



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N°23 OCTUBRE 2009

“MATEMÁTICAS Y ARTE”

AUTORÍA ANA ISABEL ACIÉN CRIADO
TEMÁTICA MATEMÁTICAS Y ARTE
ETAPA ESO Y BACHILLERATO

Resumen

El siguiente artículo tratará de mostrar la relación necesaria existente entre las matemáticas y el arte. Éste es sin duda un nexo presente desde hace miles de años en todos los ámbitos del arte. Aquí nos dedicaremos a exponer una corriente pictórica basada en los elementos geométricos: el cubismo. Del mismo modo se analizará como se pueden usar los fractales, esos objetos matemáticos, en el arte digital.

Palabras clave

- Matemáticas.
- Arte.
- Cubismo.
- Cubismo analítico.
- Cubismo sintético.
- Fractal.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N°23 OCTUBRE 2009

1. INTRODUCCIÓN

El arte y las matemáticas han sido desde hace infinidad de años dos disciplinas relacionadas de una forma muy estricta. Las matemáticas están presentes en el diseño de monumentos a través de la geometría, que es también herramienta imprescindible para grandes escultores y pintores en el desarrollo de sus obras.

El orden del universo a través de los números se pone de manifiesto con Pitágoras y la Escuela Pitagórica, pues para ellos los números y las figuras son la esencia de las cosas. Pitágoras descubrió la relación que existe entre la longitud de las cuerdas de una lira y los acordes de la música. Para él todo estaba relacionado y regido por los números: el arte, la arquitectura y, en resumen, el universo.

La proporcionalidad numérica es la herramienta fundamental en la cultura griega y se encuentra presente en sus obras más representativas como en el Partenón. Del mismo modo la divina proporción se puede hallar en multitud de esculturas y monumentos de todas las civilizaciones. Así Herodoto afirmó que las dimensiones de la Gran Pirámide se hicieron de tal manera que el área de un cuadrado cuyo lado fuera igual a la altura de la Pirámide coincidiera con el área de una cara triangular. De este modo la altura de una cara lateral estaría en sección áurea con la mitad del lado base.

Leonardo da Vinci ilustra la obra de Luca Paccioli “La divina proporción”. Aquí describe con “El hombre de Vitrubio” cuáles son las proporciones de las creaciones artísticas. El número áureo es cualquiera de las siguientes relaciones:

- El cociente entre la altura del hombre y la distancia del ombligo a la punta de la mano es el número áureo.
- La razón entre la distancia desde el hombro a la punta de los dedos con la mano extendida y la existente desde ese mismo punto hasta el codo.
- La distancia desde la cadera hasta el suelo y desde aquí a la rodilla.

Esta proporción divina la encontraremos en numerosas obras pictóricas. Es el caso de los ejemplos que tenemos a continuación:

- Los cuadros de Dalí “Leda atómica”, pintado en 1949 o “El Cristo de la cruz” pintado en 1950.
- Diferentes secciones áureas se pueden encontrar en el rostro de la Gioconda.
- Las dimensiones del cuadro de Botticelli “El nacimiento de Venus” corresponden a un rectángulo áureo.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N°23 OCTUBRE 2009

- Velázquez usó también la divina proporción en sus obras como es el caso de “Las Meninas”.

Pero no sólo son unos pocos los casos en los que se manifiesta la relación entre la pintura y las matemáticas, pues esto es algo que se evidencia a lo largo de la historia:

Ejemplos claros son artistas como Piero della Francesca, pintor del Quattrocento italiano, que se interesó por los problemas de la perspectiva en sus obras como es el caso del “El Bautismo de Cristo”(1448-1450). Otra característica muy importante y usada por el pintor es la simetría, algo que se refleja en el fresco “Madonna del Parto” (1460).

