntington. 1943. Jardines de la Facultad de Filosofía de la UCM. Foto: J. Alonso.

Hay muchos artistas que utilizaron la línea serpentina en sus obras, como Miguel Ángel, y también los clasicistas boloñeses del siglo XVII: Carracci y Guido Reni. Pero, sobre todo, está presente en la escultura antigua, así se puede observar en el Apolo de Belvedere, en el Laoconte, en el Hércules Farnesio, en la Venus de Milo, o en el Apolo Sauroctonos y en otras muchas obras de la antigüedad clásica.

No parece descabellado asociar la onda musical del sonido con la serpentina. Bastaría girar la figura 1 noventa grados y alargar la amplitud de la onda de sonido para convertirla en una serpentina. Tal vez esa sea la razón por la que para Hogarth, aunque la serpentina es de difícil descripción, éste la considera una forma sublime que se manifiesta en el cuerpo humano. Un objeto puede ser más bello y gracioso cuanto más curvado y retorcido esté. Si la línea serpentina además posee curvas espaciales que ocupan parte de su trazado, sugerirá un juego para la imaginación y la vista. Esto puede aplicarse a la forma humana, porque la mirada se anima a perseguir las líneas serpentinadas.

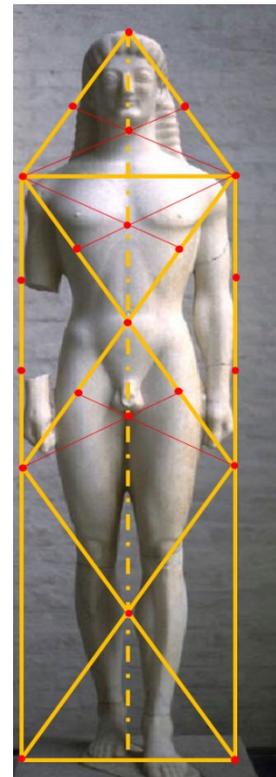


Figura 6. Apolo de Teneaa, 557-550 a.C. Museo de Munich. Geometría de elaboración propia.

Hay que tener en cuenta que las superficies de los objetos se estructuran en torno a líneas íntimamente conectadas. El constante uso de las líneas en el ámbito artístico ha provocado que creamos que éstas delimitan realmente a los objetos.

En contraste con todo ello, hay ejemplos del arte antiguo que podrían cuestionar el uso de la línea serpentina como fundamento de belleza. Así, por ejemplo, en la figura 6, se puede apreciar la hermosura que tiene la Imagen del Kuros de Tenea, expuesto en Munich (Alemania). También llamado Apolo de Tenea, se trata de una escultura que data del año 575 - 550 a.C. y que fue esculpida por algún artista de los talleres de Corinto, ciudad de la Antigua Grecia. En ella se pueden apreciar las proporciones de la figura, siguiendo lo que se podría llamar un ritmo geométrico que responde a una secuencia de triángulos que responde a un patrón que agrupa sucesivos polígonos triangulares desde la planta de los pies hasta el punto más alto de la escultura en la propia cabeza.



Figura 7. Alegoría de la Escultura. Gustav Klimt. 1989.
Trazados geométricos de elaboración propia.

Por tanto, no se puede, asegurar que haya una relación directa entre esa sensación de movimiento que ofrecen las figuras serpentinadas y las que no lo son. Tal vez, es más real el concepto de belleza de finales del siglo dieciocho, en el que se empieza a asistir a un proceso de subjetivación del concepto de belleza o, lo que es lo mismo, la belleza ya no es algo objetivo, sino que, por el contrario, la noción de belleza está en observador que lo mira.

Es representativo de este hecho la pintura denominada alegoría de la escultura, de Gustav Klimt (ver figura 7), donde el artista expresa en un mismo cuadro la belleza en la sensación de ritmo y movimiento que produce la intuición de la serpentina a la vez que muestra la inmensa belleza de la monumentalidad hierática de esculturas del mundo clásico que invitan a momentos de silencio. Así se puede observar en la obra una mujer desnuda girada, como si se tratara de una estatua, elegantemente adornada con un collar, un brazalete y una diadema, todo en oro. En su mano izquierda sostiene la escultura en bronce de la Victoria. Tras ella se pueden observar varias estatuas, a modo de columna, apreciándose el famoso espinario, la Atenea Partenos de Fidias y la cabeza de la Hera Ludovisi. Un sarcófago cierra la composición por la

parte superior. La admiración de los grandes artistas contemporáneos por el mundo clásico se pone claramente de manifiesto en esta obra.

El espinario es una escultura de bronce realizada originalmente en bronce en el siglo I a.C., pero de la que conocemos copias muy numerosas en bronce y mármol que están en numerosos museos como el de Roma, Londres, Florencia o el Museo del Prado y representa a un joven atleta sacándose una espina de un pie que apoya sobre una pierna, doblando el torso y la pierna para observar. La fama de la obra dio lugar a que la leyenda le considere como un homenaje a un joven corredor encargado de trasladar un mensaje que solo se detiene a descansar a quitarse la espina después de terminar su misión. La luz crea zonas de brillo, pero también sombras en los vacíos existentes entre los brazos y las piernas. El espinario es una escultura de composición abierta que anima al espectador a rodear la obra y contemplar sus numerosos puntos de vista.

En su composición existen varios elementos destacables que afectan a su geometría: al apoyar una pierna sobre la otra crea un espacio vacío y un ángulo recto que abre la obra hacia fuera; los brazos también se despegan del cuerpo, creándose también vacíos y también crean ángulos rectos que abren la obra hacia el exterior, hacia los lados; la pierna de apoyo, el brazo y el hombro forman un esquema en zigzag; mantiene el equilibrio pues la diagonal del torso se equilibra con las líneas vertical y horizontal de las piernas.

En la obra de Klimt también aparece la Atenea Partenos, diosa griega de la sabiduría, la guerra y la artesanía. Se trata de una gran escultura de oro y marfil de la diosa griega, realizada por Fidias y sus ayudantes en el 447 a.C, y que se encontraba en el Partenón de Atenas. Según Plinio, medía unos 11.5 metros de altura (26 codos). A lo largo del tiempo ha habido muchas réplicas y obras inspiradas en la escultura, tanto en la antigüedad como en la actualidad. Lácares retiró las láminas de oro en el año 296 a.C. para pagar a sus tropas, y los reemplazó de bronce por lo que fueron probablemente dorados a partir de entonces.

En la figura 7 se puede ver también la cabeza de la diosa Hera Ludovisi, del siglo I, actualmente en el Palacio Altemps, Museo Nacional de Roma.

Por último, la composición escultórica la completa una representación de la diosa griega de la victoria, Niké, en la mano de la figura femenina central de la composición.

2. Ritmos y geometría en el arte

2.1. Conceptos geométricos

2.1.1 Número áureo

El número áureo es un número irracional, representado por la letra griega ϕ en honor al escultor griego Fidias.

Se trata de un número algebraico irracional que posee muchas propiedades interesantes y que fue descubierto en la Antigüedad, no como una expresión aritmética, sino como relación o proporción entre dos segmentos de una recta, es decir, una construcción geométrica. Esta proporción se encuentra tanto en algunas figuras geométricas como en la naturaleza: en las nervaduras de las hojas de algunos árboles, en el grosor de las ramas, en el caparazón de un caracol, etc. Una de sus propiedades aritméticas más curiosas es que su cuadrado ($\Phi^2 = 2,61803398874988\dots$) y su inverso ($1/\Phi = 0,61803398874988\dots$) tienen las mismas infinitas cifras decimales.

Asimismo, se atribuye un carácter estético a los objetos cuyas medidas guardan la proporción áurea. A lo largo de la historia, se ha atribuido su inclusión en el diseño de diversas obras de arquitectura y otras artes.

Vitrubio en el S. I escribe "En un rectángulo de lados x y 1 , el todo es al lado mayor como el lado mayor es al menor", de ahí se puede deducir el valor del número áureo:

Donde la raíz negativa no se considera.

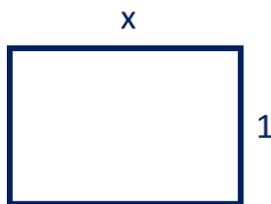


Figura 8. Rectángulo de lados 1 y x .
Elaboración propia.

$$\frac{x+1}{x} = \frac{x}{1} \longrightarrow x^2 - x - 1 = 0$$

$$x = \frac{1 \pm \sqrt{1^2 + 4}}{2} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$$

$$x_1 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,61803398874\dots = \phi$$

$$x_2 = \frac{1 - \sqrt{5}}{2} = -$$

Estudios han demostrado que la percepción de la belleza radica en la proporción áurea. Aquello que matemáticamente más se aproxime al número ϕ , se percibirá como más bello y perfecto.

En los violines, la ubicación de las efes o eses (los "oídos" u orificios en la tapa) se relaciona con el número áureo. También aparece en las relaciones entre altura y ancho de los objetos y personas que aparecen en las obras de Miguel Ángel, Durero y Leonardo da Vinci, entre otros.

En las estructuras formales de las sonatas de Wolfgang Amadeus Mozart, en la Quinta Sinfonía de Beethoven, en obras de Franz Schubert y Claude Debussy. Muy probablemente estos compositores compusieron estas relaciones de manera inconsciente, basándose en equilibrios de masas sonoras.

2.1.2 Segmento áureo

Se llama parte áurea o segmento áureo de un segmento dado a , a otro segmento x tal que es media proporcional de a y $(a-x)$. Así, se cumple que:

$$\frac{x}{a} = \frac{a-x}{x} \qquad x = 0,62 \cdot a$$

Gráficamente:

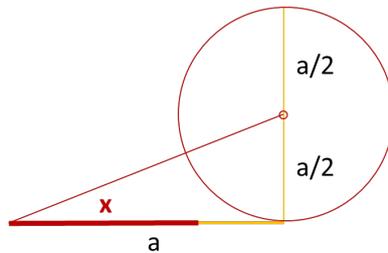


Figura 9. Construcción para obtener el segmento áureo. Elaboración propia.

2.1.3 Rectángulo áureo

Para hacer el rectángulo áureo se dibuja un cuadrado. Sobre este cuadrado se marca el punto medio de uno de los lados. A continuación, trazando un arco de circunferencia cuyo radio sea desde este punto medio, hasta el vértice superior tratando de encontrar la prolongación del lado inferior:

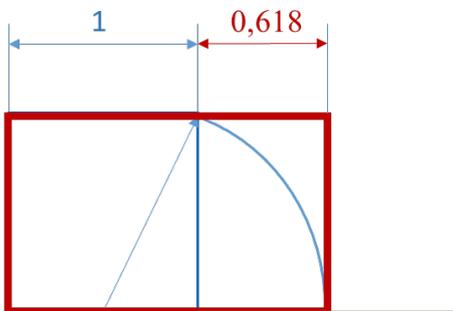


Figura 10. Obtención del rectángulo áureo a partir del cuadrado. Elaboración propia.

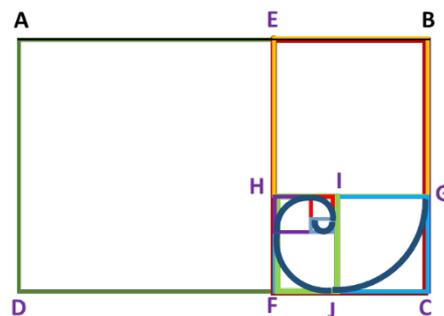


Figura 11. Obtención de la espiral de Durer. Elaboración propia.

Si sobre este rectángulo áureo, se traza otro cuadrado, cuyo lado sea la longitud del lado mayor del rectángulo, se obtiene un segundo rectángulo áureo. Estos rectángulos tienen una propiedad interesante: al unir mediante arcos de circunferencias los vértices consecutivos de los cuadrados, se obtiene una curva especial que se llama espiral de Durer o espiral de Fibonacci (Véase la figura 11).

Esta espiral está presente en múltiples manifestaciones de la naturaleza vegetal y animal (véase la figura 12), incluso en las proporciones del cuerpo humano.



Figura 12. Espiral de Durer en la naturaleza.



Figura 13. Espiral de Durer sobre la fachada del Partenón. Fuente: Elaboración propia.

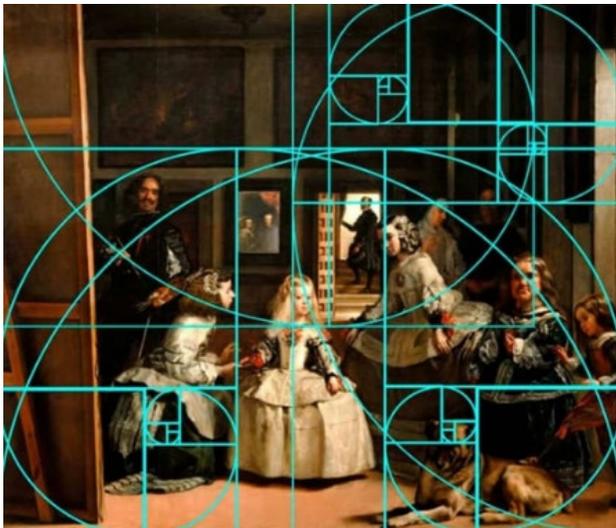


Figura 14. Espirales de Durer en el cuadro de Las Meninas de Velázquez.



Figura 15. Cesare de Toni. Curvismo dello Spazio. Colección particular.

La espiral de Durer está presente en multitud de manifestaciones artísticas, es el caso del Partenon griego (véase la figura 13), en el cuadro de las meninas de Velázquez (véase la figura 14) o en multitud de esculturas. Así, por ejemplo, en la obra escultórica “Curvismo dello Spazio” (véase la figura 15), el artista Cesare de Toni hace una serie compositiva con referencia a la geometría euclidiana, con especial atención a la proporción áurea y a las teorías numéricas de la repetición de símbolos, adoptando el método de secuencia de Fibonacci (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, ...). Sucesión cuyo cociente entre un valor y el anterior se aproxima al número áureo. Un razonamiento matemático que se materializa en la percepción visual a través de un lenguaje artístico personal: a través de la secuencia de color y no color, la línea curva propone una idea de movimiento que va más allá del espacio-tiempo. La escultura está formada por 13 formas curvilíneas pintadas a mano en madera contrachapada ensambladas con varios soportes metálicos, descansando sobre un soporte de vidrio con base circular con un dispositivo giratorio manual en el interior.

2.2. Geometría en el arte y manifestaciones artísticas

2.2.1 La obra de arte

Definir lo que es una pieza de arte no es tarea sencilla, porque no es artista quien traza, con habilidad, unos compases de música, proyecta un puente o crea, de una mole de piedra, una estatua. Sino quien, repitiendo muchas veces tal proeza, configura para siempre lo desordenado, de manera que, como fruto de su esfuerzo, un organismo formal se impone a la contemplación humana y la nutre con sustancias esenciales. La forma, crear la forma conscientemente: ahí está la función definitoria del artista. Emociones, sentimientos, impulsos, darán materia a la obra de arte. Proyectar, en el sentido de sacar fuera, de alumbrar una figura perdurable: ahí está la función del arte. No en la intención; no en la vida; no en el impulso dinámico de la corriente. No es lo que se mueve; sino lo que permanece y dura. Como escribió Eugenio D'Ors: “¿Qué es, en suma, una obra de arte? Una obra de arte es, en estricta definición, una corriente, obturada por una figura”.

2.2.2 Manifestaciones artísticas contemporáneas

Hay muchos artistas que manifiestan en su arte ese juego numérico deducido de la sección áurea, dando ritmo a la representación. Son muy ilustrativas las palabras de Anthony Ashley Cooper, Conde de Shaftesbury, cuando escribió que “existe un poder en los números, armonía, proporción y belleza de todo tipo que cautiva naturalmente al corazón, y eleva la imaginación hacia una opinión de algo majestuoso y divino”.

En ese sentido es paradigmático el caso de Jo Niemeyer, artista y diseñador “concrete” (el “movimiento concrete” fue fundado por Theo van Doesburg en 1924). El trabajo de Niemeyer se basa en la observación de la naturaleza a través del uso de las matemáticas y, especialmente, la sección áurea. Su principal interés se dirige a la percepción del espacio, el tiempo, las distancias y las proporciones y forma la síntesis entre arte y naturaleza que implica al final un diálogo entre el hombre y la naturaleza. Sus obras se pueden encontrar en colecciones y museos públicos y privados, incluidos el Louisiana Museum Humlebæk, Pinakothek der Moderne München, Bauhaus Archiv Berlin, Stedelijk Museum Amsterdam y el Museo de Arte Moderno de Nueva York. A modo de ejemplo, se puede observar la figura 16, en la que el artista, utilizando construcciones geométricas, consigue, a partir de un cuadrado, hacer una composición final simple, con un desarrollo intermedio de mayor complejidad.

La obra muestra una representación geométrica que invita al movimiento rítmico de un cuadrado que evoluciona a otro que termina convirtiéndose en un triángulo equilátero. Al mirar el cuadro buscando aspectos geométricos más allá de la simple transformación, se pueden encontrar relaciones que van produciendo la secuencia evolutiva a partir de la obtención de los segmentos áureos de los cuadrados y los puntos medios de ellos (véase la figura 16). Es un ejemplo claro de que cuando una persona cambia la forma de mirar una obra de arte, esa pieza cambia; cuando se mira la obra y se encuentra en ella belleza, poder y fuerza, el observador siente que algo se mueve en su espíritu, apareciendo una comunicación espiritual entre el artista y la persona que admira su obra.

