Historias de Matemáticas

Matemáticas y Arte: una pincelada

Mathematics and Art: a brush-stroke

Danilo Magistrali

Revista de Investigación

G.I.E Pensamiento Matemático MAIC

Volumen IX, Número 1, pp. 095–112, ISSN 2174-0410
Recepción: 1 Sep'18; Aceptación: 15 Feb'19

1 de abril de 2019

Resumen

La relación entre el arte y las matemáticas no parece evidente al principio, pero el entrelazamiento y la convergencia entre estas dos esferas de la cultura humana han sido numerosos, profundos y fructíferos a lo largo de la historia. Las matemáticas han sido descritas como un arte motivado por la belleza, y pueden ser reconocidas en artes como la música, la danza, la pintura, la arquitectura, la escultura y la moda. Este artículo se centra, sin embargo, en la presencia de las matemáticas en las artes visuales.

Palabras Clave: Historia de las matemáticas, arte moderno, números, polígonos.

Abstract

The relationship between art and mathematics does not appear evident at first, but the convergence between these two spheres of human culture has been numerous, profound and fruitful throughout history. Mathematics has been described as an art motivated by beauty, and it can be recognized in arts such as music, dance, painting, architecture, sculpture, and fashion. This article focuses, however, on the presence of mathematics in the visual arts.

Keywords: History of mathematics, modern art, numbers, polygons.

1. Introducción

1.1 Tres historias sobre matemáticas

Para ejemplificar la importancia de las matemáticas fuera de su ámbito contaremos tres historias acerca de las matemáticas en el periodo griego clásico.

La primera historia habla de Tales de Mileto (624 a.C.– 546 a.C.). Muchos, sobre todo Aristóteles, lo consideran como el primer filósofo en la tradición griega. Según Bertrand Russell, la filosofía occidental comienza con Tales. Alrededor del 600 a.C. visitó Guiza donde se construyó La Gran Pirámide (también conocida como pirámide de Keops) que es la más antigua de las siete maravillas del mundo y la única que aún perdura, además de ser la mayor de las pirámides de Egipto. Los egiptólogos creen que la pirámide fue construida alrededor de 2560 a.C. Con sus 146,5 metros de altura, la gran pirámide era la estructura artificial más alta en el mundo desde hace más de 3.800 años. Tales consiguió estimar la altura de la pirámide usando relaciones entre los lados de los triángulos semejantes.

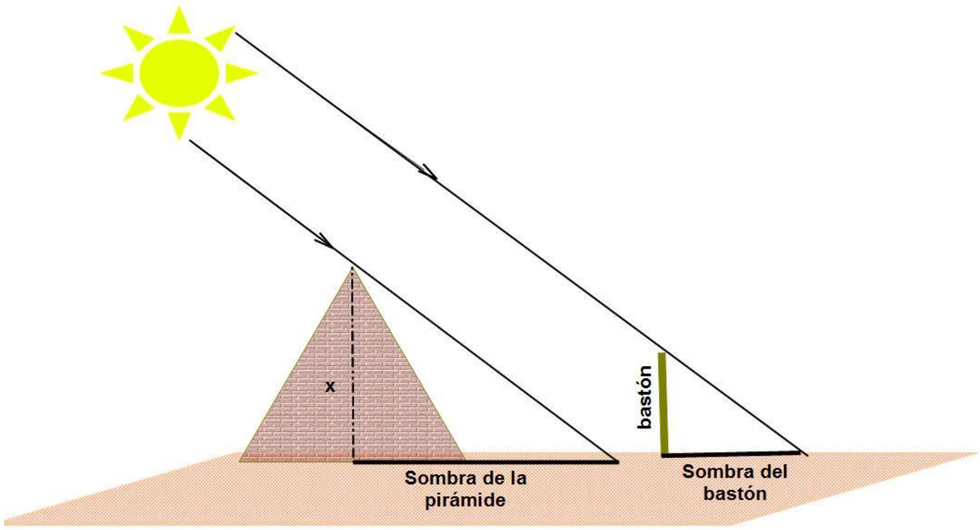

Figura 1. Los rayos del sol pueden considerarse paralelos y el triángulo formado por la altura de la pirámide y su sombra es semejante al triángulo formado por el bastón y su sombra.

Esta historia muestra la importancia de la matemática para finalidades utilitaristas. Las matemáticas sirven para entender y cambiar el mundo. Muchos siglos después será Galileo quien en *El ensayador* (1623) escribe:

> *La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto.*

La segunda historia tiene como protagonista a Pitágoras (570 – 495 a.C.). Los datos precisos sobre la vida de Pitágoras son tan pocos, y la mayoría de la información que le concierne es de fecha tan tardía, y por lo tanto poco fiable, que es imposible dar más que un vago contorno de su vida. La falta de información por parte de los escritores contemporáneos, junto con el secreto que rodeaba a la hermandad pitagórica, hizo que la invención tomara el lugar de los hechos. Según la tradición musulmana, Pitágoras había sido iniciado por Hermes (*Thoth* egipcio). Según los relatos de Aristóteles, algunos antiguos creían que tenía la capacidad de viajar a través del espacio y el tiempo, y comunicarse con los animales y las plantas. Otra leyenda describe su escritura en la luna. Pitágoras afirmaba que podía escribir en la luna. Escribía en un espejo con la sangre, y lo colocaba frente a la luna, al parecer, la inscripción se reflejaba en el disco de la luna. Pitágoras fue objeto de leyendas elaboradas en torno a su personalidad. Aristóteles describió a Pitágoras como un pensador excepcional y casi una figura sobrenatural, atribuyéndole aspectos como un muslo de oro, que era un signo de divinidad.