El mismo Leonardo da Vinci utilizó los fundamentos matemáticos de la perspectiva en la realización de sus obras más famosas como es el caso de “La Anunciación” y el tapiz de la “Adoración de los Magos” de la Galería de los Uffizi. Posteriormente pintaría “la Cena” que está compuesta según rigurosa perspectiva geométrica, las figuras convergen en un único punto de fuga central.

Después de Leonardo, artistas como Ralaei y Miguel Ángel hicieron un eran uso de la Sección Áurea para construir sus obras. La impresionante escultura de Miguel Ángel *El David* se ajusta en varios sentidos a la Sección Áurea, desde la situación del ombligo con respecto a la altura, hasta la colocación de las articulaciones de los dedos.

El pintor holandés Pieter Mondrian fue uno de los más importantes del siglo XX y usó la sección áurea en gran parte de sus obras que tuvieron gran influencia en la arquitectura, el diseño industrial y en las artes gráficas.

Otro ejemplo de la presencia de la relación que estudiamos podemos atribuírsela al pintor alemán Alberto Durero que utiliza un cuadrado mágico para incorporarlo en uno de sus grabados más famosos, “La Melancolía”, realizado en 1914.

Estos artistas ponen de manifiesto la importancia y la necesidad de la geometría en la realización de sus obras más destacadas.

Completamente distinto a todo lo que se ha visto hasta ahora es el arte digital, y en esto también juegan un papel muy importante las matemáticas con el uso de unos elementos más recientes: los fractales. En 1977 Benoît Mandelbrot acuñó el término fractal en su libro “The Fractal Geometry of Nature”. El estudio de los fractales surge por la necesidad de explicar aquellos fenómenos naturales a los que la geometría de Euclides solo podía llegar a aproximarse.

En el siglo XX se han usado los fractales en el arte con la ayuda del ordenador, así como para la composición de música basada en series numéricas como la sucesión de Fibonacci. El compositor y arquitecto Jannis Xenakis ha utilizado los fractales en sus composiciones musicales y artistas como Alicia D’angelica ha realizado multitud de obras digitales en 3D y 2D con la ayuda de estos elementos.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N°23 OCTUBRE 2009

A simple vista el arte, reino de la creación libre, de lo único e irrepetible, poco podría tener que ver con las matemáticas, reino de la exactitud, la precisión y la regularidad. Sin embargo como se ha visto son innumerables las aplicaciones de las matemáticas en el arte.

Hacer un análisis completo de la conexión de estas dos disciplinas en todos sus ámbitos sería, sin duda, una tarea compleja y difícil de abarcar. Aquí nos centraremos en dos formas de expresión del arte muy diferentes, cuyo único nexo común son las matemáticas:

- En una de ellas predominan las formas de la geometría clásica en la que artistas innovadores, como Picasso y Braque buscaron nuevas maneras de expresar el espacio y la forma en sus pinturas. Es la corriente, fundamentalmente pictórica conocida como el Cubismo.
- En la otra se usaran los objetos geométricos más admirados y estudiados de cuantos existen: los fractales. Estos elementos matemáticos nos permiten elaborar imágenes mediante algoritmos fractales, utilizando software específico.

2. EL CUBISMO

El cubismo es una corriente fundamentalmente pictórica basada en el predominio de las formas geométricas, como triángulos, cubos, etc. Este movimiento artístico estará siempre relacionado con cuestiones matemáticas, pues atiende a la pureza geométrica y matemática de las cosas.

Sus orígenes se sitúan en torno a 1907 en Francia, fecha en la que Picasso concluye *Las Señoritas de Avignon*. Se desarrolla entre 1907 y 1914 siendo uno de sus principales representantes Pablo Picasso.

El cubismo estuvo también encabezado por artistas como Georges Braque, pintor francés procedente de una familia de artesanos. Estudió en la Academia Humbert, y, después, a partir de 1903, en la Escuela de Bellas Artes de París. En una primera época pinta cuadros de superficies superpuestas y planos angulares, componiendo a base de cubos y usaba pocos tonos cromáticos. Después pasó por una fase en el que los objetos quedaban descompuestos en facetas hasta el punto de ser irreconocibles. Por último cultiva el cubismo sintético.