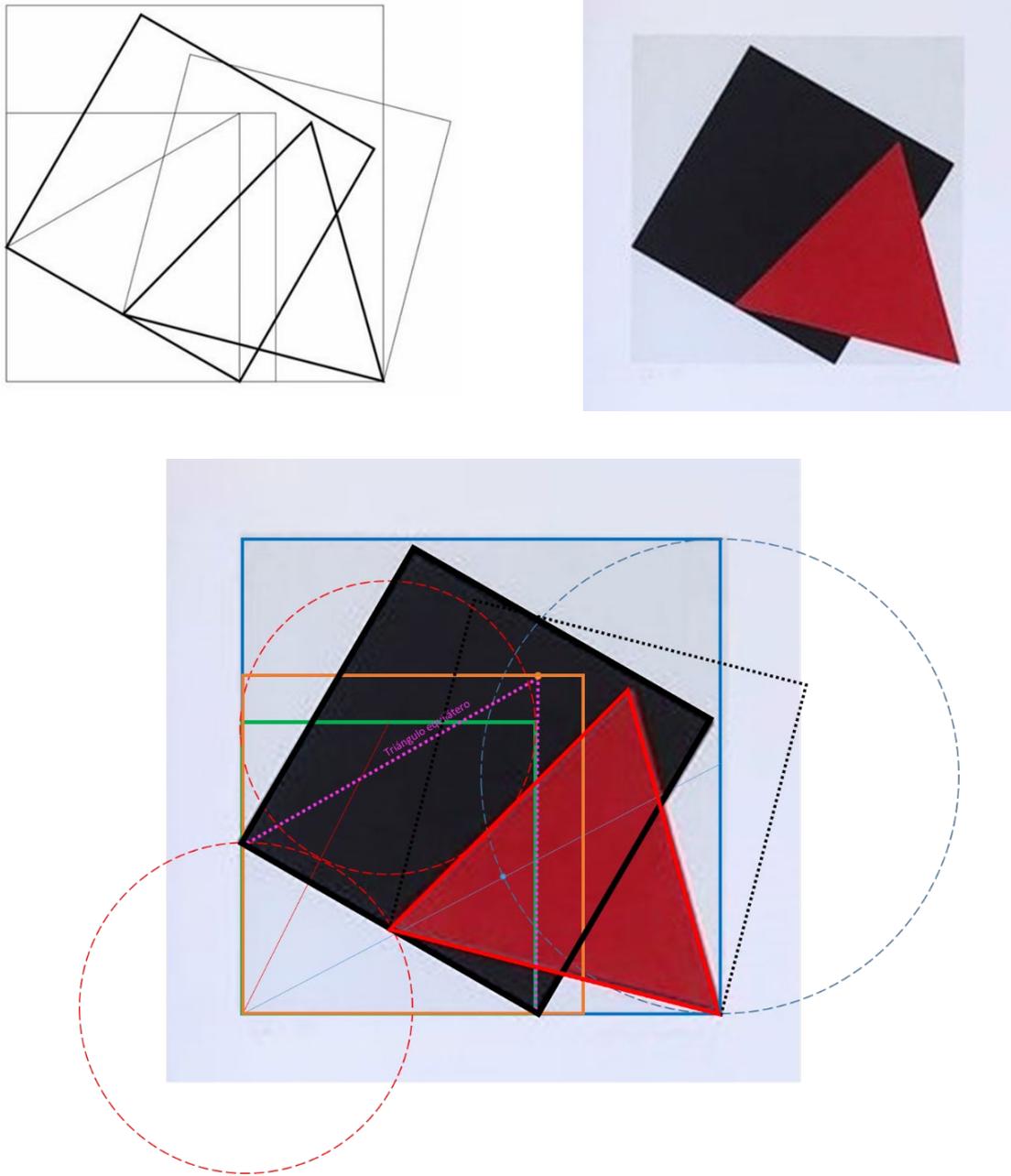


Figura 16. Jo Niemeyer. Serigrafía. Construcción 512. Colección particular. Proceso constructivo de elaboración propia.

Otra figura destacable en el ámbito de la geometría, el arte, el ritmo y las matemáticas es Jacobus Verhoeff. Se trata de un matemático y artista visual holandés que, después de estudiar matemáticas en la Universidad Municipal de Ámsterdam, trabajó en el Centro Matemático y la Universidad Tecnológica de Delft. Se doctoró en 1969 con una tesis sobre corrección de errores en códigos decimales. Más tarde abandonó la investigación y la docencia para dedicarse a la escultura. Es autor de esculturas que siguen patrones geométricos de acuerdo a leyes que siguen algunos códigos de programación (véase la figura 17).



Figura 17. Jacobus Verhoeff. Distintas posiciones de figuras geométricas complejas Colección particular. Elaboración propia del dibujo de distintas geometrías en la imagen inferior derecha.

También es muy notable la aportación de obras de autores como las del pintor y escultor holandés Johannes Jacobus Schoonhoven (1914 - 1994). Una de sus más bellas creaciones es la titulada De Cirkel (1967). En ella se puede apreciar a la perfección la importancia de las sombras, a medida que el ritmo de la sucesión de formas se acentúa por los efectos de la luz al incidir sobre él (véase la figura 18).



Figura 18. Obras de Johannes Jacobus Schoonhoven. A la derecha la pieza titulada "De Cirkel" (1967), actualmente en el Tate Museum de Londres.

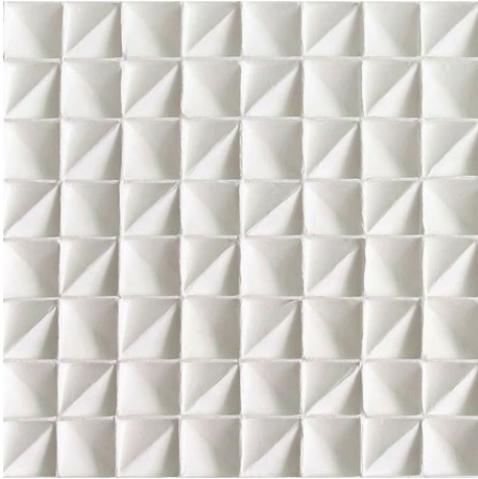


Figura 19. A.J. Moerman. *Relieve geométrico*. 2019. Colección particular.

Siguiendo la estela de Schoonhoven, es notable la obra de A.J. Moerman. Sus relieves 3D abstractos de color blanco con un patrón repetitivo y mucha textura, recuerdan a los diseños del estilo de la Bauhaus y del grupo Zero de los años sesenta. En la figura 19 se puede apreciar un cuadro geométrico en 3D con 198 superficies blancas. Es una obra de arte minimalista que invita al recogimiento interior. La luz incidente proporciona profundidad y un patrón de sombra que atrae porque cambia según la hora del día.

En la figura 20, se puede apreciar un relieve en forma de diamante donde A.J. Moerman sugiere dentro del cuadro figuras geométricas alusivas a poliedros, estrellas y paralelogramos. Así, en azul marino se aprecia un cubo visto con una diagonal perpendicular al papel; en verde se puede ver un tetraedro con una cara apoyada en el papel; en marrón dos caras contiguas de un dodecaedro vistas en perspectiva; en rojo un octaedro con una arista apoyada en el papel y en azul claro las dos triángulos equiláteros girados 180° correspondientes a las secciones de un cubo con una diagonal perpendicular al plano del papel, al cortarlo por un plano a la distancia de los vértices que resulta de dividir por tres dicha diagonal y de forma que dichos planos sean perpendiculares a ella.

tetraedro con una cara apoyada en el papel; en marrón dos caras contiguas de un dodecaedro vistas en perspectiva; en rojo un octaedro con una arista apoyada en el papel y en azul claro las dos triángulos equiláteros girados 180° correspondientes a las secciones de un cubo con una diagonal perpendicular al plano del papel, al cortarlo por un plano a la distancia de los vértices que resulta de dividir por tres dicha diagonal y de forma que dichos planos sean perpendiculares a ella.

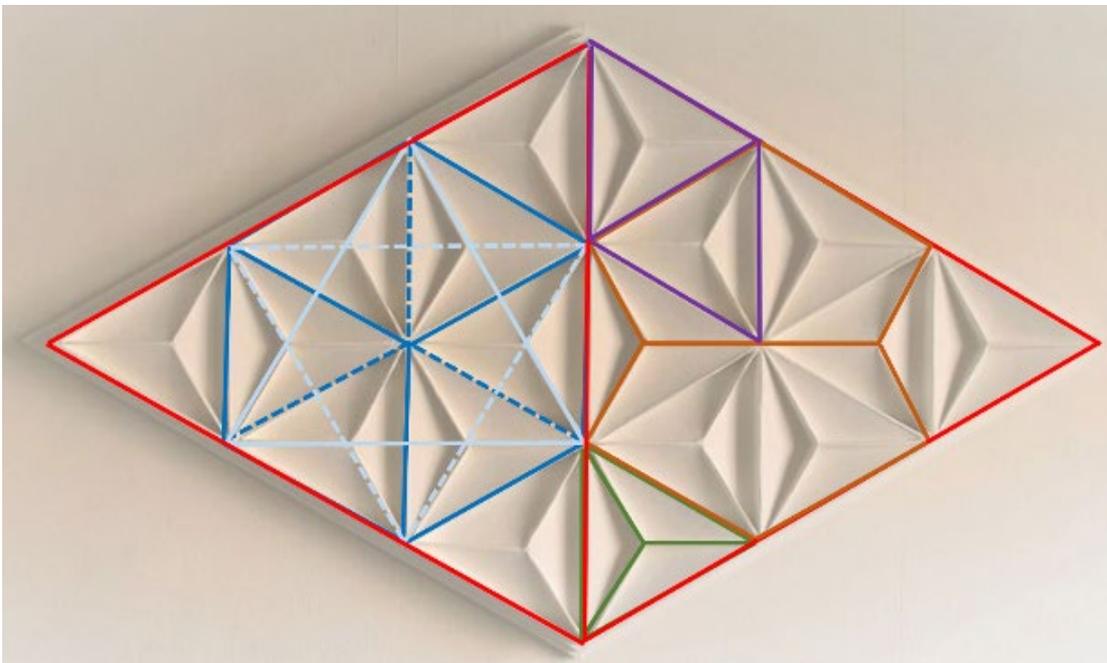


Figura 20. A.J. Moerman. *Relieve geométrico*. 2013. Colección particular. Se han resaltado en colores distintas formas poliédricas sugeridas en la obra. Elaboración propia.

Otras manifestaciones artísticas interesantes se pueden encontrar en obras de autores como Lisanne Lammers. Las imágenes geométricas que muestra en sus obras (véase la figura 21) están realizadas en porcelana enrollada muy fina, creando composiciones formadas por patrones repetitivos que conforman un conjunto de piezas rítmico que se conectan formando una composición arquitectónica dotada de un atractivo dinamismo para el espectador.

Hay que destacar también las obras de porcelana cocida del artista holandés Hans Meeuwsen. Se trata de rítmicas obras de arte donde la geometría tiene un papel preponderante. Son obras muy frágiles, cuyo grosor de la pared es de aproximadamente un milímetro, lo que hace de ellas delicadas piezas en las que el constructivismo puede llevar al artista a geometrías rotatorias en unos casos y estructuras reticuladas en otros, con la presencia de hermosos patrones poliédricos que se repiten secuencialmente como si de una composición musical se tratara (véase la figura 22).

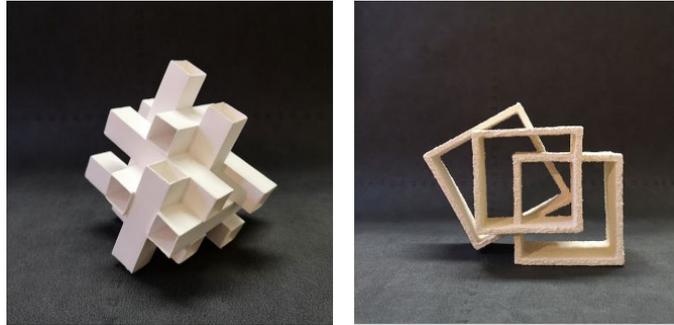


Figura 21. Lisanne Lammers. Esculturas geométricas.. 2019. Colección particular.

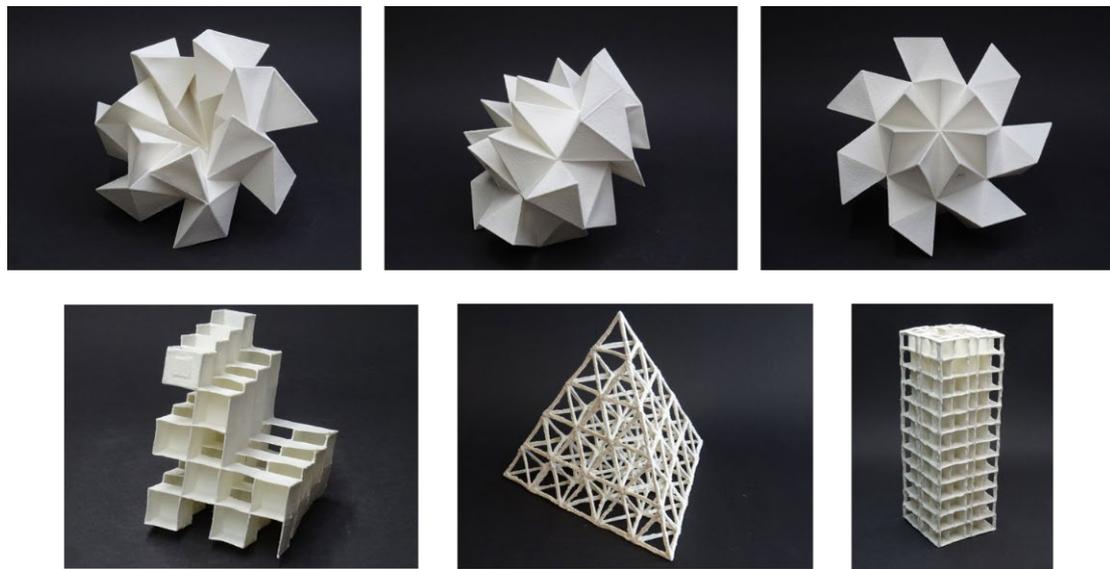


Figura 22. Obras de Hans Meeuwsen. 1919. Porcelana, cocida a oxidación a 1240 grados centígrados. Colección particular.

Las esculturas reticuladas de Meeuwsen recuerdan a las grandes estructuras de edificaciones modernas, tal es el caso de la Biosfera de Montreal, que el gobierno de Estados Unidos encargó a Richard Buckminster Fuller, un diseñador y arquitecto estadounidense, para representar a su país en la Exposición Universal Montreal 67 (véase la figura 23), situado en la Isla de Santa Helena. Se trata de una obra icónica de la arquitectura, que alberga un museo sobre

el medio ambiente. Geométricamente, la cúpula es un icosaedro con 20 caras, cada una formada por la intercalación de pentágonos en una rejilla hexagonal. A su vez, las caras se dividen en triángulos equiláteros.



Figura 23. Distintas vistas del pabellón que representó a Estados Unidos en la Exposición Universal de Montreal 67, situado en la Isla de Santa Helena. Richard Buckminster Fuller.

Es cierto que el interés por la tecnología y la ciencia ha sido siempre la fuerza impulsora de cualquier trabajo; ocurre también en el arte, se trata de visualizar lo que tiene capacidad de atraer. Por eso hay artistas que se sienten fascinados cuando ven máquinas, herramientas e instalaciones. Aunque el punto de partida de la tecnología es la facilidad, el artista se desprende de la idea de utilidad práctica y social para poder trabajar libremente, emprender una aventura y retratar su fascinación desde un enfoque artístico. Es el caso del artista Jos Scholtes, con sus obras cinéticas, como por ejemplo la denominada RockSteady (véase la figura 24). Se trata de una obra de arte en movimiento impulsada por un pequeño motor de transmisión y un circuito de intervalos. Esto permite ajustar con precisión el intervalo de acción y pausa, así como la velocidad de movimiento de la estructura.

Estas estructuras cinéticas están dotadas de una importante carga geométrica; además, el movimiento de la escultura la dota de una singularidad especialmente atractiva para el espectador.

Se Puede ver la imagen de la escultura funcionando en la dirección de youtube: https://www.youtube.com/watch?v=dKkyAzCX5SM&list=PLNBZIH1HJ00Lo584mvX1fliA_r-33zM60&index=1

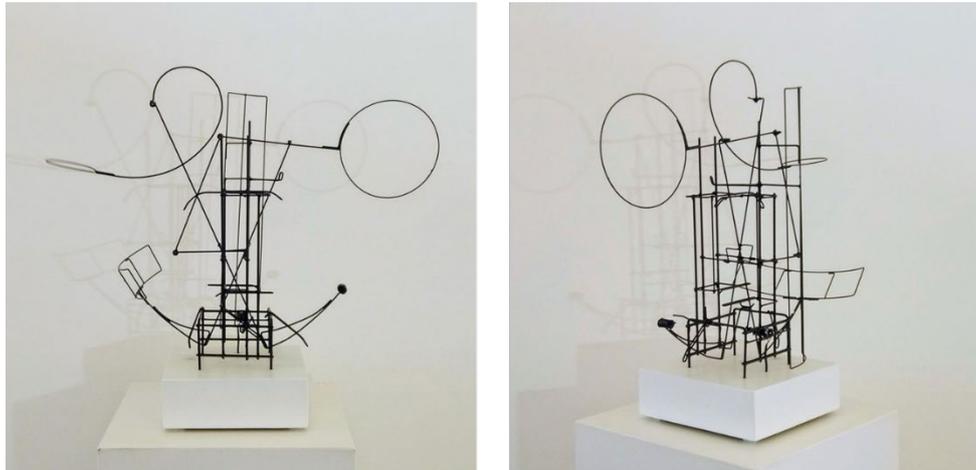


Figura 24. Jos Scholtes - Rock Steady. 2020. 50×30×20 cm. Colección particular. Obra cinética.

En contraste con el movimiento rítmico, ya sea estático o cinético que se han repasado en este epígrafe, hay artistas que se detienen en recoger espacios de silencio y minimalismo, representando elementos simples y especialmente “euclidianos”, es el caso del pintor y escultor Bernard Aubertin (1934 – 2015), artista que formó parte de la corriente “Grupo Zero” en Düsseldorf. En una de sus esculturas representa un clavo de 23 cm de altura, fijado sobre una base a la que se le aplicó una caja de metacrilato (véase la figura 25).