Pitágoras estableció una organización que era tanto una escuela, como una hermandad (hombres y mujeres), y en cierto modo un monasterio. Se basaba en las enseñanzas religiosas de Pitágoras y era muy reservada. Los seguidores estaban obligados a no revelar los secretos. Llevaban a cabo prácticas religiosas y ascéticas, y estudiaban teorías filosóficas. También había gradaciones entre los propios miembros. Así, los pitagóricos fueron divididos en un círculo interno denominado *mathematikoi* (aprendices) y un grupo externo *akousmatikoi* (oyentes).

Porfirio escribió que los *mathematikoi* aprendían la versión más detallada y exactamente elaborada de este conocimiento, y los *akousmatikoi* eran los que habían escuchado sólo los resúmenes de sus escritos, sin la exposición más exacta.

Había prácticas ascéticas (muchos de los cuales tenían, tal vez, un significado simbólico) en el modo de vida de la secta. Algunos dicen que Pitágoras prohibía todos los alimentos de origen animal, abogando por una dieta basada en vegetales, y que prohibía el consumo de judías. Esto podía deberse a la doctrina de la metempsicosis.

Uno de los pitagóricos, Hípaso de Metaponto fue expulsado de la orden, o tal vez incluso lo ahogaron en el mar, porque reveló la construcción del dodecaedro al mundo y que la raíz cuadrada de dos es irracional. Se dice que Hipócrates de Quíos fue expulsado de la Fraternidad por haber divulgado la construcción del pentágono.

La leyenda de los martillos de Pitágoras relata la historia de cómo Pitágoras llegó a descubrir los fundamentos de la música, al pasar por enfrente de una herrería y escuchar el sonido de cuatro martillos. Pitágoras habría buscado por largo tiempo los criterios racionales que determinaran las consonantes musicales. Un día, guiado por la divinidad, pasó por una herrería de la cual emergían sonidos musicales armoniosos. Se acercó con asombro, pues los timbres musicales parecían provenir de los martillos que, al ser golpeados de manera simultánea, producían sonidos consonantes y disonantes. Pitágoras notó que el martillo A producía consonancia con el martillo B cuando eran golpeados juntos, y el martillo C producía consonancia con el martillo A, pero los martillos B y C producían disonancia entre ellos. El martillo D producía una consonancia tan perfecta con el martillo A que parecían estar cantando la misma nota. Pitágoras se precipitó a la herrería para descubrir por qué, y descubrió que la explicación estaba en las proporciones de peso. Los martillos pesaron 12, 9, 8 y 6 libras respectivamente. Los martillos A y D estaban en una proporción de 2: 1, que es la relación de la octava. Los martillos B y C pesaron 9 y 8 libras. Sus proporciones con el martillo A fueron (12: 9 = 4: 3 = un intervalo de cuarta) y (12: 8 = 3: 2 = un intervalo de quinta). Esta leyenda es falsa en virtud del hecho de que estas relaciones son sólo relevantes para la longitud de cuerdas (por ejemplo, las cuerdas de un monocordio), y no para el peso de un martillo. Sin embargo, puede ser que Pitágoras fuera responsable del descubrimiento de estas propiedades de las longitudes de las cuerdas.

No sólo los martillos producen música. Incluso el universo es musical. La música de las esferas es un antiguo concepto filosófico que considera las proporciones en los movimientos de los cuerpos celestes: el Sol, la Luna y los planetas. Esta música no es por lo general literalmente audible, sino un concepto armónico y matemático. Los humanistas en el Renacimiento se interesaron mucho por este problema.

Pitágoras propone que el Sol, la Luna y los planetas, todos ellos emiten su propia única resonancia orbital en base a su revolución, y que la calidad de la vida en la Tierra refleja los sonidos celestiales que son físicamente imperceptibles para el oído humano.

Posteriormente, Platón describe la astronomía y la música, como estudios gemelos para los fenómenos perceptivos: la astronomía para los ojos, la música para los oídos, y ambos requieren el conocimiento de las proporciones numéricas.

Esta segunda historia nos dice algo más general. Eugene Wigner observó [1] que la estructura matemática de una teoría física a menudo señala el camino a nuevos avances en la teoría e incluso predicciones empíricas, y argumentó que esto no es sólo una coincidencia y debe reflejar una verdad más grande y más profunda acerca de las relaciones entre las matemáticas y la física. A continuación, invoca la ley fundamental de la gravitación como ejemplo. Originalmente utilizada para modelar los cuerpos en caída libre sobre la superficie de la tierra, esta ley se extendió para describir el movimiento de los planetas, y ha demostrado ser precisa más allá de todas las expectativas.

Otro ejemplo muy citado son las ecuaciones de Maxwell, derivadas para modelar los fenómenos eléctricos y magnéticos elementales conocidos a partir de mediados del siglo XIX. Estas ecuaciones describen también las ondas radio, descubiertas por David Edward Hughes en 1879. Wigner subraya que la enorme utilidad de las matemáticas en las ciencias naturales es algo que roza lo misterioso y que no hay una explicación racional para ello. El milagro de la adecuación del lenguaje de las matemáticas para la formulación de las leyes de la física es un regalo maravilloso que no es posible entender.