Otro de los impulsores fue Juan Gris, pintor madrileño que estudió en la Escuela de Artes y Oficios de Madrid. Sus primeras obras cubistas se sitúan en 1912, año en el que expuso en el Salón de los Independientes de Barcelona su *Homenaje a Picasso*. A partir de 1915 empezó a desarrollar la técnica del *papier collé*.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N°23 OCTUBRE 2009

Dentro de esta corriente se distinguen distintas etapas, una, el cubismo analítico, en la que las figuras se descomponen en numerosas partes, el cubismo hermético y el cubismo sintético, en la que se hace una síntesis de la figura:

- **Cubismo Analítico:** es la fase inicial del cubismo y se sitúa entre 1908 y 1911, aproximadamente. Su principal característica es el análisis estructural de las formas y sus principales representantes son Braque y Picasso. Analizadas en estructuras preferentemente geométricas, las formas no son para ellos una característica definida y fija de un objeto, sino una serie de planos que indican los límites exteriores e interiores de éste. Durante este periodo ambos artistas utilizan un color extremadamente apagado y es constante la visualización de un mismo objeto desde diferentes puntos de vista. En resumen esta fase se caracteriza por el uso de una multiplicidad de planos que se cruzan entre ellos y el uso de la monocromía.
- **El cubismo hermético:** fase que se sitúa entre 1910 y 1912. En él se van abandonando los planos y solo se visualizan las líneas.
- **Cubismo Sintético:** fase del cubismo que surge a partir de una técnica nueva de "papiers collés" iniciada por Braque en el otoño de 1912. Se caracteriza por la construcción de una composición a partir de abstracciones figurativas divididas. En ella el color se vuelve mucho más fuerte y las formas mucho más decorativas debido a la introducción de elementos como trozos de periódico, papel de paredes, cajas de cerillas y letras recortadas. Estos elementos se pegan en el lienzo y se combinan con dibujos o con pintura al óleo. Esta etapa fue desarrollada de forma paralela por Picasso, Braque y Juan Gris.

Después de la época clásica del cubismo se crean tres escuelas, la Sección Áurea, el Orfismo y el Purismo:

La Sección Áurea o Sección de Oro: esta escuela pretende usar las matemáticas de forma consciente, usando las proporciones en la pintura cubista.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N°23 OCTUBRE 2009

El Orfismo, que es el cubismo colorista y cuyas características principales son:

- La exaltación del color puro.
- Sustituye poco a poco las imágenes de la naturaleza, acercándose cada vez más a la abstracción pura.

El Purismo que vuelve a las formas simples y analíticas.

3. EL ARTE FRACTAL.

La geometría de Euclides había regularizado las formas geométricas y había hecho aproximaciones de las leyes reales, pero puesto que la naturaleza está reinada por el caos, esta geometría no es suficiente para explicar los fenómenos que en ella ocurren.

No hay más que mirar a nuestro alrededor para ver que la naturaleza está llena de geometría fractal. Podemos encontrarlos en los árboles, en las montañas, en las líneas de costas, la forma de las nubes o de las olas del mar, un relámpago o una cascada son algunos de los ejemplos de nuestro entorno que siguen una estructura que no puede explicarse con la geometría euclidiana.

Los fractales nos permiten encontrar un orden en el caos natural. Son objetos matemáticos cuya característica principal es la autosimilitud.

Si combinamos el arte con los fractales obtendremos el Arte Fractal, que es el resultado de obtener imágenes por ordenador usando los fractales. Las imágenes fractales son la representación de una fórmula matemática por ordenador. Esta fórmula suele ser muy sencilla y usa un algoritmo de color.