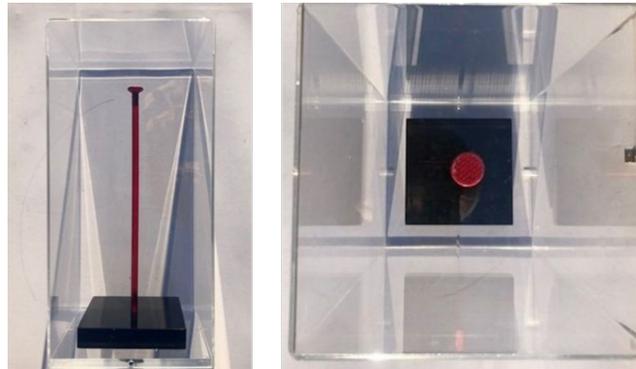


Figura 25. Bernard Aubertin. “Clous Géantes”. Escultura en hierro coloreado. Colección particular.

Aubertin hace otras creaciones utilizando series de clavos que forman una “sinfonía” euclidiana, creando matrices de filas y columnas; o bien estableciendo retículas que responden a una sintetización del espacio (véase la figura 26).

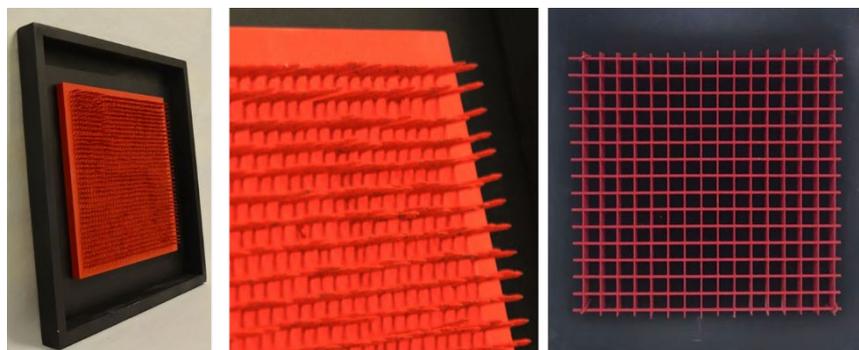


Figura 26. Bernard Aubertin. “Cuadro Clous” a la izquierda y un detalle en el centro. Año 1969. A la derecha “Monorosso”, 1982.

2.2.3 Geometrías artísticas del pasado y su relación con el presente

Son muchas las manifestaciones artísticas del pasado. Se podría empezar por comentar la geometría presente en el arte egipcio, pero eso llevaría a extender demasiado el presente artículo. Sólo como muestra, en la figura 27 se puede ver la geometría de las pirámides de Egipto en esa secuencia rítmica inundada de silencios en la inmensidad del desierto. Construidas como criptas reales para los faraones con bloques de piedra revestidos de caliza, eran a la vista, grandes construcciones de color blanco.



Figura 27. Pirámides de Egipto. Año 3000 a.C.

Por ser menos conocido y muy representativo del arte y las geometrías del mundo primitivo de África se exponen a continuación de forma somera algunas de las más primitivas culturas africanas, mostrando, en algunos casos, relaciones muy directas con las representaciones artísticas más modernas.

Por ejemplo, es muy destacable el arte del pueblo mbuti del bosque Ituri en la República Democrática del Congo. Sus habitantes utilizan la abstracción geométrica para decorar telas hechas con corteza de árbol que les sirve como vestimentas rituales. En sus representaciones expresan la vida, el silencio, el movimiento y las formas que encuentran en su entorno cotidiano.

Los mbuti han vivido en la Selva de Ituri durante muchos años, e incluso se estima que podrían ser los habitantes más tempranos de África. La principal referencia a ellos se encuentra en un documento egipcio que hace referencia hacia su territorio, de alrededor del año 2500 a.C., en el que se alude a los Mbuti como la “población general de los árboles” y se les presenta como individuos que cantan y se mueven.



Figura 28. Paños de corteza pintados por los mbuti. Colección particular.

Para los mbuti, el bosque es sagrado. Ellos se sienten hijos del bosque y es éste la fuente de su existencia por ello los mbuti le hablan y le cantan al bosque con devoción y alegría. Cantan canciones sin letras, simplemente cantadas para despertar al bosque y alegrarlo con la belleza del sonido.

Los hombres preparan el paño de corteza con la capa interior de la corteza de unas seis especies diferentes de árboles que machacan con un mazo de marfil o madera. Después son las mujeres quien preparan los tintes y pinturas utilizando raíces, frutos y hojas que recogen en el bosque. La pintura se aplica con ramas, hilos o con los dedos (véase las figuras 28 y 29).



Figura 29. Paños de corteza pintados por los mbutis. Colección particular.

Las pinturas en los paños conceptualizan el mundo de los mbutis; son expresiones abstractas de los estados y las características de los bosques. Las artistas transforman la geometría fractal de los árboles, las hojas plegadas, las modulaciones sutiles de sonidos de insectos, etc. en un lenguaje visual único. Las artistas combinan motivos animales con formas geométricas que dan una impresión de movimiento, sonido y relieve dentro del paisaje forestal.

Actualmente hay claras reminiscencias a estas formas de representación en pintores contemporáneos. Es el caso del pintor catalán Joaquim Chancho. Su pintura está muy relacionada con los movimientos internacionales de abstracción geométrica y minimalismo. Su obra es a la vez rica, pura, rítmica e intensa. El rigor de la línea recta y de la geometría, así



Figura 30. Grabados. 2006. Joaquim Chancho

como la riqueza de las texturas que emplea evocan el arte de los mbuti (véase la figura 30). Cabe destacar que la obra de Chancho forma parte de importantes colecciones nacionales e internacionales, entre las que destaca las del Stedelijk Museum de Amsterdam, el Museo de Arte Contemporáneo de Barcelona, Fundación Juan March de Madrid, Centro Atlántico de Arte Contemporáneo de Las Palmas y la Fundación La Caixa de Barcelona.

Otra manifestación artística del África primitiva y cuyas figuras sorprenden por su geometría es la cultura de Nok, que apareció en Nigeria aproximadamente en el año 500 a.C y

se desvaneció al final del primer milenio de nuestra era, sin que se haya encontrado una explicación razonable, quizá por alguna epidemia o por alguna hambruna. Las investigaciones acerca de la estructura social de la cultura de Nok la considera extremadamente avanzada, a pesar de su situación relativamente alejada de otras grandes culturas, y que el resto de África Occidental estaba, en esas fechas, asimilando el Neolítico.

Las piezas de arte que se han preservado a través del tiempo, casi todas incompletas, son terracotas de una elegancia espectacular, descubriendo un alto grado tecnológico y artístico, tanto en el modelado de la arcilla como en la cocción de la cerámica. Los temas son generalmente figurativos y representan lo que parecen ser líderes, antepasados, estelas funerarias o amuletos (véase la figura 31). Este exquisito legado es el que ha hecho famoso a esta misteriosa estirpe de artistas, conocidos en todo el mundo por las figuritas tanto masculinas, como femeninas estilizadas con posturas muy variadas, portando numerosas joyas y con la cabeza desproporcionadamente grande, cuyos peinados están meticulosamente detallados.

Las figuras suelen aparecer rotas, ya que proceden de estratos aluviales formados y destruidos por la erosión de arroyadas esporádicas. Las terracotas suelen estar sepultadas, erosionadas, rodadas y rotas.

Es de destacar la geometría de los ojos y su entorno. Así, el modelado de los ojos sigue un arco en el párpado superior, superpuesto a un triángulo invertido cuyo vértice es el párpado inferior y en cuyo centro se inscribe un círculo. Esa geometría puede desarrollarse partiendo del centro de la pupila y del radio del iris, tal como puede apreciarse en la figura 32.

En muchas de las terracotas Nok también se da la

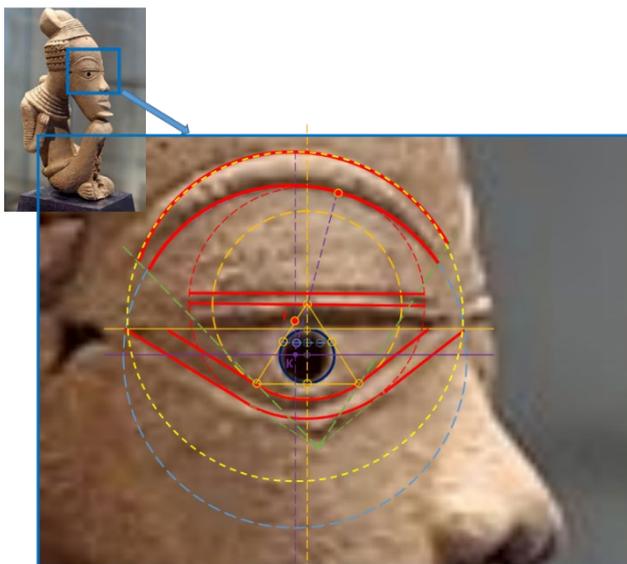


Figura 32. El Pensador (Cultura Nok). Geometría de elaboración propia.



Figura 31. El Pensador (Cultura Nok). Año 298 a.C. Actualmente se encuentra expuesta en la Sala Renacimiento del Palacio de Santa Cruz de Valladolid, dentro de las colecciones de la Fundación Alberto Jiménez-Arellano Alonso.

circunstancia curiosa de existir proporcionalidades como las ya comentadas en epígrafes anteriores, por ejemplo, hay una relación entre la magnitud del cuerpo de la figura y la de su cabeza, de forma que la cabeza tiene como longitud el segmento áureo de la longitud total de la escultura. Lo más curioso es que existen muchas dudas de que en la época en la que existió la cultura Nok y en ese recóndito lugar de África alguien conociera algo acerca de las proporciones áureas; más bien cabe pensar que las mujeres artistas creadoras de estas hermosas piezas encontrarán belleza en esas

proporciones simplemente por el efecto estético intrínseco que producían. Véase las figuras 33 y 34.

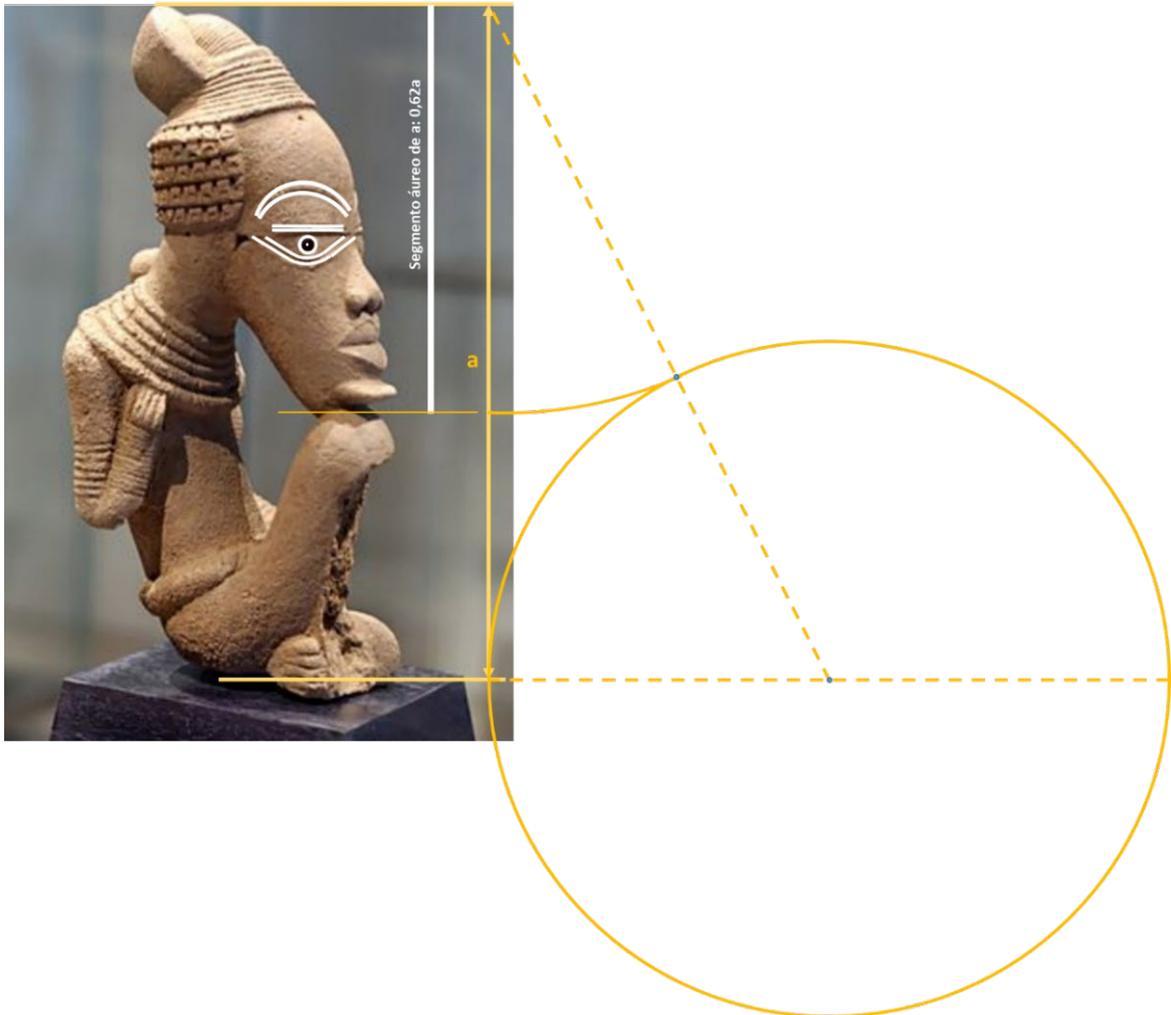


Figura 33. El Pensador Nok con las construcciones geométricas asociadas a la relación entre la altura total de la escultura y la longitud de la cabeza. Elaboración propia.

Siguiendo en el continente africano hay que destacar también las esculturas misteriosas cercanas al río Cross. Este es un importante río costero del África occidental, que discurre por Camerún y Nigeria. Corre en su mayor parte por el sudoeste de Nigeria, donde atraviesa y da nombre al homónimo Estado de Cross River, en la frontera con Camerún. En esa zona se producen los Akwanshi (véase la figura 35), se trata de Monolitos esculpidos en la región de Ikom (Cross River) en Nigeria.

Los monolitos están esculpidos en roca basáltica. Se considera que son monumentos funerarios de reyes con atributos divinos. Su tamaño varía entre los 30 cm y los 2 metros de alto y tienen rasgos humanos: ojos, nariz, boca, barba y marcas tribales. La mayor parte de las esculturas tienen un ombligo prominente. Se dan en lo que hoy son las regiones de los municipios de Ogoja, Ikom y Oburra.

Los monolitos han sido tradicionalmente ignorados, aunque recientemente se han incluido en la WMF (World Monuments Fund's) – lista de sitios en peligro de extinción - y se quiere incluir en la lista de sitios que son patrimonio mundial por la UNESCO.

Hay estudios arqueológicos que estiman para ellos una edad de 4.500 años, lo que indicaría una antigüedad como las pirámides de Egipto, incluso hay quien sostiene que estos monolitos tienen 450.000 años. La WMF dice que las piedras datan de 2.000 años antes de Cristo, pero eso no está claro.

Los monolitos Ikom con sus inscripciones geométricas podrían ser la respuesta del Oeste de África al Stonehenge británico.

Historiadores más modernos dicen que las más antiguas de las 300 piedras erigidas en el pueblo de Alok fueron talladas probablemente a partir del siglo XVI.

Es relevante comprobar cómo éstas figuras primitivas han podido servir de inspiración para los artistas contemporáneos. Son muchos los ejemplos, como es el caso de los cuadros realizados por los

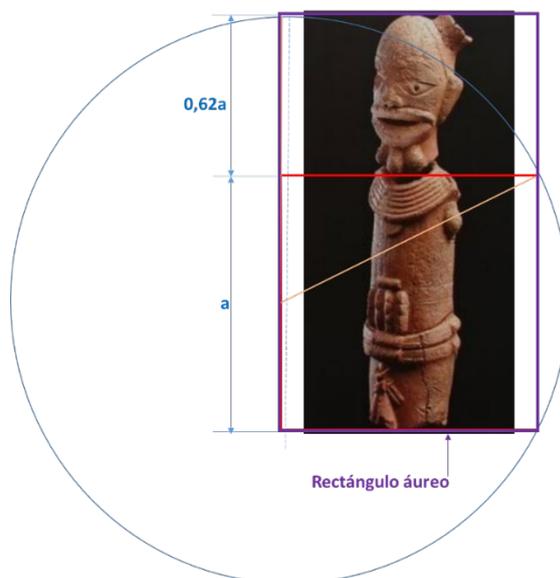


Figura 34. Terracota Nok con las construcciones geométricas asociadas a la relación entre la altura del cuerpo de la escultura inscrito en un cuadrado y la longitud de la cabeza que completa el rectángulo áureo. Elaboración



Figura 35. Akwansi, donde pueden apreciarse la simetría y las inscripciones geométricas a lo largo del cuerpo y cabeza. Colección particular.

creadores del Orfismo, Robert y Sonia Delaunay, o Léger, Kupka y Picabia. En ellos se puede apreciar la reminiscencia Akwanshi al fijarnos en los círculos concéntricos (véase las figuras 36 y 37).

El Orfismo es una especie de cubismo que va hacia la abstracción total, donde los colores y la luz toman forma y movimiento como si fueran música. Es la representación del ritmo que llevan dentro todas las cosas, la esencia de la vida.