La tercera historia es sobre Euclides (ca. 325 a.C. - ca. 265 a.C.) también conocido como Euclides de Alejandría. Fue un matemático griego, se le considera a menudo como el padre de la geometría. Sus *Elementos* es una de las obras más influyentes en la historia de las matemáticas, de hecho fue el libro de texto principal de enseñanza de las matemáticas (especialmente la geometría) desde el momento de su publicación hasta finales del siglo XIX. Una de las ideas más importante de los *Elementos* es que toda la geometría se puede hacer sólo con dos instrumentos: regla y compás.

¿Por qué Euclides consideraba tan importantes las líneas rectas y los círculos? La razón está en las teorías de Platón. Platón veía el cambiante mundo físico como una pobre copia en descomposición de un mundo original, perfecto, racional, eterno e inmutable. La belleza de una flor, o una puesta de sol, una pieza musical o una historia de amor, es una copia imperfecta de la belleza misma.

El círculo más cuidadosamente elaborado resulta ser irregular si se examina de cerca. Al igual que el punto, la línea, y todas las formas geométricas, el círculo es un ideal matemático. No es posible dibujar un círculo real, sino sólo una copia física imperfecta de una realidad perfecta. Belleza, Justicia, y el círculo son ejemplos de lo que Platón llama Formas o Ideas. Otros filósofos los han llamado universales. Muchas cosas en particular pueden tener la forma de un círculo o de la justicia, o de la belleza. Para Platón, estas formas son ideales perfectos, pero también son más reales que los objetos físicos. Los llamó la Realidad Real. En el Filebo Platón habla de los elementos irreductibles que condicionan la belleza de los cuerpos animados e inanimados.

> *con la belleza de las figuras no intenta aludir a lo que entendería la masa, como la belleza de los seres vivos o la de las pinturas, sino que, dice el argumento, aludo a las líneas rectas o circulares y a las superficies o sólidos procedentes de ellas por medio de tornos, de reglas y escuadras…pues afirmo que esas cosas no son bellas relativamente, como otras, sino que son siempre bellas por sí mismas y producen placeres propios que no tienen nada que ver con el de rascarse.* (*Filebo 51 b-d)*

Las tres historias nos cuentan las diversas declinaciones de las matemáticas en el mundo: Tales, el uso de las matemáticas para fines científicos; Pitágoras, el uso de las matemáticas para propósitos filosóficos; Euclides, el uso de las matemáticas por razones artísticas. Nos queremos detener sobre este último aspecto.

2. Las matemáticas en el arte figurativo

Si Platón otorgaba a las líneas rectas y a los círculos una belleza filosófica, Kandinsky plasmó la estética de Platón en dos carteles: *De lo espiritual en el arte* (1911) y *Punto y línea sobre el plano* (1926), y en el siglo XX buena parte del arte abstracto adoptó un lenguaje cuyas características son, precisamente, las apuntadas por Platón.

> *Estos entes puramente abstractos, y que como tales poseen su vida, su influencia y su fuerza propias, son el cuadrado, el círculo, el triángulo, el rombo, el trapecio y otras innumerables formas, que se hacen cada vez más complejas y pierden su denominación matemática. Todas ellas tienen carta de ciudadanía en el reino abstracto [2].*

2.1 La matemática como lenguaje

El ejemplo más evidente del uso de entes matemáticos como lenguaje pictórico es el puntillismo, que se limita, precisamente, a representar puntos. El puntillismo es una técnica de pintura en la que pequeños puntos de color distintos se aplican en patrones para formar una imagen. Georges Seurat y Paul Signac desarrollaron la técnica en 1886, ramificándose desde el Impresionismo. El término puntillismo fue acuñado por algunos críticos de arte a fines de la década de 1880 para ridiculizar las obras de estos artistas, y ahora se usa sin esta connotación. El movimiento que comenzó Seurat con esta técnica se conoce como Neo-Impresionismo. Los divisionistas, también, usaron una técnica similar de patrones para formar imágenes, aunque con pinceladas de cubo más grandes. El espacio pictórico se compone de puntos materiales coloreados a los que es posible reducir cada figura.

El cubismo, en cambio, descompuso los contornos en segmentos y los internos en piezas triangulares o cuadrangulares, que en geometría euclídea están determinados respectivamente por parejas, tríos o cuartetos de puntos. Alberto Durero, que fue estudiado por Picasso, elaboró una descomposición del cuerpo humano en el *Cuaderno de Dresde* (1512-1515). Uno de sus discípulos Erhard Schön escribió un *Tratado de las proporciones* (1538) donde se anticipan representaciones cubistas del cuerpo humano.

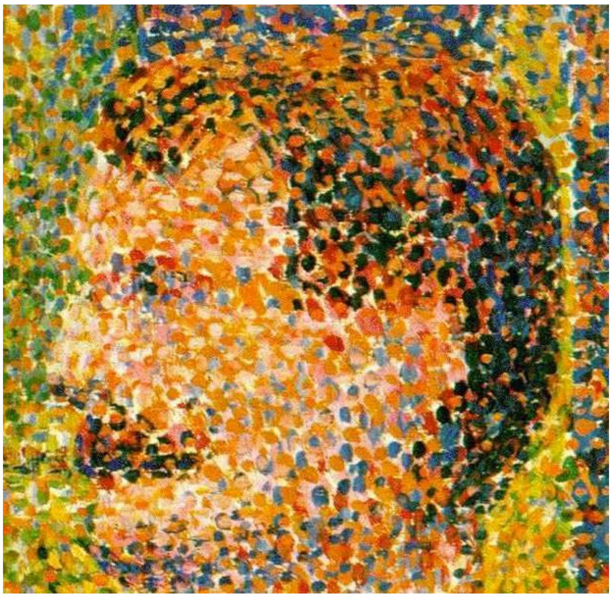

Figura 2. Georges Seurat Parade de cirque, 1887-1888.