Cada dos años se celebra el Concurso Internacional de Arte Fractal Benoit Mandelbrot, al que concurren gran cantidad de obras de artistas procedentes de Estados Unidos, Suiza, Alemania, Países Bajos, Polonia, Francia, España, Reino Unido, Canadá, Australia, Bulgaria y Bélgica.

Estas obras pueden parecer bastante complicadas de elaborar, pero en realidad son muy simples. La estructura original se replicará de manera infinita una y otra vez, obteniendo así unas imágenes que parecen tener a simple vista una gran complejidad.

El arte fractal sería imposible sin el uso del ordenador. Existen multitud de programas que nos permiten crear imágenes muy bellas a partir de los fractales. Algunos de ellos son:

- Fractal Design: es un gran programa generador de fractales con el que se pueden elaborar los fractales más bonitos de una manera muy simple. Mediante triángulos



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N°23 OCTUBRE 2009

se realizan también fractales más complejos, que se pueden guardar en formato GIF para incluirlos en diversos tipos de documentos.

- Fractint: es uno de los mejores y más conocidos programas de generación de fractales y posee aplicaciones que lo hacen muy sencillo de utilizar.
- Sterling: este programa usa el manejo de fórmulas que se deben seleccionar para la creación de los fractales más hermosos.
- Grafzvision: es muy similar al Sterling. También usa fórmulas para la creación de los fractales, pero son distintas a las anteriores y su utilización es algo más compleja.
- IFS-Generador: su característica principal es que tiene un buen despliegue gráfico.
- Fractalus 4.02 : este programa permite guardar los diseños creados en formatos como BMP o JPG, para facilitar su posterior edición o modificación.
- Fractal Forge 2.8.2: una de las aplicaciones más útiles y mejor dotadas para crear gráficos fractales. Permite exportar de imágenes a JPG, BMP o PNG, crear e importar secuencias de color, entre otras prestaciones de gran ayuda.
- Fractal Extrene 1.902: goza de gran rapidez e interactividad para comodidad del usuario.
- Fractal Texture Composer 4.0: con un poderoso editor Incluye un completo grupo de efectos de materiales: mármol, madera, ladrillo, granito, cielo, agua, y características especiales como ondas, ondulaciones y más. Las imágenes se pueden importar a formatos tga, jpg, fli, avi, mpeg1 y mpeg2.
- Aros Fractals 1.0: este programa permite crear fractales de alta resolución.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N°23 OCTUBRE 2009

La belleza que encierran estos objetos matemáticos es indescriptible. El uso y el manejo del color y los algoritmos necesarios para su creación es algo digno de ver. Existen multitud de imágenes que se pueden encontrar en distintos enlaces de internet como son los siguientes:

- <http://www.aliciadangelica.com.ar/>

En este enlace podemos disfrutar de una colección de obras de Alicia D'angelica, una artista que comienza a trabajar con imágenes digitales en el año 1994 y está especializada en imágenes en 3D y 2D, principalmente fractales. Ha expuesto sus obras en nueve muestras individuales y en más de cincuenta obras colectivas.

- <http://www.fractalartcontests.com/2006/entries.php>
- <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/TestuakOnLine/Catalogos/CatalogoFractales.pdf>
- <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/Exposiciones/ArteMate/FractalesICM/CatalogoFractales.asp>

En estas páginas podemos encontrar una muestra del catálogo de las obras usadas en la exposición de Arte Fractal: Belleza y matemáticas.

BIBLIOGRAFIA

Mandelbrot, Benoit B. (1997). *La Geometría Fractal de la Naturaleza*, Barcelona. Tusquets Editores.

Mandelbrot, Benoit B. (1988). *Los objetos fractales*, Barcelona. Tusquets Editores.

Golding, J. (1993). *El Cubismo*, Madrid. Alianza Editorial.

Autoría

- ANA ISABEL ACIÉN CRIADO
- IES LA PUEBLA, LA PUEBLA DE VÍCAR, ALMERÍA.
- anaaciencr@hotmail.com