El nombre es propuesto en 1913 por el poeta Apollinaire, un teórico además de las cuestiones estéticas. Define a esta nueva corriente como “el arte de pintar conjuntos nuevos con elementos no tomados de la realidad visual, sino totalmente creados por el artista y dotados por él de una poderosa realidad. Es arte puro”. Apollinaire lo llama “orfismo” haciendo referencia a Orfeo, el personaje mitológico que toca la lira de manera tan conmovedora que logra verdaderas hazañas. Representa la conjunción de la música y la poesía (justamente, la palabra “lirismo”, que usamos como sinónimo de poesía, viene de la palabra “lira”).

El orfismo, además de un antecedente de la pintura abstracta, es precursor también del arte

óptico. El uso de los colores en contrastes simultáneos (el simultaneísmo) hace que se generen vibraciones ópticas y así se produzca un efecto de movimiento.

Robert Delaunay (el representante más importante del orfismo junto a su esposa Sonia), explica que la idea del orfismo es “una pintura que no tiene técnicamente más que color, contrastes de color, pero que se desarrollan en el tiempo y se perciben simultáneamente, de un solo golpe”.

Hay otros autores modernos, como Sgrasse, que también utilizan reminiscencias de los Akwanshi.



Figura 36. Dos vistas de un Akwansi, donde pueden apreciarse la simetría y las inscripciones geométricas a lo largo del cuerpo y cabeza. Colección particular.



Figura 37. Akwansi, donde se han resaltado los círculos concéntricos que inspiran el cuadro abstracto de Sonia Delaunay (arriba a la derecha) y el de Sgrasse (abajo a la derecha) pueden apreciarse la simetría y las inscripciones geométricas a lo largo del cuerpo y cabeza. Colección particular.



Figura 38. Arriba a la derecha tríptico de Sonia Delaunay. Obra de 1963 expuesta en el Tate Museum de Londres. Se han remarcado los dos círculos, junto con el polígono mixtilíneo adyacente para hacer la composición que se adapta a la cabeza de la Figura antropomorfa de 950-1200 d.C. correspondiente a la Cultura Mixteca.

En Mesoamérica también podemos encontrar reminiscencias primitivas para las obras típicas del morfismo. Así, se pueden observar las composiciones del arte Mixteca, que tuvo sus primeras manifestaciones en el periodo preclásico medio mesoamericano (siglo XII a.C – siglo XX a.C.) y concluyó con la conquista española en las primeras décadas del siglo XVI. El territorio histórico de este pueblo es la zona conocida como La Mixteca, una región montañosa que se encuentra entre los actuales estados mejicanos de Puebla, Oaxaca y Guerrero. En la figura 38 se puede observar como los dos círculos junto con el polígono mixtilíneo se puede transformar mediante un giro de 180 grados y una copia simétrica en una composición que encaja perfectamente con la cabeza de la figura antropomorfa de la cultura mixteca.

Sin salir de Mesoamérica, hay que destacar la geometría en el arte de Chupícuaro. Esta zona arqueológica prehispánica se localizó en la rivera del río Lerma, en una zona entre las ciudades actuales de Acámbaro y Tarandacuao, en el estado de Guanajuato, México. En los años de 1946 y 1949, debido a la construcción de una presa, se realizaron exploraciones y descubrimientos de objetos de cerámica y tumbas. Actualmente el lugar se encuentra debajo de las aguas de la Presa Solís, aunque existen zonas a los alrededores que siguen siendo exploradas.

De acuerdo con varios autores, se estima que este asentamiento tuvo lugar entre 500 a. C. a 300 d. C. Esta cultura tiene mucha importancia por la influencia que ejerció y que tuvo en la zona. Es

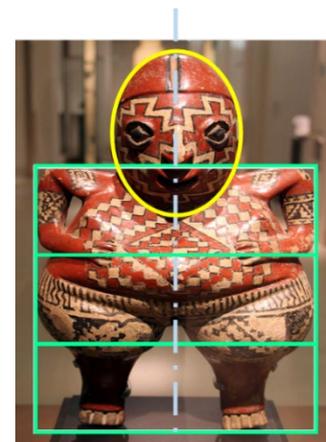


Figura 39. Figura femenina de terracota de Chupícuaro. Siglos VII-II a.C. Museo del Louvre. Geometría de elaboración propia.

posible que se extendió hasta el sur de Estados Unidos, 500 años a.C. Existen teorías de que los primeros habitantes de Guanajuato pertenecieron a esta cultura.

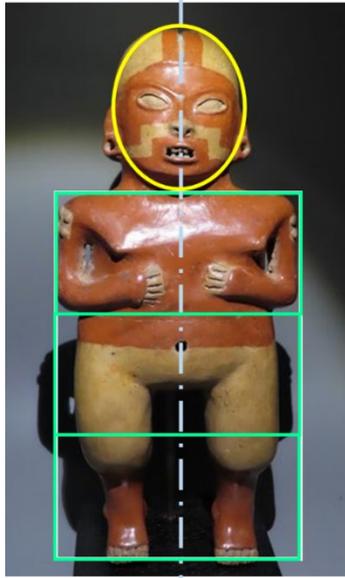


Figura 40. Figura femenina de pie en Terracota. Arte de Chupícuaro, Guanajuato, México. 400 a. C. - 100 d. C. Colección particular, Barcelona. Geometría de elaboración propia.

Esta cultura destacó por ser un gran centro alfarero, probablemente uno de los mejores de Mesoamérica, que produjo cerámicas de fino acabado y múltiples formas y colores, predominando las decoraciones con motivos geométricos. Los motivos eran deidades, maternidad, lactancia, personas y sus ornamentos, animales y plantas. Del estudio de los estilos de las cerámicas, se infiere el tipo de vestimenta que vestían, la pintura corporal y facial que aplicaban, así como diversos adornos como collares, orejeras, narigueras o pendientes.

Las figuras tienen ricos colores con angulosas formas geométricas.

Una postura amplia, con énfasis en los muslos, los pies con los dedos delineados, las manos pegadas al pecho debajo del pecho, a veces bultos de escarificación en la parte superior de los brazos, el rostro con una expresión a veces tranquila y a veces bastante feroz.

La tradición de las figurillas de Chupícuaro se caracteriza por su fino modelado y especialmente por sus enigmáticos rostros en los que se estilizan los ojos, presentes como grandes rendijas que le dan un aspecto oriental. Suelen ser figuras femeninas como la gran mayoría de esta tipología, y tienen los brazos colocados debajo del pecho. El cabello se recoge adornado con una banda horizontal. Los miembros inferiores están ligeramente definidos. (Véase las figuras 39 y 40).

Además de los detalles geométricos que se pueden apreciar en la decoración que cubre las cerámicas, en muchos casos por completo, hay una característica proporcionalidad que se repite de forma generalizada y es un encuadre rectangular entre hombros y pies, divisible en tres partes iguales para encajar torso; caderas y muslos; y piernas. La cabeza tiene forma de óvalo y el cuerpo tiene un eje de simetría vertical en todos los casos.

Se pueden encontrar secuencias rítmicas y geometrías en la obra artística de algunos contemporáneos. Es el caso de las esculturas del artista chileno afincado en Italia Agustín Alberto Olavarría. En la obra representada en la figura 41 se puede apreciar el rectángulo modular del cuerpo y la parte ovalada de la cabeza que recuerda a las cerámicas figurativas de Chupícuaro.

La tradición de las figurillas de Chupícuaro se caracteriza por su fino modelado y especialmente por sus enigmáticos rostros en los que se estilizan los ojos, presentes como grandes rendijas que le dan un aspecto oriental. Suelen ser figuras femeninas como la gran mayoría de esta tipología, y tienen los brazos colocados debajo del pecho. El cabello se recoge adornado con una banda



Figura 41. Agustín Alberto Olavarría. Figura geométrica de pie en madera. 2008. 28/150. Colección particular.

2.2.4 De nuevo con los ritmos, arte y geometría de la pintura contemporánea

También hay ritmo, geometría, matemáticas, incluso se podría decir también que hay poesía en los cuadros de los surrealistas: Max Ernst, Man Ray, René Magritte, Joan Miró, Salvador Dalí, etc. (véase la figura 42).

Sin entrar en el análisis de estos genios de la pintura, merece la pena hacer una parada en la figura de otro artista, el español Luis Caruncho (1929-2016). De sus diferentes estilos artísticos, pero con el cubismo como eje central, dio buena cuenta la exposición del Centro Cultural Conde Duque que llevó por título "Caruncho, postcubismo y atracción geométrica".

Fue su amigo el poeta y crítico de arte José Hierro quien bautizó la obra de Caruncho como "geometría poética".

A través de la muestra del Conde Duque, de las 50 obras, se pudo apreciar la evolución de una que figura en la estela de Malevich y Mondrian, pero también de Pablo Palazuelo y Rafael Canogar, de Ben Nicholson y la Bauhaus, según Fernández-Cid. "No le interesan tanto las imágenes como el pulso que hay tras ellas, lo que plantean".

Hay una obra de Caruncho de extraordinaria fuerza y grandeza, se trata del cuadro denominado Azul sobre azul (véase la figura 43), título del que surgieron múltiples variaciones, pero todas con igual fulgor. Tampoco debe obviarse la intromisión del papel de periódico y del cartón, ni la escultura Metamorfosis nº 8, de acero cortén autooxidado (véase la figura 44).

Rafael Canogar dijo de él: "Fue un trabajador inagotable, como lo fue su inspiración. Tenía algo de artista secreto, con innata facilidad para crear, para concebir sus obras, para diseñar, pero siempre desde un distanciamiento". Caruncho decía de sí mismo: "hay pintores constructivistas más rigurosos que yo, que son decididamente más fríos; yo soy menos riguroso, pero en mis obras palpita más la vida, son más cálidas".

En la figura 44 se ve dibujados sobre la escultura una serie de polígonos con lados comunes y de forma que siguen una serie numérica 3, 4, 5, 6, 7, 8.



Figura 42. Cuadros de Max Ernst (los dos de arriba a la izquierda), Man Ray, Magritte, Miró y Dalí, donde se pueden observar multitud de detalles geométricos.



Figura 43. Azul sobre azul. Luis Caruncho. Colección particular.

La serie numérica comentada suma el número 33, que es precisamente el anterior al 34. Es precisamente el número 34 el denominado número mágico de Durero por aparecer en el grabado que el autor llamó Melancolía I (véase la figura 45). Se trata de un grabado del pintor del Renacimiento alemán Alberto Durero. Es considerada la imagen más misteriosa diseñada por Durero y se caracteriza, como muchas de sus obras, por su iconografía compleja y su simbolismo.



Figura 44. Escultura Metamorfosis nº 8, de acero cortén autooxidado. Luis Caruncho. Sobre la escultura se han dibujado polígonos regulares que siguen la secuencia 3, 4, 5, 6, 7, 8. Elaboración propia. Colección particular.



Figura 45. Grabado *Melencolía I*, del pintor del Renacimiento alemán Alberto Durero. 1514.

Esta composición alegórica, considerada una de las estampas más famosas de los antiguos maestros, ha sido objeto de más interpretaciones modernas que casi cualquier otra imagen en arte. José Pijoan afirmó “no hay otra imagen humana tan saturada de pensamiento”, refiriéndose a la obra.

Se trata de una de las denominadas estampas maestras de Durero. Las estampas fueron realizadas entre 1513 y 1514 y son la culminación de su trabajo como grabador. Se ha interpretado como autorretrato en clave simbólica, que presentan la imagen que Durero tiene

de sí mismo como artista de carácter melancólico. A su vez, el grabado simbolizaría la esfera intelectual, dominada por el planeta Saturno, según la tradición astrológica ligado al sentimiento de la melancolía, constituyendo una conexión entre el mundo racional de las ciencias y el imaginativo de las artes.

Se ha sospechado que Melancolía I habría sido concebido bajo el sentimiento de duelo por la pérdida de su madre. Incluso se ha dicho que los números del cuadrado mágico que aparece en la parte superior derecha de la obra contendrían una referencia secreta a la fecha del fallecimiento.

En cuanto al contenido de la imagen y su simbolismo se puede comentar lo siguiente: la imagen central y más importante es una figura alada pensativa, que puede ser considerada un ángel, sentada en el suelo y con el rostro ensombrecido. Esta dama apoya su cabeza – coronada de hierbas y con el cabello despeinado – en su puño izquierdo, mientras que con la otra mano sostiene un compás. Del cinturón cuelgan un conjunto de llaves revueltas.

A su lado se encuentra un putto (mediador entre la esfera terrenal y celestial), apoyado en una piedra de molino, que escribe o dibuja sobre una tablilla.

En la parte inferior se encuentra un perro famélico, animal que se encuentra también en otros grabados de Dürero, durmiendo a los pies del personaje principal. Aunque tradicionalmente el perro simboliza la lealtad, aquí un perro puede representar la melancolía o la locura.

En el suelo, hay varios útiles de carpintería (martillo, cepillo, clavos y sierra) y arquitectura (un tintero y una pluma) que se encuentran desordenados.

En el grabado hay muchos elementos relacionados con la geometría, la aritmética y la medida del tiempo. Sobre el muro hay una esfera de madera torneada, un poliedro truncado de cristal formado por pentágonos irregulares y triángulos (en que se puede apreciar un rostro humano difuminado), una regla, un reloj de arena, una balanza y un cuadrado mágico de 4x4. También hay una campanilla y una escalera de siete peldaños, que asciende hasta una torre o edificio que no se vislumbra su final.

En el fondo se puede ver un poblado. Hay un contraste entre la sombra que proyecta la Luna sobre los objetos y el brillo de un cometa, que se encuentra encerrado en un arco iris (se ha considerado como símbolo de la reconciliación y de la alianza entre Dios y los hombres).

Al fondo hay un murciélago sosteniendo una cartela con el texto “Melencolia I”, el título del grabado.

El grabado ha tenido mucha repercusión en distintas manifestaciones artísticas posteriores. Así, por ejemplo, Gottfried Keller, inspirado por la obra de Dürero, escribió el poema Melancholy. En su estrofa última, el poeta sugiere la forma de un ángel como la encarnación artística de la fantasía.

Inicialmente el filósofo Jean-Paul Sartre tenía la intención de titular su novela La náusea como Melancolía I, haciendo referencia a este grabado.

Thomas Mann sentía especial atracción por uno de los numerosos símbolos que aparecen en el grabado de Dürero: el cuadrado mágico. En la novela Doktor Faustus el protagonista, Adrián Leverkühn, cuelga dicho cuadrado sobre un piano alquilado.

El ensayo de Günter Grass titulado *Del diario de un caracol* termina con el discurso sobre el grabado de Durero en la exposición que titula “La inmovilidad en el progreso”, en la que se dice: “Sólo quien conoce y cumple la inmovilidad en el progreso, quien ha cedido una vez, varias veces, quien ha estado en el caparazón vacío del caracol y ha frecuentado el lado oscuro de la utopía, es capaz de medir el progreso”.

En su obra *Sor Juana Inés de la Cruz o las trampas de la fe*, el escritor mexicano y Premio Nobel de Literatura (1990), Octavio Paz, establece una relación entre el poema de sor Juana, *Primero sueño*, y el grabado de Durero, *Melancolía I*. Para Paz, el poema y el grabado refieren al mismo acto: al de conocer, pues su tema es el mismo: la contemplación de la naturaleza y la desazón del espíritu. El escritor mexicano propone que ambas obras son confesiones intelectuales de sus autores. Tanto *Primero sueño* como *Melancolía I* refieren al mismo número porque es sólo la primera fase de una imagen intelectual que, por abrirse hacia lo inacabado, dibujan la misma figura: la interrogación.

La banda alemana de metal sinfónico Haggard incluyó el grabado en la portada de uno de sus álbumes en 1997. El disco está basado en la vida y obra de Michel de Nôtre-Dame en la época de la peste negra.

En la novela de ficción *El símbolo perdido* (2009), Dan Brown analiza los posibles enigmas que encierra la estampa, en especial su cuadrado mágico, que les servirá para descifrar la leyenda de la pirámide Masónica.

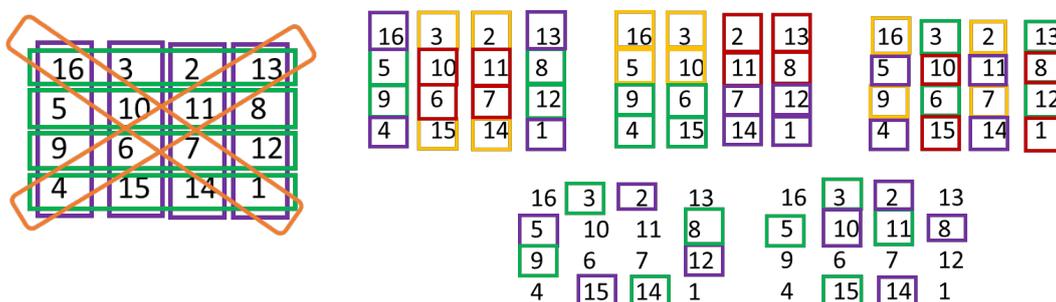


Figura 46. Disposiciones para la obtención del número mágico 34 como suma en las filas, columnas, diagonales principales, y en las cuatro submatrices de orden 2.

El llamado cuadrado mágico que aparece en el grabado está considerado el primero de las artes europeas. Es un cuadrado de orden cuatro en el que siempre se obtiene la constante mágica 34 en las filas, columnas, diagonales principales, y en las cuatro submatrices de orden 2 en las que puede dividirse el cuadrado, sumando los números de las esquinas, los cuatro números centrales, los dos números centrales de las filas (o columnas) primera y última, etc. (Véase la figura 46). Curiosamente las dos cifras centrales de la última fila, 1514, son el año de ejecución de la obra.

2.2.5 Arte y geometría en la arquitectura

Mucho se ha escrito de los rasgos dominantes del arte y la arquitectura islámica, la importancia de la composición espacial y la decoración geométrica tanto de la mezquita de Córdoba como de la Alhambra de Granada.