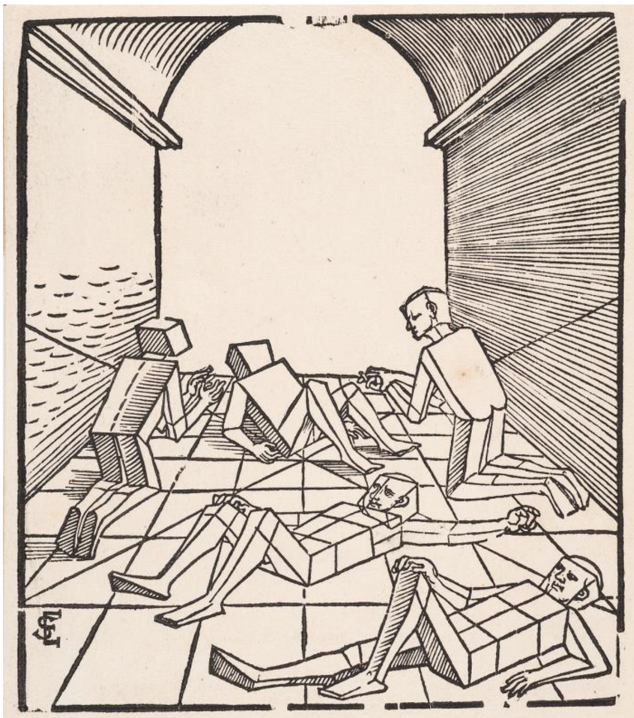

Figura 3. Erhard Schön, *Unterweisung der Proportion und Stellung der Possen, Nürnberg, 1538*

El diseño geométrico ha encarnado la concepción galileana de la naturaleza entendida como un libro escrito en un lenguaje cuyas letras son polígonos y círculos, y cuyas plumas son los instrumentos clásicos de la geometría euclídea, es decir regla y compás.

Figura 4. Juan Gris: *Guitarra y mandolina*, 1919.

Figura 5. Roger de La Fresnaye: *Conquista del aire*, 1913.

En muchos manuales de historia del arte se dice que el arte se inicia con representaciones de escena de caza. Esto no es del todo cierto: parece existir un arte figurativo abstracto. Además de los laberintos, la figura más recurrente en los productos artísticos del mundo prehistórico es la espiral. Las primeras formas de espiral aparecen en el Paleolítico superior (entre el -36.000 y el -10.000). En China y en España a partir del -1500 se producían animales en bronce decorados con espirales.

Figura 6. Vasos estilo Kamares -1800

En poblaciones como los Maorís se usan decoraciones corpóreas con formas de espirales desde hace miles de años.

En el arte contemporáneo el uso de la espiral es muy frecuente. Hokusai en *Ola en alta mar en Kanagawa* (1830-1832 circa), Van Gogh en *Noche estrellada en Saint Rémy* (1889), Gustav Klimt en *El árbol de la vida* (1905-1909) han usado espirales. A continuación, enseñamos obras de autores menos conocidos.

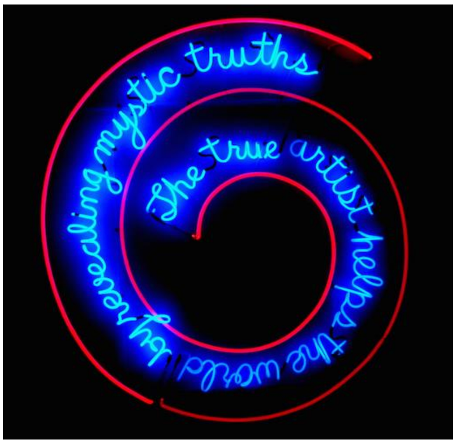

Figura 7. Bruce Nauman, *The True Artist Helps the World by Revealing Mystic Truths*, 1967

Figura 8. Robert Smithson, *Spiral Jetty*, 1970

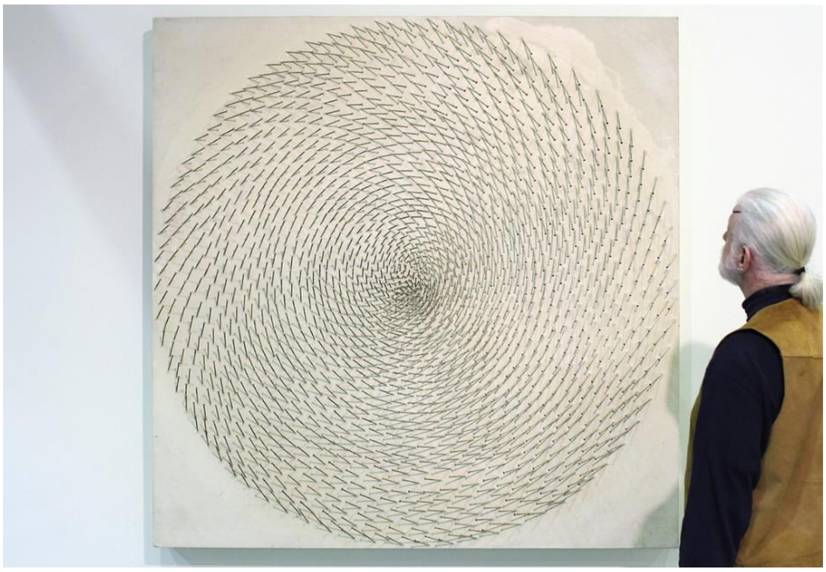

Figura 9. Gunther Uecker - *Weibe Spirale Helle Spirale, 1970*

Figura 10. Olafur Eliasson *Infinite Staircase, 2004*

Otros, como Dalí en *Calatea de las esferas* (1952) o en *Retrato de mi hermano muerto* (1963), han reducido sus figuras a combinaciones de esferas. Otros, además, como Malevich en *Mujer con cubos* (1912) o *Mañana en el pueblo después de la tormenta de nieve* (1913), se han limitado a los conos truncados.