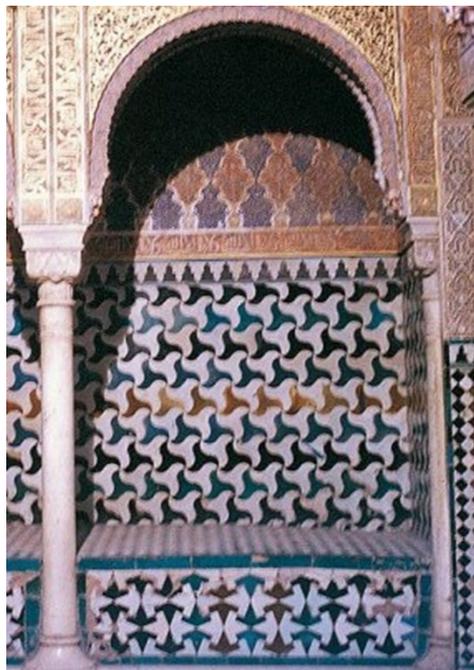


Figura 47. Detalle decorativo de las teselas de cerámica en forma de pajarita utilizada en los baños de Comares en la Alhambra de Granada.

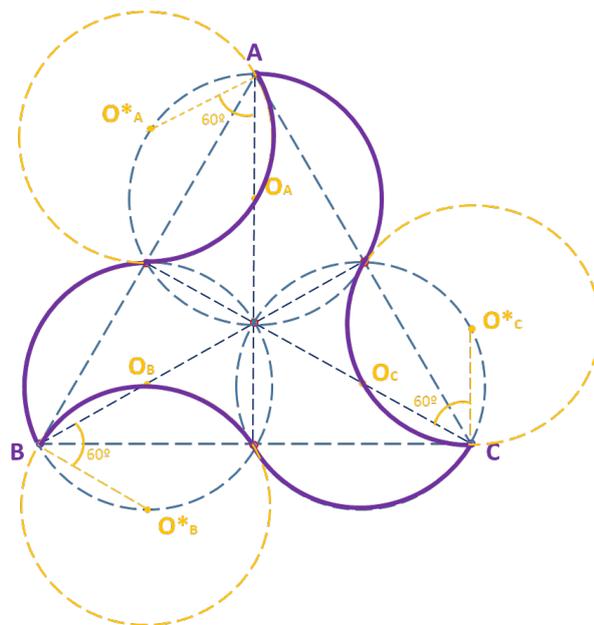


Figura 48. Detalle del proceso geométrico para la obtención de la pajarita.

El culto islámico dio lugar a dos tipos de construcciones de carácter religioso: la mezquita, el recinto donde la comunidad se reúne para la oración, y la Madraza o escuela coránica. En la arquitectura civil, destacan los palacios y las ciudades, planificadas de acuerdo a la necesidad de canalizar el agua y proteger al pueblo contra el calor.

Una de las manifestaciones artísticas que alcanzó mayor esplendor dentro del arte islámico fue la cerámica, en la cual se puede observar un grado de creatividad e innovación comparable a las artes plásticas de otras culturas.

En este artículo no se entrará en el análisis estético y geométrico de las impresionantes edificaciones que son la mezquita de Córdoba y la Alhambra de Granada, pero si, en algunos detalles, por ejemplo, en el proceso geométrico para la obtención de la denominada “pajarita nazarí” (véase la figura 47), como muestra de sus avanzados conocimientos en el arte geométrico.

La geometría de la pajarita que constituye cada una de las teselas del mosaico es muy interesante, ya que no es un proceso trivial. Se parte de un triángulo equilátero ABC como patrón base; se dibujan las tres circunferencias que tienen por diámetro el segmento definido por el centro del triángulo y cada uno de sus vértices. Estas circunferencias determinan los arcos convexos de la pajarita. Después, al rotar cada una de estas circunferencias 60°, con centro de

rotación para cada circunferencia el vértice por el que pasan, y en sentido de rotación horario, esas circunferencias rotadas determinarían los arcos cóncavos de la pajarita (véase la figura 48).

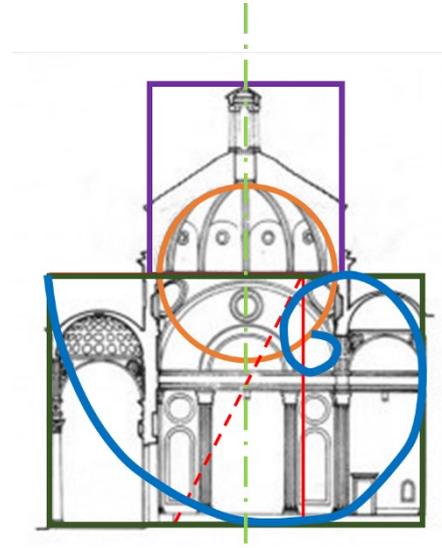


Figura 49. A la izquierda la fachada de la Capilla Pazzi en Florencia. 1429. Obra de Filippo Brunelleschi. A la derecha encuadres geométricos de la obra. Elaboración propia.

Con el fin de dar alguna otra pincelada sobre el arte y la geometría en manifestaciones arquitectónicas, se muestran a continuación dos ejemplos representativos: por un lado la capilla Pazzi en Florencia, obra de Filippo Brunelleschi (véase la figura 49); y por otro lado, La Basílica de San Zenón (en italiano, Basilica di San Zeno, también conocida como San Zeno Maggiore) (véase la figura 50) es el edificio religioso más conocido de Verona, en la Italia septentrional. Su fama descansa en parte en su arquitectura, y en parte en que según la tradición su cripta fue el lugar donde se casaron Romeo y Julieta. Está bajo la advocación del santo Zenón de Verona.

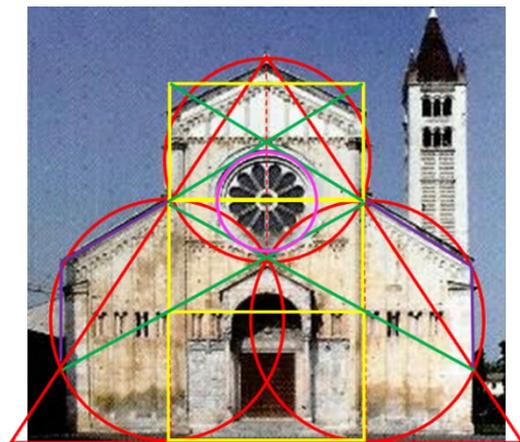


Figura 50. A la izquierda la fachada de la Basílica de San Zenón en Verona. A la derecha construcciones geométricas que la enmarcan. Elaboración propia.

Si se hace un corte paralelo a la fachada conteniendo a su eje de simetría se puede observar varios elementos geométricos, tales como un rectángulo áureo (en color verde); un cuadrado (en color morado); un círculo (en color naranja). El cuerpo total de dicha sección está inscrito en

el cuadrado y rectángulo áureo, las dos figuras están unidas por un círculo donde está inscrita la cúpula. Además, las proporciones siguen la sucesión de Fibonacci, pudiendo inscribir en la sección la espiral de Durero. En ésta obra se puede visualizar el interés de Brunelleschi en el empleo de los módulos matemáticos y en las distintas fórmulas geométricas que se usaron para crear las plantas y las elevaciones que cumplen el objetivo del artista de que todo tenga armonía. Para la creación de la Capilla Pazzi, Filippo Brunelleschi recurre a estas figuras perfectas para expresar el significado de esta capilla, por ejemplo, usa los cuadrados (para reflejar al hombre) y los círculos (para reflejar lo divino).

En la interesante geometría que enmarca la fachada de la Basílica de San Zenón sorprenden los tres rectángulos de color amarillo en la figura que evocan a la misma división que se observa en las cerámicas de la cultura de Chupicuario como las reproducidas en las figuras 39 y 40 del presente artículo.

3. Ritmos, arte y geometría en la fotografía

La fotografía es otra forma visual de mostrar la realidad, en éste caso desde los ojos del fotógrafo, que nos permite encontrar ritmos, silencios y armonías manejando formas, figuras, geometrías y otros elementos de la composición, eligiendo el punto de vista adecuado según el efecto que quiera conseguir. En la figura 51, por ejemplo, la fotógrafa Dasha Pears, muestra una imagen tomada en Zúrich, Suiza, en 2018.

Dasha Pears es una galardonada fotógrafa rusa de bellas artes conceptuales que actualmente reside en Helsinki, Finlandia. Las obras de Dasha se han exhibido en Rusia, Francia, Polonia, Austria, Italia, España y Finlandia. Las fotografías de Dasha se pueden encontrar en portadas de libros publicados en Europa, Estados Unidos y América del Sur.

Se muestran a continuación algunas fotografías del fotógrafo Wiepke Folkerts (véase las figuras 52, 53, 54, 55 y 56). Para él, en un mundo donde el tiempo y la tranquilidad son una rareza, deja que sus imágenes fotográficas fusionen inquietud y dinámica en una unidad, reduciéndolas a un ritmo que los humanos pueden captar.



Figura 51. Dasha Pears . fotografía titulada Geométrías. Impresión de prueba de artista (AP) de 85 + 1AP en papel Fuji Crystal Silk Archive.

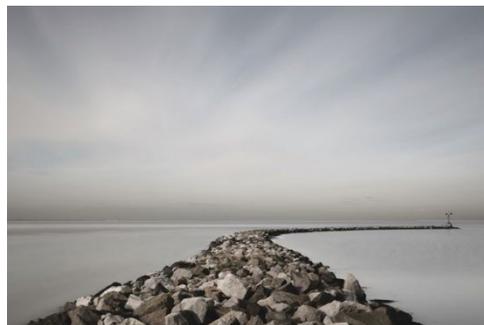


Figura 52. Wiepke Folkerts – Fotografía titulada Breakwater. Tamaño 30 x 45 cm. Colección particular.



Figura 53. Wiekpe Folkerts – Fotografía titulada No Boat. 30 x 30 cm. Colección particular. Elaboración propia de la línea de horizonte y las alineaciones.

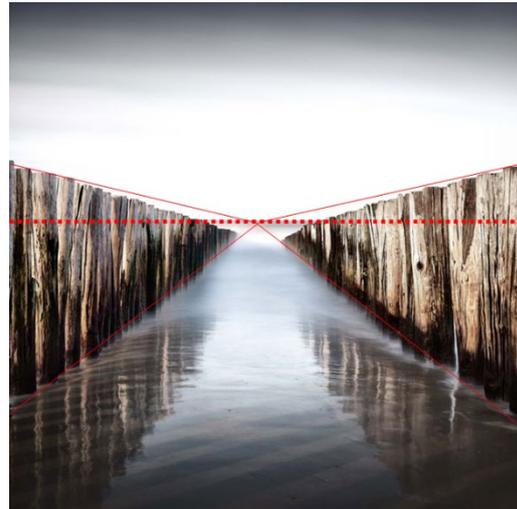


Figura 54. Wiekpe Folkerts – Fotografía titulada Two Rows. 40 x 40 cm. Año 2017. Colección particular. Elaboración propia de la línea de horizonte y las alineaciones.

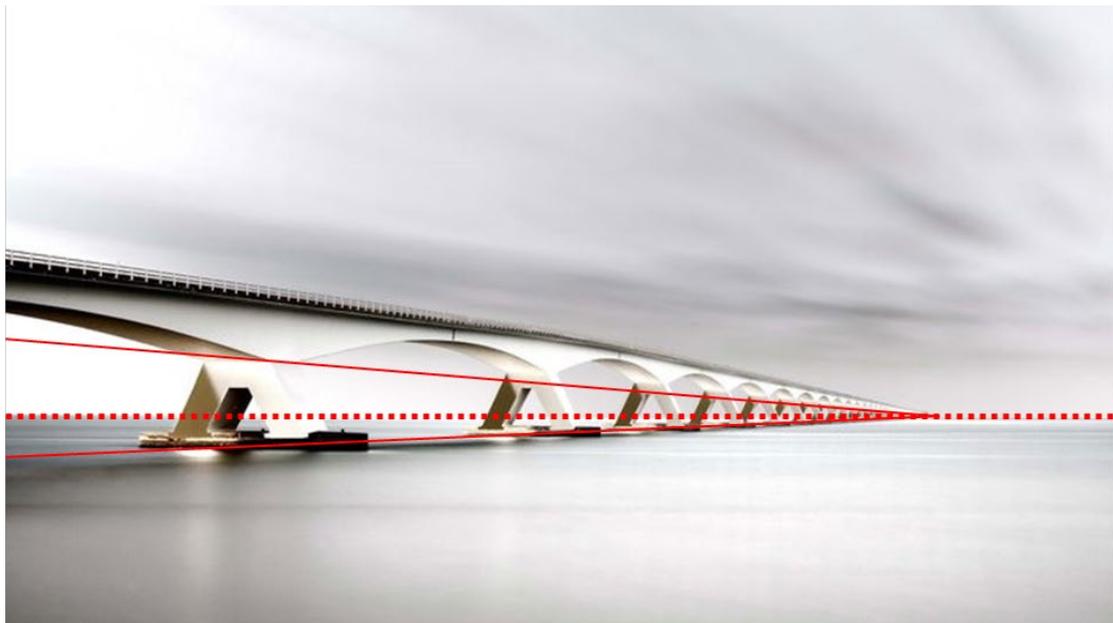


Figura 55. Wiekpe Folkerts – Fotografía titulada Bridge #1s. 26 x 46 cm. Año 2017. Colección particular. Elaboración propia de la línea de horizonte y las alineaciones.

Para ello utiliza largos tiempos de exposición. El vacío, el silencio y la armonía atemporal de imágenes costeras quedan plasmados en una imagen. En ese vacío hay elementos u objetos hechos por el hombre que han surgido de la función que les ha tocado cumplir y por lo tanto adquieren una singularidad y una belleza que no aburre, sino que puede llegar a fascinar. En algunas de ellas se ha marcado las alineaciones rectas (en línea roja de trazo continuo)

correspondientes a las paralelas que se encuentran en los puntos de fuga, así como la línea de horizonte, que pasa por dichos puntos y es paralela al suelo (en línea roja de trazo discontinuo).



Figura 56. Wiepke Folkerts –Dos imágenes de la serie "Stills": La Route; Silence

El mismo autor se recrea en espacios infinitos. En sus fotografías de caminos, se puede observar que un paisaje se desarrolla y cambia con el tiempo. El fotógrafo captura un momento al fotografiarlo, una instantánea como un fotograma de una película. Una imagen sin pasado, una imagen sin futuro, solo presente. Un paisaje está en movimiento, pero el fotógrafo quieto, crea un momento de paz y quietud. Su serie 'Stills' trata sobre esa calma y quietud con imágenes que contienen poco o ningún estímulo, para permitir una experiencia más profunda. Son partes del paisaje con su propia intimidad y carácter. Es un reflejo de la forma en que el fotógrafo experimenta el paisaje, pero también ofrece al espectador una interpretación única y la oportunidad de pensar en las cosas esenciales de la vida. La fotografía parte de observar la realidad, las fotos no son una representación exacta de ella, es la interpretación del fotógrafo, su perspectiva y por lo tanto reflejan una parte de él.

Su inspiración proviene de otros fotógrafos relevantes, como son Michael Kenna, Michael Levin y Josef Hoflehner.

En la imagen de la derecha de la figura 56 se observan los árboles del borde derecho del camino en su configuración geométrica fractal y al fondo otros cinco árboles dispuestos en sentido transversal a la vía como si de notas musicales se tratara en un pentagrama musical.

Aunque no se trate de una fotografía, algunos artistas juegan en sus obras con la visión del que mira como si de una fotografía se tratara, estableciendo distintos puntos de vista para el espectador, creando sensación de movimiento y dando un cierto ritmo a la obra. Eso se puede apreciar en la imagen de la figura 57. En ella el autor crea un espacio visual con dos puntos de vista diferentes, estableciendo por lo tanto dos líneas de horizonte distintas, lo que crea una sensación que modifica el espacio de silencio de la obra. Este trabajo geométrico está hecho de cerámica. Es un juego de líneas apretadas en el relieve que, además crea un hermoso efecto de sombra ligera.

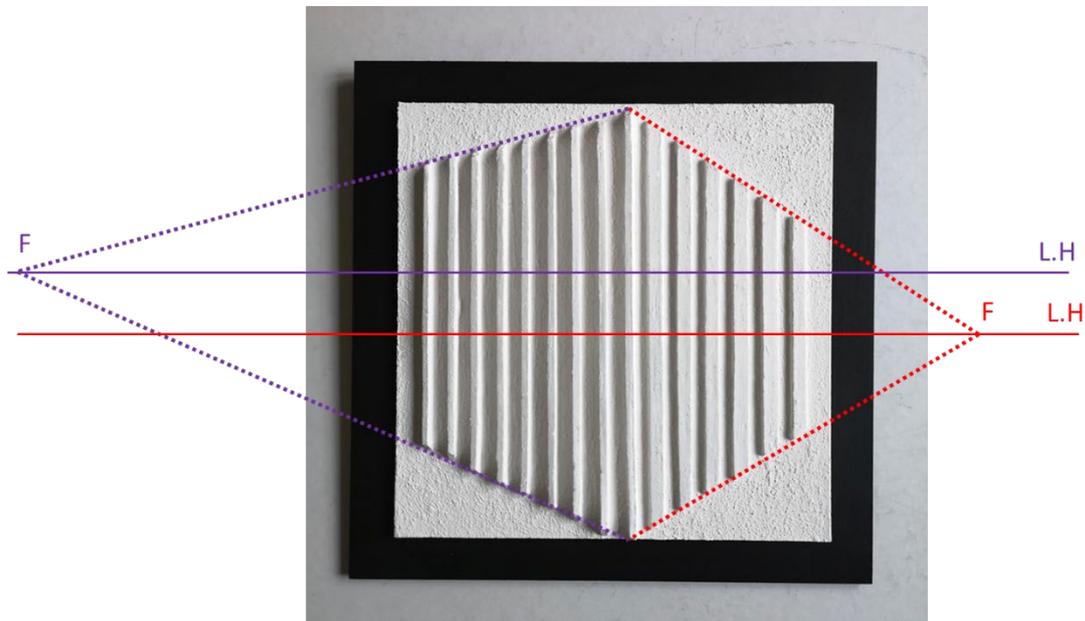


Figura 57. Lisanne Lammers. Relieve blanco "Rayas" nº 3. Escultura mural de cerámica. Las dimensiones son 35 x 35 x 2 cm. Colección particular. En azul se han dibujado las alineaciones correspondientes a un punto de fuga y su línea de horizonte. En rojo las correspondientes a otro punto de fuga y su línea de horizonte. Elaboración propia.



Figura 58. Carla Sutura Sardo. Fotografía titulada Geometría perfecta. Dimensiones: 70 x 70 cm. Colección particular. Se ha dibujado sobre ella el contorno de las nubes, la montaña, la silueta del cuerpo y la silueta del vestido. Elaboración propia.

Hay fotografías que invitan al espectador a ver geometrías en las figuras y elementos que la constituyen. Así, en la fotografía de la figura 58, se ha dibujado el contorno de varios elementos de la imagen, todos ellos constituyendo una secuencia de formas semejantes que

dotan a la obra de ritmos en medio del silencio del entorno desértico en el que se enclava el personaje.

Esta misma técnica de jugar con las formas que enmarcan las figuras de la imagen ya las utilizó en su momento en sus cuadros ese extraordinario artista que fue Cézanne (1839 – 1906).

Desde el Renacimiento, casi todos los cuadros habían obedecido a una convención –el punto de fuga de la perspectiva-. Se trataba de un sistema geométrico para representar la ilusión de realidad, basado en el hecho de que las cosas parecen volverse más pequeñas cuanto más se alejan de nuestro ojo. Una vez conocidas las reglas para representar una perspectiva escénica, las cosas pueden dibujarse en una superficie plana de un papel como si estuvieran en el espacio, en sus dimensiones y posiciones correctas. Para los artistas del siglo XV, la perspectiva era la piedra filosofal del arte; jamás se había inventado una herramienta más poderosa para la composición de la experiencia visual en términos de ilusión; en realidad, la perspectiva en el siglo XV era a veces vista no solamente como una rama de las matemáticas sino como un proceso casi mágico que producía asombro (véase las figuras 59 y 60).

Sin embargo, hay convenciones en la perspectiva. Eso presupone un cierto modo de ver las cosas, y esa mirada no siempre concuerda con el modo en que realmente las vemos. Esencialmente, la perspectiva es una forma de abstracción. Simplifica la relación entre el ojo, el cerebro y el objeto. Es una panorámica ideal, imaginada como si fuera vista por un tuerto, una persona inmóvil que está claramente independizada de lo que ve. Eso convierte al espectador en alguien en quien converge el mundo entero, el observador inmóvil. La

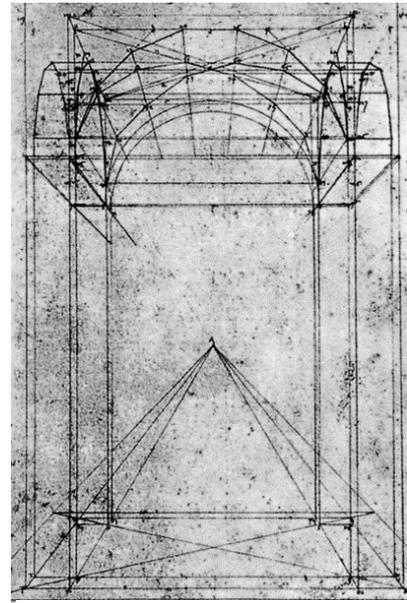


Figura 59. Estudio de perspectiva por Piero della Francesca, 1470.

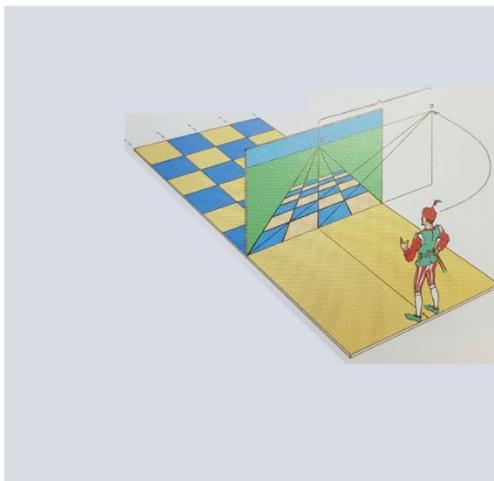


Figura 60. A la izquierda fundamento de la perspectiva cónica en un dibujo, donde se muestra el punto de vista del observador que mira el suelo embaldosado, el punto de fuga, la línea de horizonte y la figura ajedrezada que finalmente ve el observador en el plano del cuadro (el lienzo del dibujo). Fuente: Philippe Comar, *La perspective en jeu*. A la derecha, óleo sobre lienzo, hacia 1860/80, que representa el interior de un café morisco con fumadores en cachimba de una colección particular.

perspectiva reúne los hechos visuales y los estabiliza, lo cual los convierte en un campo unificado. Evidentemente, el ojo es diferente de ese campo, así como el cerebro está separado del mundo que ese órgano contempla.

A pesar de su aparente precisión, la perspectiva es una generalización con respecto a la experiencia. Esquematiza nuestra percepción, pero realmente no representa el modo en que vemos. Miramos un objeto: nuestro ojo nunca está quieto. Parpadea, involuntariamente inquieto, moviéndose de un lado a otro. Tampoco nuestra cabeza está quieta en relación con el objeto; cada momento trae consigo un fraccionario cambio en su posición, lo cual deviene en una minúscula diferencia de aspecto. Cuanto más se mueve uno, mayores son los cambios y las diferencias. Si se lo pido, mi cerebro puede aislar una perspectiva dada, congelada en el tiempo; pero su experiencia del mundo que está más allá de la retina se parece más a un mosaico que a una perspectiva estructurada, un mosaico de múltiples relaciones, ninguna de las cuales (por lo que a la visión se refiere) está enteramente establecida. Cualquier visión es una suma de diferentes atisbos. Y, por tanto, la realidad incluye los esfuerzos del pintor para percibirlos. Ambos, espectador y visión, forman parte de la misma esfera. En pocas palabras, la realidad es una interacción.

La idea de que el espectador influye en la visión se da por sentada actualmente en la mayoría de los campos de investigación científica. El ojo y su objeto habitan el mismo plano, el mismo campo, y uno influye en el otro recíprocamente. A finales del siglo XIX, en general, esa idea no era aceptada como cierta. Sin embargo, hacia 1900, mientras esa idea se desarrollaba en su forma científica en la obra de F.H. Bradley, Alfred North Whitehead y Albert Einstein, también un artista, científicamente analfabeto, desconocedor de la obra de aquellos científicos, viviendo lejos del mundanal ruido, en su retiro del sur de Francia, en Aix-en-Provence, estaba trabajando para explorar esa concepción, dándole una forma estética, y finalmente basando en ella su obra. Se llamaba Paul Cézanne.

Es por eso que todavía hoy sea considerado como el padre de la pintura moderna. “Todos hemos salido de Cézanne”, declaró un día Georges Braque, junto a Fernand Léger y Jacques Villon, dando a entender con tales palabras lo que el gran maestro decía de sí mismo: “yo seguiré siendo el principio del camino que he descubierto”.

En los años de Cézanne en París, algunos estudiosos de su vida afirman que el fantasma azulado de la Sainte Victoire flotaba al borde de su pensamiento y caminaba con él en el horizonte de todos sus paisajes. Pero el fantasma de la Sainte-Victoire no gravita sólo sobre sus paisajes. El pintor André Masson observaba sobre los bodegones de Cézanne: “Mirad estas naturalezas muertas, siguen el consejo de la Sainte-Victoire: son geológicas”. (véase las figuras 61 y 62).

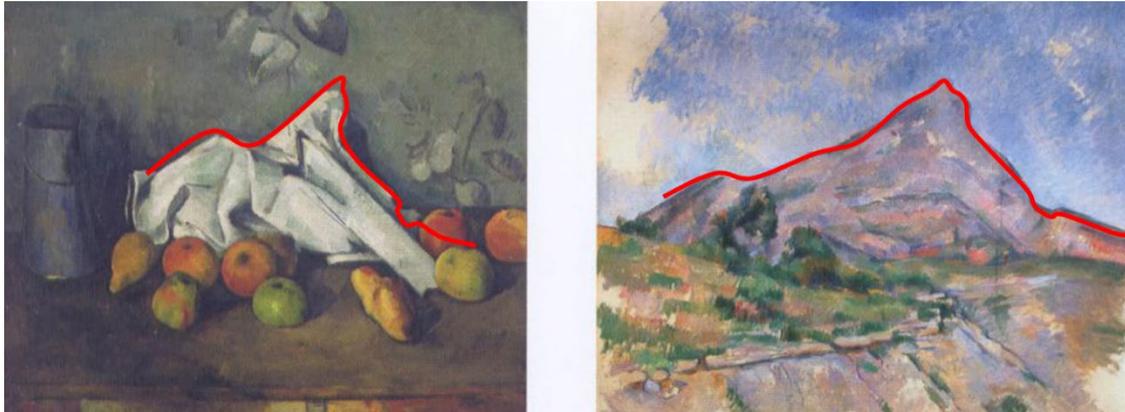


Figura 61. Cézanne. A la izquierda, lechera y manzanas. 1879-1880. Museo de Arte Moderno de Nueva York. A la derecha, La Sainte Victoire, vista desde los Infernets, c.1895. Museo del Hermitage. Se ha dibujado en color rojo, en ambos cuadros, las siluetas del paño blanco y de las montañas en esa obsesión de Cézanne por su paisaje. Elaboración propia.



Figura 62. Cézanne. A la izquierda, Naturaleza muerta con tetera. 1902-1906. Museo Nacional de Gales. A la derecha, el monte Cengle. c. 1904-1906. Foundation E.G. Bührle. Se ha dibujado en color amarillo, en ambos cuadros, las siluetas del paño en el bodegón y en el paisaje exterior. Elaboración propia.

4. Ritmos, arte y geometría en el diseño de moda

En el diseño de moda también es fácil encontrar elementos geométricos, a veces de forma explícita, y otras veces de forma implícita en las proporciones que sugiere el diseño. Se muestra a continuación, en la figura 63, tres dibujos en los que se pueden apreciar dichas relaciones geométricas.

En la primera imagen de la figura se observa el triple encuadre triangular considerando los hombros, el apoyo del bastón y la posición de los pies.

En la segunda imagen, Erté ofrece un diseño en el que la modelo se inscribe desde los pies a su cintura en un cuadrado (en rojo) de forma que la visual de la mirada de dicha modelo se dirige a un vértice del rectángulo áureo (en violeta), asociado al cuadrado anterior. Asimismo,

la disposición corporal de la modelo se adapta a la serpentina de la que se habló en el epígrafe 1.2.

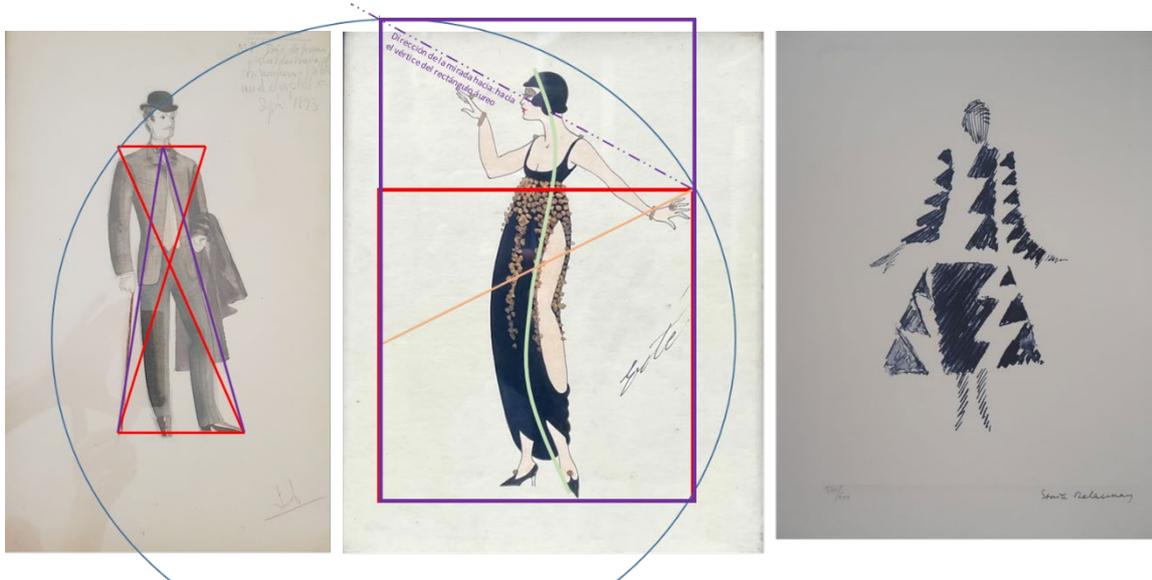


Figura 63. A la izquierda diseño de Antonio Rius (año 1893); en el medio, diseño de Romain de Tirtoff, conocido como Erté (1920). A la derecha, diseño de Sonia Delaunay (1985). Las construcciones geométricas son de elaboración propia.

En la tercera imagen de la figura, se observa la maestría de la diseñadora, incorporando detalles geométricos al modelo de forma totalmente explícita. Así, crea un vestido a partir de veintidós triángulos que siguen una secuencia rítmica.

Otros autores han utilizado obras de arte de la pintura como inspiración para sus diseños. Es el caso del diseñador español Cristóbal Balenciaga Eizaguirre (1895 – 1972), conocido simplemente como Balenciaga, que es considerado uno de los creadores más importantes de la alta costura. Contemporáneo de Coco Chanel y Christian Dior es el modista de alta costura español más importante de la historia junto a Manuel Pertegaz.

En las figuras 64 y 65 se muestra la inspiración pictórica en cuadros de los grandes maestros de la pintura española que tiene Balenciaga en algunos de sus diseños. En la figura 64, se puede observar como la serie ondulada que decora el vestido de la Infanta Margarita inspira el diseño de la decoración en la botonadura de la chaqueta de la modelo que exhibe el diseño de Balenciaga. Mientras que en la figura 65 se puede apreciar la influencia de los pliegues de la figura de San Juan en el cuadro de El Greco para el diseño del vestido que exhibe la modelo.



Figura 64. A la izquierda la Infanta Margarita de niña, obra del pintor Diego Velázquez. A la derecha diseño de Balenciaga. Fuente: Hamish Bowles, John E. Buchanan - Balenciaga and Spain: Spanish Master – 2011.

Balenciaga fue un creador incansable. De una profunda y perdurable influencia en la cultura, la historia y el arte de España. Creó una obra innovadora que transformó la forma de

vestir de las mujeres e inició un camino nuevo para las generaciones de los nuevos diseñadores que han encontrado en su trabajo un referente de primer nivel.



Figura 65. A la izquierda, el cuadro de La Crucifixion de El Greco A la derecha diseño de Balenciaga. Fuente: Hamish Bowles, John E. Buchanan - Balenciaga and Spain: Spanish Master – 2011.



Figura 66. Bocetos de Balenciaga. Fuente: Hamish Bowles, John E. Buchanan - Balenciaga and Spain: Spanish Master – 2011.

En la figura 66 se pueden ver algunos de sus diseños, junto con algunos de sus bocetos. En sus creaciones hay ritmo, hay armonía, hay geometría y hay arte.

5. Ritmos, arte y geometría en la danza

La danza se compone de diversos elementos interrelacionados que son interpretados por el público como un lenguaje expresivo. Su utilización no es siempre uniforme, y en un baile puede predominar uno sobre otro. En la danza hay movimiento al cambiar de posición los cuerpos a lo largo del espacio determinado para el baile. También hay ritmo debido a la secuencia temporal entre los pasos específicos a seguir, para que el baile ocurra de manera sincronizada con la música o con su propio tempo. Por otro lado, la danza está dotada de estilo o inclinación estética, personal, social o de moda en la ejecución del baile. En ese estilo hay configuraciones geométricas (véase la figura 67) muy relacionadas con la expresión corporal, ya que hay una escenificación del cuerpo, utilizando el cuerpo como vehículo de ciertos sentidos o significados, a través de posiciones concretas.

En la figura 67 se puede observar la configuración geométrica que se establece entre los tres bailarines al posicionarse en una forma determinada. Aparecen formas triangulares (en amarillo), que forman un conjunto estrellado, una circunferencia (en violeta) y un trapecio (en verde). Dicha geometría crea espacios de silencio y a la vez establece una comunicación artística con el espectador con un lenguaje espiritual.