A finales del siglo XIX muchos artistas de la corriente conceptual usaron su arte sólo como lenguaje ilustrativo para la ciencia, en particular la matemática. Se habla de autonomía del lenguaje que habla de sí mismo desde el punto de vista semántico: una forma ortográfica o fonológica que se indica a sí misma. Este fenómeno puede ser específico de la simbología matemática cuyos signos son identificativos sólo de ellos mismos.

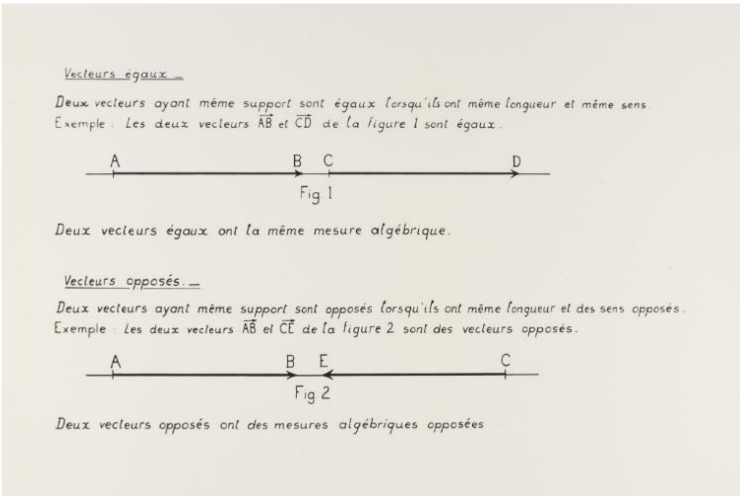

Figura 11. Bernar Venet *Vecteurs Égaux – Vecteurs Opposés*, 1966

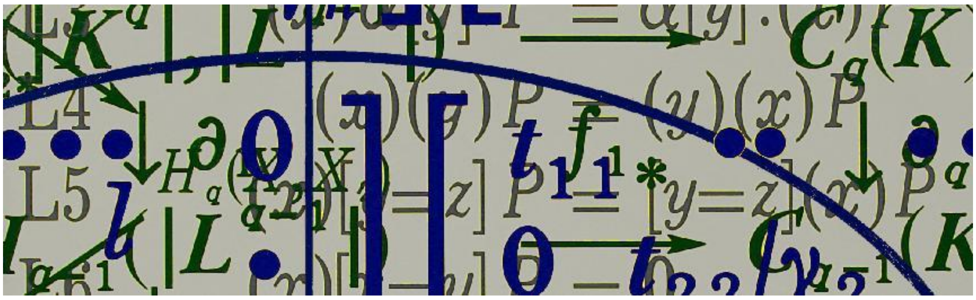

Figura 12. Bernar Venet, *Saturation with a large blue curve in the center*, 1966

Un intento parecido no es nuevo. De Stijl era un movimiento artístico cuyo objetivo era la integración de las artes o el arte total, y se manifestaban a través de una revista del mismo nombre que se editó hasta 1931. Se constituyó en Leiden, Holanda, en 1917. Los artistas de este movimiento querían construir matemáticamente sus obras y pretendían una lectura matemática de ellas, hasta el punto de que requerían una adecuada formalización del lenguaje de la crítica del arte. Piet Mondrian (1872-1944) tiene una impostación matemática muy evidente en su obra. Su matemática estriba en dos factores: la división no casual del cuadro, obtenida con cánones algebraicos de tipo renacentista, y la calibración del peso de los colores que da frescura a la imagen. Recordamos a un miembro del movimiento muy importante desde nuestro punto de vista matemático, Georges Vantongerloo (1886-1965).

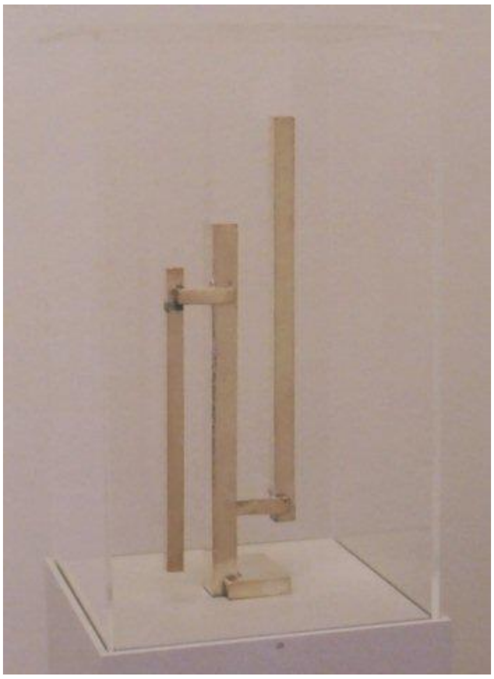

Figura 13. Georges Vantongerloo, $y = 2x^3 - 13{,}5x^2 + 21x$, 1935

Uno de los más profundos intérpretes del arte conceptual es Sol Le Witt (1928-2007). Le Witt es considerado el creador de una sintaxis lógica del arte, que ya no es ingenua sino consciente y culta.