En las figuras 68 y 69 se muestra una visión de la configuración geométrica que ofrece el bailarín en sus posiciones durante la ejecución de su arte. En el primer caso, se muestra al bailarín Vaslav Nijinsky, que fue un bailarín de ballet y coreógrafo ruso nacido en Polonia. Sus contemporáneos que lo vieron bailar quedaron impresionados por su transformabilidad, su virtuosismo, su gracia y su técnica de salto. Desde la perspectiva actual, sus saltos no se consideran enormes en su escala espacial, sino impresionantes por la impresión de su detención temporal. Para el espectador, el esfuerzo requerido para ello no era visible. La impresión de saltos ingravidos se vio reforzada por su capacidad para realizar aterrizajes silenciosos y suaves. Hasta el día de hoy, el nombre Nijinsky es sinónimo de arte de danza perfecto. En la figura 68 se puede observar el

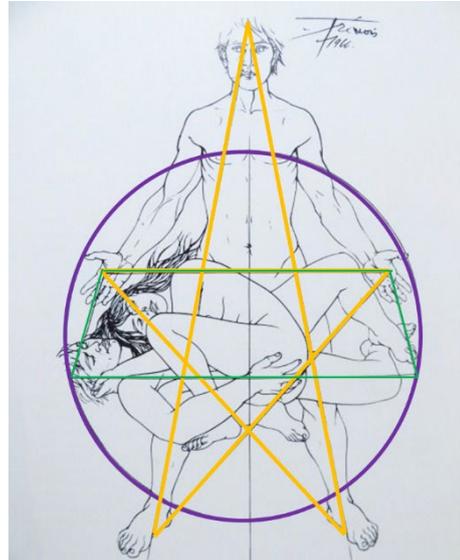


Figura 67. Del libro titulado Janine Charrat : *Antigone de la danse*. Editions d' Art H. Piazza (1970). Construcción geométrica de elaboración

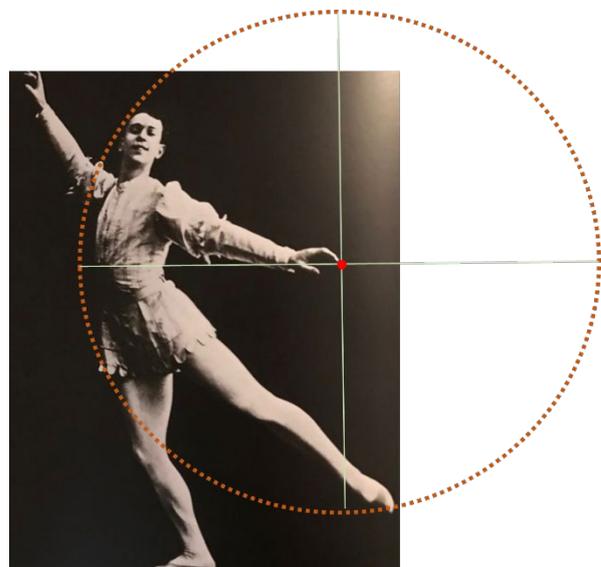


Figura 68. Vaslav Nijinsky actuando. Fuente: *Ballet-Fotobook de Lincoln Kirstein con Ensayos de Jaques Riviere y Edwin Denby*. (1981). La geometría es de elaboración propia.

arco perfecto sobre la que se asienta la cabeza y el pie, estando el centro de la circunferencia que lo contiene en el dedo de la mano.

Más actual es el bailarín Roberto Bolle, quien se convirtió en una estrella en lo más alto de la fama internacional y en un icono popular que llevó el ballet fuera de los teatros, al Coliseo, a los Juegos Olímpicos, al patio de la iglesia de la Catedral de Milán, provocando el frenesí de miles de fans. En la figura 69 se le muestra en una actuación en uno de sus saltos. La posición del punto más alto de su cabeza y las puntas de los pies definen un triángulo; mientras que los dedos de ambas manos definen una recta que se apoya en los lados de un triángulo que resulta ser el anterior girado 220 grados alrededor del punto más alto de la cabeza y trasladado después al largo de su altura, hasta colocarlo en dicho punto.

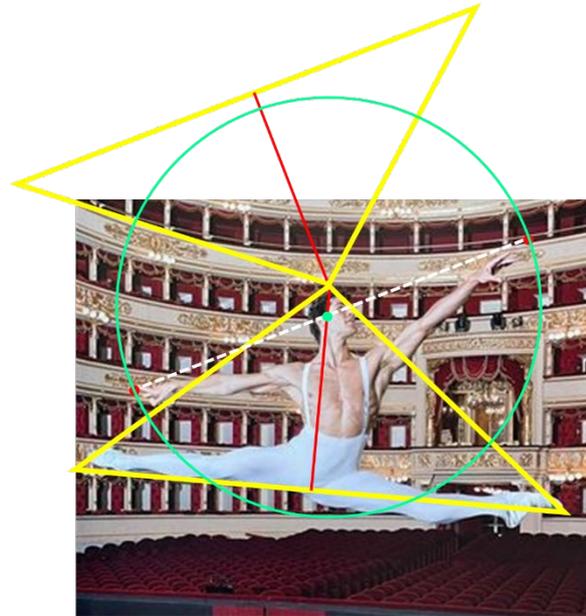


Figura 69. Roberto bolle actuando. Fuente: Roberto Bolle alla Scala, libro de Valeria Crippa. La geometría es de elaboración propia.

6. Ritmos, arte y geometría en los instrumentos musicales. El caso de la guitarra Ramírez

Es bastante general en los instrumentos musicales la presencia de geometrías características y sofisticados diseños artísticos, la rítmica que produce el instrumento como motor de su música es muy característico de cada uno de ellos. Como ejemplo destacado de esta idea, se ha elegido hablar de la guitarra Ramirez.

Aunque todos los países reivindican su intervención en la invención de la guitarra, aspectos tales como la forma, la estructura y la afinación, derivan directamente de la guitarra tal como los españoles la diseñaban.

Es a mediados del siglo XIX cuando la historia de la guitarra moderna alcanza un gran apogeo gracias al español Francisco Tárrega, creador de la escuela moderna y autor del cambio en el uso del posicionamiento de las manos y la manera de pulsar las cuerdas. También, hacia 1850 empezó el trabajo de Antonio de Torres con el apoyo de Julián Arcas, con sus aportaciones a los soportes estructurales de la guitarra, incluyendo siete varas extendidas bajo la tapa armónica, el aumento del tamaño de la caja de resonancia y el ancho del mástil. Estas innovaciones influyeron en la mejora del volumen del sonido y la respuesta en los bajos.

Es un poco después cuando aparecen otros excepcionales guitarreros. Es el caso de la familia Ramirez, que empezó su andadura con la figura de José Ramírez, quien proporcionó en su tiempo los modelos más cotizados por los grandes concertistas de guitarra a nivel mundial.

En la saga Ramírez hay que mencionar al maestro lutier José Ramírez Martínez (1922 – 1995), conocido como José Ramírez III, quien creó un modelo basado en proporciones áureas y números mágicos dotados de una simbología especial configurando una geometría diferenciadora que la dotaba de una sonoridad única. El modelo parte de la longitud mayor del cuerpo de la guitarra y del radio de las circunferencias de las concavidades en su cintura, lo que permite definir un contorno basado en tangencias entre circunferencias, rectas y arcos.

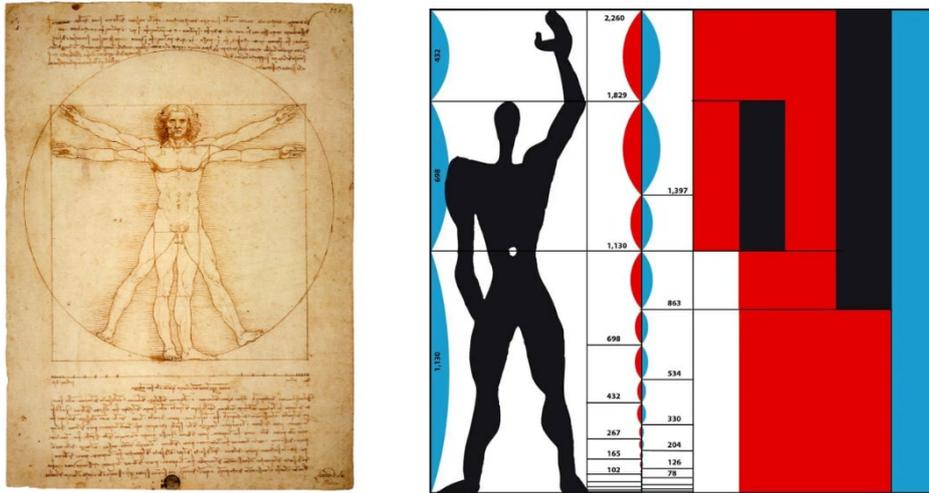


Figura 70. El hombre de Vitrubio según Leonardo da Vinci y el Modulor de Le Corbusier.

La proporción áurea en la guitarra Ramírez III está en toda su fase de diseño; y no sólo eso, sino que utiliza algunas series numéricas armónicas. El maestro Ramírez III sabía que con la razón áurea y la magia de algunos números aplicados a las medidas de su guitarra conseguía una mayor percepción de la belleza, no sólo en la forma, sino también en la frecuencia de vibración de sus cuerdas y en la transmisión de los sonidos.

José Ramírez III sigue la estela de los grandes artistas de la antigüedad y, sin duda, también es conocedor de uno de los grandes genios del arte moderno, el pintor y arquitecto Charles-Édouard Jeanneret-Gris –más conocido como Le Corbusier– que en 1948 lanzó una de sus publicaciones más famosas titulada *El modulor*, seguido por *El modulor 2* (1953). En estos textos, Le Corbusier dio a conocer su aporte a la investigación que tanto Vitrubio como Da Vinci y Leon Battista Alberti habían comenzado en un esfuerzo por encontrar la relación matemática de las medidas del hombre con la naturaleza. De cierta manera es una búsqueda antropométrica de un sistema de medidas del cuerpo humano en que cada magnitud se relaciona con la anterior por el número áureo, todo con la finalidad de que sirviese como medida base en las partes de la arquitectura.

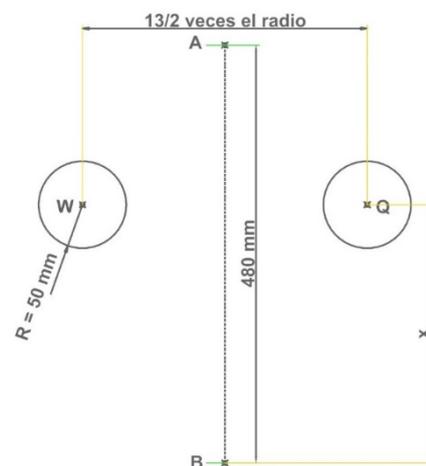


Figura 71. Dibujo del cuerpo de la guitarra Ramírez III, a partir del radio de las circunferencias correspondientes a la concavidad de su cintura. Fuente: elaboración propia.

Para Le Corbusier las medidas parten desde la medida del hombre con la mano levantada (226 cm) y de su mitad, la altura del ombligo (113 cm). Desde la primera medida multiplicando sucesivamente y dividiendo de igual manera por el número áureo (1,618) se obtiene la llamada serie azul, y de la segunda del mismo modo la roja. Siendo cada una sucesión de Fibonacci y permitiendo miles de combinaciones armónicas. (véase la figura 70).

Serie azul, en metros: ..., 9,57; 5,92; 3,66; **2,26**; 1,40; 0,86; 0,53; 0,33; 0,20; ...

Serie roja, en metros: ..., 4,79; 2,96; 1,83; **1,13**; 0,70; 0,43; 0,26; 0,16; 0,10; ...

En la guitarra Ramírez III la longitud mayor del cuerpo de la guitarra es de 480 mm (4,8 dm)– obsérvese la relación con el primer número de la serie roja de Le Corbusier - Por otro lado, el cociente entre la longitud mayor del cuerpo de la guitarra ($AB = 480$ mm) y el radio de las circunferencias de concavidad en su cintura (50 mm) es 9,6 – redondeo del número del primer término de la serie azul de más arriba -.

Siguiendo un esquema parecido al de Vitrubio, Da Vinci y más tarde Leon Battista Alberti o Le Corbusier, José Ramírez III crea el cuerpo de su guitarra tan sólo con dos datos: la magnitud mayor y el radio de las circunferencias correspondientes a la concavidad de su cintura (véase la figura 71). Todo lo demás es consecuencia de razones áureas, proporciones y relaciones numéricas (véase la figura 72). Así, se cumple que:

La longitud mayor del cuerpo de la guitarra es $AB = 480$ mm y coincide con su eje de simetría.

Las dos circunferencias, C_1 y C_2 , correspondientes a las concavidades, tienen un radio de 50 mm y sus centros distan entre sí 6,5 ($13/2$) veces su radio; además, dichos centros están situados a una distancia x del punto más bajo de la guitarra que se sabe es media proporcional entre “ AB ” y “ $(AB - x)$ ”. El maestro Ramírez III quiso dejar constancia del número 13 en su guitarra, pero sin mostrarlo explícitamente para indicar que la guitarra es un camino, una evolución hacia un estado de mayor comprensión o de crecimiento personal.

La construcción gráfica para obtener el segmento áureo del diámetro de la circunferencia de concavidad permite obtener tres puntos J , K y L de referencia: los dos primeros por intersección de la recta que une el extremo V del diámetro con el centro de la circunferencia de igual diámetro tangente en el otro extremo, y el tercero como extremo del segmento áureo. Los puntos J y K cortan perpendicularmente al eje de simetría de la guitarra en dos puntos J' y K' que equidistan del centro O de la boca de la guitarra.

La circunferencia C_3 de centro V y radio VJ define en su punto más alto la línea de centros correspondiente a las circunferencias superiores del cuerpo de la guitarra y que, además, resultan ser de radio precisamente VJ . El maestro Ramírez III estableció que las circunferencias C_4 y C_5 pasaran cada una de ellas por el centro de la otra.

La distancia entre el punto L y su simétrico respecto del eje de simetría de la guitarra, define la anchura máxima del cuerpo de la guitarra, la cual determina un segmento que se puede dividir en tres partes, siendo los extremos del intervalo central los centros de las circunferencias C_6 y C_7 que conforman las circunferencias inferiores del cuerpo de la guitarra. El centro de la circunferencia C_6 se encuentra en la recta WR , siendo R el punto de intersección de la circunferencia C_1 y la de centro V y mismo radio.

Definidas las circunferencias C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 , C_6 y C_8 el contorno del cuerpo de la guitarra es tangente a ellas de tal forma que el tramo de tangencia superior lo es a C_3 y C_4

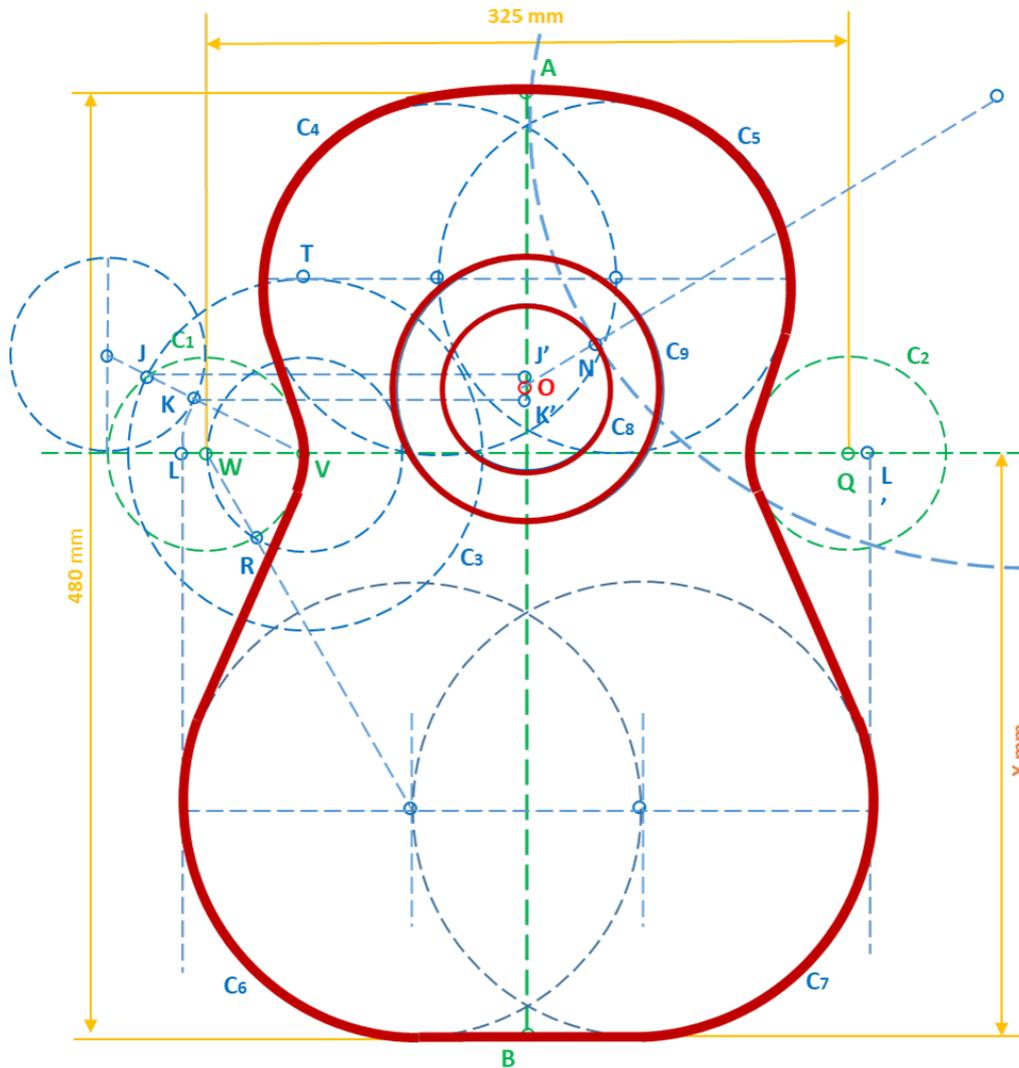


Figura 72. Dibujo de la guitarra Ramirez III a partir de razones áureas, proporciones y relaciones numéricas. Fuente: elaboración propia.

pasando por el punto A y el tramo de tangencia inferior lo es a C6 y C7 pasando por el punto B. El contorno se completa con segmentos tangentes a C1 y C4 y a C1 y C6, así como con sus simétricos respecto al eje AB.

Para dibujar la circunferencia C8 correspondiente al hueco de la boca de la guitarra se determina el punto N que resulta de hallar la intersección de la circunferencia de diámetro AB tangente al punto más alto de la guitarra con la recta que une el punto O con el centro de dicha circunferencia. La circunferencia C8 es la de centro O y radio ON.

La boca de la guitarra sirve de límite para la zona de mosaico y marquetería, que se extiende hasta el contorno de la circunferencia C9 concéntrica con la anterior y tangente a la de centro V y mismo radio que C1.

La distancia entre el punto L y su simétrico respecto del eje de simetría de la guitarra define la anchura máxima del cuerpo de la guitarra, la cual determina un segmento que se puede dividir en tres partes, siendo los extremos del intervalo central los centros de las circunferencias C5 y C6 que conforman las circunferencias inferiores del cuerpo de la guitarra. ¡Otra vez el 3!. El maestro Ramírez III pensaba en términos de energía, frecuencia y vibración.

Las proporciones y las relaciones numéricas que establece José Ramírez III representa un esfuerzo por devolverle la armonía a la guitarra clásica con respecto al cuerpo humano, al orden estético y a la belleza.

Como escribió Anthony Ashley Cooper, Conde de Shaftesbury: “existe un poder en los números, armonía, proporción y belleza de todo tipo que cautiva naturalmente al corazón, y eleva la imaginación hacia una opinión de algo majestuoso y divino”.

José Ramírez III pone sobre la mesa una lección importante: la importancia del idealismo y la confianza, la creencia de que siempre hay territorio para explorar y la sensación de que el guitarrero puede encontrar las metáforas necesarias para un cambio radical en lo que parecía inalterable. El maestro pensó que era necesario seguir redibujando las lecciones de los antecesores para descubrir qué es lo que se adapta a nuestro contexto, para poder encontrar lo que falla y seguir descubriendo todo lo que nos rebasa cuando algo nuevo surge.

Cuando uno se enfrenta a la personalidad de José Ramírez III, se da cuenta de que estamos ante un genio, porque todo gran genio reúne, estudia y crea a partir de los problemas y planteamientos de su época. Él sabía que la belleza no es una cualidad estática o material; es el diseño que produce la mente; es el movimiento y energía de su creador - el artista-.

Como escribió Baillie en el siglo XVIII: “la imaginación no tiene límites de su propia inmensidad, y la mente corre hacia el infinito creando continuamente a partir del patrón”.

Tal vez la obsesión que tuvieron los artistas de vanguardia por representar la guitarra en sus lienzos fue gracias a José Ramírez III. Así, en el cubismo la guitarra fue protagonista de primer nivel. El cubismo es color, complejidad, pasión y sobre todo innovación. Este movimiento artístico de vanguardia nació con el siglo XX y, a pesar de tener su origen en Francia, el cubismo tiene dos representantes españoles de gran poderío: Pablo Picasso y Juan Gris.

La presencia de los instrumentos musicales es numerosa y significativa en todas las fases del cubismo. La presencia de la música en la pintura del cubismo sintético de Pablo Picasso hasta 1914. En esa ruptura con todo lo anterior en el arte, en la búsqueda de un nuevo espacio pictórico y una exploración sin límites de un nuevo lenguaje pictórico, está siempre presente la música: en los volúmenes, objetos, letras y signos. Enlazar diversas disciplinas ayuda a tener una visión más profunda, amplia y creativa.

La música, por tanto, aparece en las obras cubistas en forma de partituras, bailarines y si esas obras son creadas por españoles, ensalzan un instrumento por encima de todos: la guitarra. (Véase a modo de ejemplo las figuras 73, 74, 75 y 76).

La presencia de la guitarra en la obra de Picasso ha motivado exposiciones, como la del MoMa de Nueva York en 2011, llamada Guitarras 1912-1914, en la que se podían observar guitarras fabricadas en tres dimensiones con la estética propia del artista.

Por su parte, Juan Gris, cuya obra se caracterizó por introducir papeles en sus cuadros – papier collé- destacó la figura de este instrumento en numerosas pinturas.

La mayoría de los historiadores del arte dan crédito a la serie *Guitar* como la transición definitiva del cubismo analítico al sintético. Después de un examen de todos los collages y construcciones, se puede observar que la serie *Guitar* (que incluye también algunos violines) cristalizó la marca de cubismo de Picasso. La serie establece un repertorio de signos que se mantuvo activo en el vocabulario visual del artista a través de los bocetos obras cubo-surrealistas de los años veinte.



Figura 73. Cuadro de guitarras y violines por Pablo Picasso.



Figura 74. Cuadro de guitarra por George Braque.

No se sabe exactamente cuándo comenzó la serie *Guitar*. Los collages incluyen fragmentos de periódicos de noviembre y diciembre de 1912. Fotografías en blanco y negro del estudio de Picasso en el Boulevard Raspail, publicadas en *Les Soirées de Paris*, n. 18 (noviembre de 1913), muestra la guitarra de cartulina de color crema rodeada de numerosos collages y dibujos de guitarras o violines colocados uno al lado del otro en una pared.



Figura 75. Cuadro de guitarra por Juan Gris.



Figura 76. Luis Caruncho. Mural creado para las Galerías María Pita de A Coruña en 1962. Manifiesta esa intención unificadora de vanguardia y la sintonía con Malevitch, Mondrian o Nicholson. Se expuso en la Galería Monzón de Madrid

6. Ritmos, arte y geometría en los puentes romanos

En este epígrafe se quiere plasmar la importancia de la geometría en el diseño estructural de los puentes de fábrica que construyeron los excepcionales ingenieros del Imperio Romano. Puentes que hablan desde el silencio de sus pilares y sus arcos.

En España hay dos puentes especialmente singulares por su grandiosidad: el Puente de Alcántara en Extremadura y el puente sobre el río Bibei en Galicia.



Figura 77. Vista frontal del puente romano de Alcántara. Construido entre el 95 y el 105 d.C

El puente de Alcántara (véase las figuras 77 y 78), es el puente romano más alto del mundo, del que en el s.XII el geógrafo musulmán Al-Idrisi dijo que era una de las maravillas del mundo. Construido hace casi dos milenios, todavía perdura con muy pocas actuaciones de mantenimiento. “Durará mientras dure el mundo”, es lo que hizo grabar su constructor Cayo Julio Lacer “Pontem perpetui mansurum in saecula mundi”.

El puente mide 197 metros y está apoyado sobre cinco pilares de diferentes alturas adaptados a la orografía del terreno. La anchura de sus dos arcos centrales sigue impresionando hoy día: unos 48 metros. Solamente dos de estos soportes están anclados en el río, por lo que,

durante el estiaje quedan protegidos de la corriente el resto de apoyos. Esta es una de las razones que explica su óptima conservación.

En el centro del puente, sobre el pilar central, se eleva un Arco del Triunfo de unos 13 metros de altura. Aunque ha sido modificado en varias ocasiones a lo largo de la historia, conserva algunas inscripciones, una dedicatoria al emperador Trajano y varias lápidas conmemorativas de diferentes reconstrucciones del puente.

La ingeniería romana muestra en el Puente de Alcántara su gran capacidad para construir infraestructuras perennes. El puente se asienta sobre unos sólidos pilares cubiertos por sillares almohadillados dispuestos a soga y tizón (se alternan por su lado más largo (soga) y otros por el más corto (tizón), una técnica después utilizada por los árabes), con unas dimensiones de 60 × 120 cm. El resultado es una obra armónica y precisa.



Figura 78. Vista en perspectiva del puente romano de Alcántara. Construido entre el 95 y el 105 d.C

El otro puente monumental romano es el puente del Bibei (véase la figura 79 y 80). Se trata de un puente en arco de medio punto por el que la carretera OU-636 cruza el río Bibei. Está situado en el municipio gallego de Puebla de Trives.

El puente se compone de tres arcos cuyas luces son de 6.09 m (orilla Oeste), 18.51 m (central) y 8.77 m (orilla Este) respectivamente. La luz del arco central viene determinada por la profundidad del río a la altura del pilar Este, ya que habría sido necesaria cimentación a mayor profundidad en caso de menor luz. Es un puente ancho, de 6.5 m, mientras que la longitud total

es de 75 m. La altura del puente desde el lecho al arco central es de 22.5 m, suficiente para desaguar las crecidas del río, que transcurre encajonado en el lugar. Los pilares exhiben la estructura de fábrica “opus quadratum” de sillería granítica almohadillada. Las sillerías están talladas y apiladas sin juntas ni cuñas, con lo que se consigue una resistencia parecida a la de la propia piedra. Las pilas tienen tajamares triangulares aguas arriba rematados por unos sombreretes que se añadieron en 1861 con motivo de unas reformas. A ambos lados del río se levantaron sendos muros de contención de 9 metros de longitud (orilla Oeste) y 17 metros (orilla Este).



Figura 79. Vista frontal del puente romano del Bibeí. Construido entre el 114 y el 119 d.C.

El puente fue construido para el paso de la Vía Nova o vía XVIII del itinerario de Antonino, cuyo trazado se finalizó sobre el año 80 d.C. Probablemente el puente fue levantado durante tiempos de Trajano (114-119 d.C.), dada su semejanza con el de Alcántara y diversas inscripciones dedicadas al emperador halladas en la zona. Al ser la fecha de construcción posterior al de la Vía Nova, se cree que el puente actual se levantó sobre uno anterior del que nada ha quedado. Para su construcción, se eligió un lugar donde el río Bibeí transcurre encajonado, siendo el lecho bastante uniforme con una profundidad de 3 metros. En este punto la roca aflora a la superficie, lo que permitió una buena cimentación.



Figura 80. Vista en perspectiva del puente romano del Bibeí. Construido entre el 114 y el 119 d.C.

Desde tiempos romanos, nunca ha perdido su función de obra útil, siendo este hecho clave en su conservación.

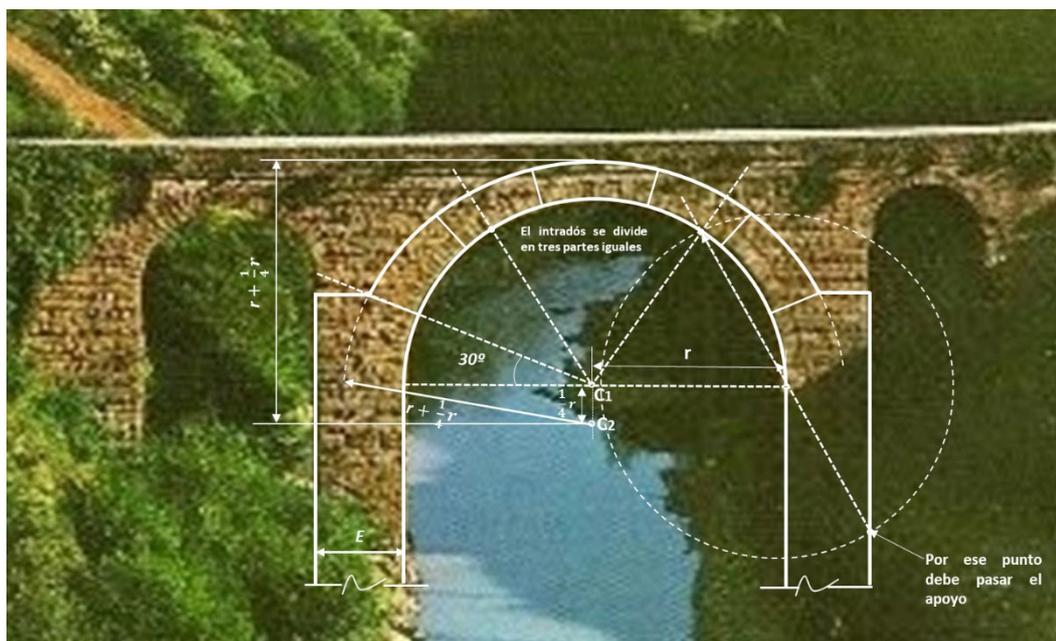


Figura 81. Vista frontal del puente romano del Bibei. Construcción geométrica para la obtención del espesor del pilar y el punto de apoyo de los arcos adyacentes. Elaboración propia.

Como ejemplo de que la geometría por sí misma ha funcionado como elemento que desde antiguo sustituyó a los cálculos numéricos, se superpone a continuación una vista frontal del puente del Bibei con su construcción geométrica (véase la figura 81), lo que permitió establecer condiciones para las formas del puente. Así, la anchura de los pilares sobre los que se asentarían los arcos de medio punto quedaba definida aplicando una regla geométrica muy simple: se divide el arco en tres partes iguales y con centro en el extremo del diámetro y radio desde ese punto al primer punto de la división del arco se traza una circunferencia. El punto resultado de la intersección de esta circunferencia con la recta que une los dos puntos anteriores, determina el punto de paso del espesor de la pila.

Este principio geométrico, de uso extendido en Europa, será replicado incluso por los ingenieros del siglo XVIII, quienes como Gautier (1765) valoraban el uso del álgebra como herramienta para el análisis estático de las estructuras abovedadas. Sea como fuere, parece que los ingenieros romanos utilizaron esa regla geométrica y hoy día sorprende la longevidad de la obra, todavía en uso por cualquier vehículo que pase por la carretera.

El ingeniero romano artista, se encontró siempre en la imposibilidad de olvidar la triple misión que un biógrafo de León Battista Alberti, Paul-Henri Michel, dio de la obra de arquitectura o ingeniería. Escribió que la obra debe ser *indiligentibus moles* (refiriéndose a edificaciones estáticas y grandiosas); *assiduis numerus* (refiriéndose a que sus números deben estar bien calculados); y *edoctis música* (deben mostrar expresión musical).

El matemático, filósofo y premio nobel de literatura en 1950, Bertrand Russell (1872 – 1970) en una reflexión muy personal al cumplir ochenta años dijo: "He vivido en busca de una visión personal: cuidar lo que es noble, lo que es bello, lo que es amable; permitir momentos de intuición para entregar sabiduría en los tiempos más mundanos".

En esa línea y para finalizar quiero enfatizar la idea de que la música, el arte y la geometría nos hace un poco más navegable el futuro, nos enseña que el mundo puede ser aún más agradable y más lleno de sentido. Bajo sus luces, las cosas, las ideas, las formas, empiezan a hacernos señas, como cómplices de un destino común que siempre nos acompañará en el camino de la vida.

Creo que el arte, los ritmos musicales, la fuerza y la belleza presentes en muchas obras, las transforma en elocuentes palabras gracias al lenguaje de la geometría y pueden curar el alma de quien las admira.

Referencias

- [1] ALONSO, JESÚS ET ALL, *Sistemas de Representación II*, pp. 33-82, Ed. Asociación de Investigación. Instituto de Automática y Fabricación. León, 2012.
- [2] ALONSO, JESÚS ET ALL, *Geometría Métrica para ingenieros*, pp. 150-167. Ed. Garceta. Madrid, 2019.
- [3] ALONSO, JESÚS, *La representación del camino en los albores de la pintura moderna*, XIII Congreso Internacional de Caminería Hispánica, pp. 63 – 79, Madrid, 2017.
- [4] FOSTER HAL et all, *Arte desde 1900 modernidad, antimodernidad, posmodernidad*, pp. 38, 39, 119-124, Ed. Akal S. A., 2006
- [5] BAKER, GEOFFREY, *Le Corbusier, an analysis of form*, pp. 58, 59, Ed. Nostrand Reinhold, U.K., 1985.
- [6] BUCHANAN, JOHN E., *Balenciaga and Spain: Spanish Master*, 2011.
- [7] MARTÍNEZ, JESÚS, *El enigmático poliedro de Alberto Durero en Melancolia I*, Publicado en la Revista Tierra y tecnología, nº 30, Colegio Oficial de Geólogos, 2006.
- [8] CHARRAT, JANINE, *Antigone de la danse*. Editions d'Art H. Piazza, 1970.
- [9] COMAR, PHILIPPE, *La perspective en jeu, les dessous de l'image*, p.44. Ed. Frédéric Morvan, Francia, 1993.
- [10] HOGARTH, WILLIAM, *Análisis de la belleza*, pp. 38, 39, 226, Londres, 1775.
- [11] BOWLES, HAMISH, *Balenciaga and Spain*, Fine Arts Museum of San Francisco, Skira Rizzoli Publications, San Francisco, 2011.
- [12] BREUNI G., PETER, *Nok, African sculpture in archaeological context*, Goethe Universität Frankfurt, pp. 41, 95, 121, Germany, 2014.
- [13] SOLANA, GUILLERMO, *Cézanne Site/non-site*, Museo Thyssen – Bornemisza, pp. 103-109, Madrid, 2014.
- [14] HUGHES, ROBERT, *El impacto de lo nuevo, el arte del siglo XX*, Círculo de lectores, pp. 40, 51, 234, Madrid, 1991.
- [15] LIZ, JESÚS, *El puente de Alcántara: arqueología e historia*, CEHOPU (CEDEX) MOPU, pp. 61-71, Madrid, 1988.
- [16] VITRUBIO, MARCO, *Los diez libros de arquitectura traducidos del latín y comentados por Joseph Ortiz*, Imprenta Real, p. 291, Madrid, 1787.
- [17] HUMBERT, MICHEL, *Janine Charrat, Antigone de la danse*, pp. 10, 27, 65, Ed. D'art H. Piazza, Paris, 1970.
- [18] JAFFÉ, HANS, *El arte del siglo XX*, pp. 170, 171, EDAF, Ediciones y Distribuciones S.A., pp. 170, 171, Madrid, 1970.

- [19] ALTAIÓ, GERARD ET ALL, Auditorium, cinco siglos de música inmortal (volumen II), p. 2, Ed. Planeta, 2002.
- [20] LINCOLN KIRSTEIN, Vaslav Nijinsky, Ballet-Fotobook con ensayos de Jaques Riviere y Edwin Denby, pp. 39-55, 1981.
- [21] Ensayo para la exposición en el museo de Arte de Berkeley, An eternity of forest –paintings by Mbuti women, California, 2000.
- [22] JOS SCHOLTES, Rock Steady
https://www.youtube.com/watch?v=dKkyAzCX5SM&list=PLNBZIH1HJ00Lo584mvX1fliA_r-33zM60&index=1

Sobre el autor:

Nombre: Jesús Alonso Trigueros

Correo Electrónico: chus.alonso@upm.es

Institución: Universidad Politécnica de Madrid, España.