Figura 14. Sol LeWitt, *Five Open Geometric Structures*, 1979

La teoría platónica de las ideas se reduce en efecto a la constatación de que la verdadera esencia de este mundo imperfecto es la perfecta geometría y el arte moderno, en su camino en busca de la forma pura y esencial, tenía que llegar a la misma conclusión y convertirse en matemática. Descubrimos, entonces, que las actividades del matemático y del artista no son tan distintas porque comunes son los objetos de sus investigaciones y las formas de sus representaciones.

2.2 Los signos de la matemática como contenido del arte

No sólo las figuras geométricas han servido de base de cierto tipo de arte, sino incluso los números. Muchos artistas han elegido las cifras como fuente de inspiración de sus obras. En 1895 el pintor ruso Nicolai Bogdanov-Belsky pintó una lección de un tal profesor Rachinsky, que dejó la docencia universitaria y se dedicó a la enseñanza de las matemáticas en su pequeña escuela de campo, con un enfoque especial en el cálculo mental, basado en la aplicación de propiedades numéricas. La expresión que aparece en el cuadro es $\frac{10^2+11^2+12^2+13^2+14^2}{365}$

En lo referente a los números aislados, los protagonistas de *la Serie numérica* de Erté (1980) son las diez cifras del 0 al 9, antropomorfizadas en estilo liberty. El principio de la sucesión de Fibonacci aparece en los *Números enamorados* de Giacomo Baila (1925). Y *El número 5 en oro* de Charles Demuth (1949) representa exactamente lo que declara: un enorme y luminoso cinco. Un cuadro, este, que influyó tanto que ha sido citado y retomado en numerosas ocasiones, por ejemplo, en el *Cinco de Demuth* de Robert Indiana (1963): un artista que debe su fama al celebérrimo Love (1967), del que se apropiaron los Beatles para la portada de uno de sus discos y que dedicó a los números varios dibujos, entre ellos la serie *Números* (1968).

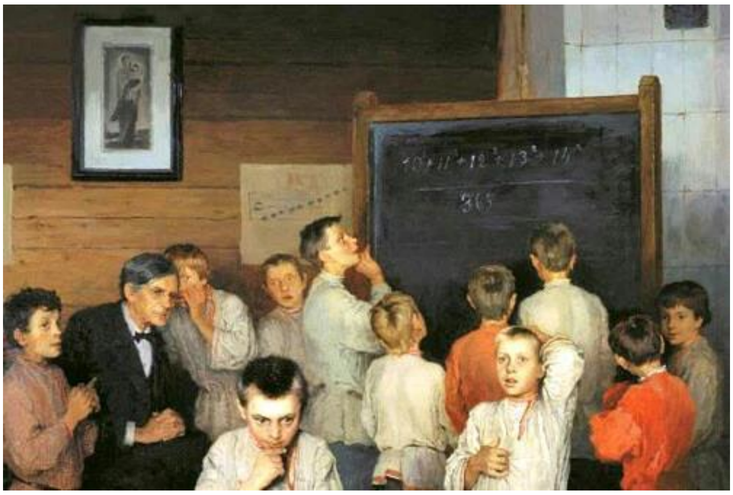

Figura 15. Nikolai Bogdanov, *El cálculo mental en la escuela de Ratchinski*, 1895.

El húngaro Endre Tót, que participó en el movimiento neo-dadaísta Fluxus, utiliza la cifra 0 para realizar sus obras, en un contexto general que ha llamado TÓTalZEROS (1971-1977).

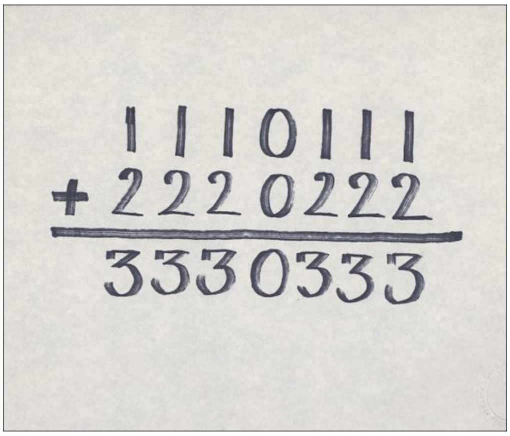

Figura 16. Guy de Cointet, *Sin título*, 1971.

Figura 17. Jasper Johns *0 through 9*, 1961

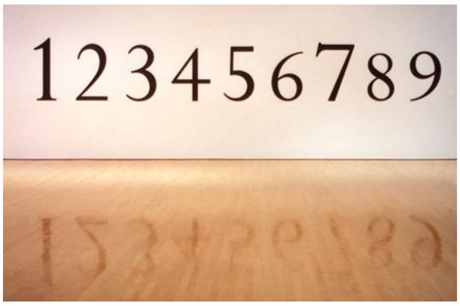

Figura 18. Micah Lexier, *All Numbers are Equal (Perpetua),* 2000

Figura 19. Giacomo Balla, *Numeri Innamorati*, 1924

Tobia Ravà usó las cifras como alfabeto del arte. El mundo que ilustró está sintetizado en el lema «todo es número» y en sus cuadros se capta la naturaleza como debía imaginarla Pitágoras: reducible a un despliegue de números coloreados que se combinan en infinitas variaciones, verdaderos átomos numéricos que constituyen el cielo, agua, tierra, plantas, ríos, caminos, casas. El simbolismo y el encanto del trabajo de Ravà radica en el uso de números o palabras, a través de la mediación de la tradición hebrea de gematría, que asigna valores numéricos a las letras del alfabeto, y viceversa, lo que le permite establecer una relación entre figuras y palabras que generan verdaderos significados.

Los números que se pueden ver en las imágenes no se ponen al azar, para actuar como fondo, sino que deben leerse, interpretarse y entenderse.

Esta operación es muy compleja para un observador simple y por lo tanto estas obras pueden ser admiradas incluso sin profundizar, limitándose a disfrutar de los aspectos y formas cromáticas, pero sin duda sería un error eliminar la verdadera sustancia y simbolismo que esconde.

Figura 20. Tobía Ravà

Los poliedros regulares son mucho más intrigantes que los polígonos regulares, que existen con cualquier número de lados a partir de tres. Sólo los hay de cinco tipos: cubo, tetraedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro. La razón es simple: al menos tres polígonos regulares tienen que converger en un vértice, de lo contrario el sólido no se cerraría; y la suma de sus ángulos tiene que ser inferior a 360° o el sólido se aplastará. Ya que los polígonos regulares con seis o más lados tienen ángulos iguales o mayores que 120°, los únicos que se pueden usar son el triángulo, el cuadrado y el pentágono, que tienen ángulos de 60º, 90° y 108º respectivamente. Esto permite que converjan tres, cuatro o cinco triángulos, pero sólo tres cuadrados y tres pentágonos: las cinco posibilidades corresponden a tetraedros, octaedros, icosaedros, cubos y dodecaedros.

La explicación funciona, pero sólo cuando el poliedro es convexo. Si es cóncavo se obtienen otros cuatro poliedros regulares llamados estrellados. Uno de ellos, el pequeño dodecaedro estrellado diseñado por Paolo Uccello en 1425, está taraceado en el pavimento de San Marcos en Venecia. Otro, el gran dodecaedro estrellado, se encuentra en la cúpula de la sacristía de San Pedro en Roma, justo debajo de la cruz.

Un ejemplo de arte dedicado a los poliedros es el *De divina proportione* (Sobre la proporción divina), un libro sobre matemáticas escrito por Luca Pacioli e ilustrado por Leonardo da Vinci, compuesto alrededor de 1498 en Milán y publicado por primera vez en 1509. Su tema eran las proporciones matemáticas (el título se refiere a la proporción áurea) y sus aplicaciones a la geometría, el arte visual a través de la perspectiva y la arquitectura. La claridad del material escrito y los excelentes diagramas de Leonardo ayudaron al libro a lograr un impacto más allá de los círculos matemáticos, popularizando conceptos e imágenes geométricas contemporáneas.

Si queremos citar a un artista contemporáneo que ha focalizado su atención sobre los poliedros hay que citar a Lucio Saffaro (1929-1998). Fue pintor, escritor y matemático. Desde los años sesenta es una de las figuras más originales e inusuales de la cultura italiana, recibiendo amplio reconocimiento en cada uno de los campos en los que operaba. Su investigación sobre la determinación de nuevos poliedros ha sido objeto de numerosos ensayos y conferencias, realizados por Saffaro en Italia y en el extranjero. Saffaro era un artista de la geometría del gran Renacimiento, amaba profundamente a Piero della Francesca. Pintó poliedros con colores grises, amarillos y azules. No era un pintor de lo abstracto-geométrico: esos sólidos son el universo real, muy concreto, en el que Saffaro ha deambulado durante toda su vida como artista, relatando su viaje hacia el infinito y la perfección. Fue un gran narrador, en el que todo ese repertorio aparentemente aséptico de esquemas geométricos funciona como una serie de historias maravillosas, listas para conectarse entre sí.

Un universo abstracto en el que la emoción retenida, casi deliberadamente congelada, resurge con elegancia. El universo de Saffaro es el mundo de la luz, del color primario, de la perfección geométrica; un platonismo renacentista en el cual el arquitecto no debe ser reconocido. Amaba las matemáticas que estaba descubriendo en sus investigaciones científicas. Sólo en una pequeña parte, esos descubrimientos geométricos se convertirán en obras de arte, aunque esta distinción en el caso de Saffaro no tiene mucho sentido. Las matemáticas y el arte, el arte y las matemáticas fueron para el artista un universo, con diferentes lenguajes formales, pero ambos esenciales en su búsqueda del infinito.

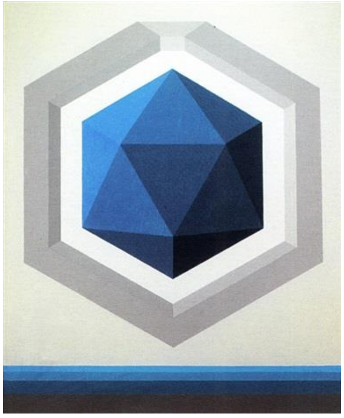

Figura 21. Lucio Saffaro *Icosaedro marino,* 1990

2.3 La matemática como estructura del arte

Hemos visto que la matemática puede ser el lenguaje del arte porque forma los elementos básicos de las obras artísticas: por ejemplo, los puntos en el puntillismo o las rectas y los círculos en el arte de Kandinsky. La matemática puede ser también argumento del arte. Muchos artistas tienen como sujeto de sus obras entes matemáticos: desde los números de Jasper Johns hasta los poliedros de Lucio Saffaro.

Un tercer aspecto de las relaciones entre matemática y arte es cuando la matemática forma parte de la estructura de la obra de arte, a pesar de que a veces esta relación no sea evidente. Un ejemplo muy conocido de estructura matemática del arte es la proporción áurea. Los nombres que se le han asignado a lo largo de los siglos, desde sección áurea a proporción divina, sugieren que en ella hay algo sublimemente estético: o al menos, así pensaban los pitagóricos que la descubrieron en torno al siglo VI a. C. Claramente, una de las razones de su atractivo estético es el hecho de que la sección áurea interviene en la construcción del pentágono regular, y por tanto del dodecaedro.

En el arte, numerosos son los ejemplos de obras donde se puede identificar el número áureo: desde la arquitectura griega hasta Leonardo da Vinci y Salvador Dalí.

Un aspecto interesante de uso de la matemática en el arte es la perspectiva. Además del uso clásico que se ha hecho para representar profundidad, también se conoce la anamorfosis que es una proyección o perspectiva distorsionada que requiere que el espectador use dispositivos especiales u ocupe un punto de vista específico para reconstruir la imagen. Las anamorfosis más complejas se pueden diseñar usando lentes distorsionadas, espejos u otras transformaciones ópticas. Los ejemplos de anamorfosis datan del Renacimiento temprano (siglo XV). Con la anamorfosis de espejo, se coloca un espejo cónico o cilíndrico en el dibujo o la pintura para transformar una imagen plana distorsionada en una imagen aparentemente sin distorsiones que se puede ver desde muchos ángulos. La imagen deformada se pinta en una superficie plana que rodea el espejo. Al mirar en el espejo, un espectador puede ver la imagen sin deformar.

El *Ojo de Leonardo* (Leonardo da Vinci, hacia 1485) es el primer ejemplo conocido de anamorfosis en perspectiva en los tiempos modernos. Las pinturas rupestres prehistóricas de Lascaux también pueden usar esta técnica, porque los ángulos oblicuos de la cueva darían como resultado figuras distorsionadas desde la perspectiva del espectador.

Hans Holbein el Joven es bien conocido por incorporar una transformación oblicua anamórfica en su pintura *Los embajadores*. En esta obra de arte, una forma distorsionada se encuentra diagonalmente en la parte inferior del marco. Si se mira desde un ángulo agudo se transforma en la imagen de un cráneo humano. Durante el siglo XVII, los murales barrocos solían utilizar anamorfosis para combinar elementos arquitectónicos reales con elementos pintados ilusorios. Cuando un visitante ve la obra de arte desde una ubicación específica, la arquitectura se mezcla con la pintura decorativa. La cúpula y la bóveda de la Iglesia de San Ignacio en Roma, pintadas por Andrea Pozzo, es una perfecta ilusión. Pozzo recibió el encargo de pintar el techo para que pareciera el interior de una cúpula, en lugar de construir una cúpula real. Como el techo es plano, solo hay un lugar donde la ilusión es perfecta y la cúpula no parece distorsionada.

La revolución geométrica iniciada en el siglo XIX, que alteró el milenario equilibrio instaurado por Euclides, se refleja en el xx en una revolución figurativa que a su vez ha trastornado el igualmente milenario equilibrio instaurado por Fidias. Las geometrías no euclídeas han encontrado una perspectiva artística en el trabajo de Maurits Cornelis Escher. El arte también quiere representar dimensiones superiores: Salvador Dalí en *Crucifixión* (1954). La cruz del cuadro es el desdoblamiento de un hipercubo, lo que explica el subtítulo: *Corpus Hipercubicus*. Y el cuerpo de Cristo fluctúa de frente a la cruz porque ésta va ideada de manera que se cierre sobre sí misma en el espacio de cuatro dimensiones.

El desarraigo de la geometría tridimensional euclídea obtenido por la introducción de nuevas dimensiones por una parte, y de propiedades no euclídeas por otra, estimuló el desarrollo de una geometría abstracta axiomatizada en 1899 en el clásico de David Hilbert *Los fundamentos de la Geometría*. El mismo, o en muchos casos paralelo, desarraigo de la pintura tradicional figurativa provocado por el impresionismo, por el futurismo y, sobre todo, por el cubismo fecundó a su vez la concepción de una pintura abstracta axiomatizada por Wassily Kandinsky en los influyentes *De lo espiritual en el arte* (1911) y *Punto y línea sobre el plano* (1926).

3. Conclusiones

La matemática es una herramienta perfecta para estudiar críticamente muchas obras de arte. La naturaleza, el lenguaje y las creaciones artísticas están relacionados en una estructura racional única donde la matemática no sólo entra de manera parcial sino que es el eje principal. En este artículo hemos citados algunos ejemplos donde la matemática desempeña por lo menos tres funciones en el arte: como lenguaje, como argumento y como estructura.

Referencias

[1] WIGNER, Eugen. *The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences*,

Communications in Pure and Applied Mathematics, vol. 13, No. I (febrero 1960).

[2] KANDISNKY, Wassily. *De lo espiritual en el arte*, p. 50, Premia Editorial, Tlahuapan, 1989.

[3] D' AMORE, *Arte e Matematica*, Edizioni Dedalo, Bari, 2015

[4] ODIFREDDI, Piergiorgio. *Penna, pennello e bacchetta. Le tre invidie del matematico*, Laterza, Bari, 2006.

[5] EMMER, Michele. *La perfezione visibile. Matematica e arte,* Theoria, Roma-Napoli, 1991.

Sobre el autor:
Nombre: Danilo Magistrali
Correo Electrónico: danilo.magistrali@upm.es
Institución: Universidad Politécnica de Madrid, España.