

LINO

De la Geometría fabrorum a la geometría constructiva

From *Fabrorum* geometry to the geometry of construction

CABEZAS GELABERT

Palabras clave

Geometría, informática gráfica, generación formal, parametricismo, diseño algorítmico.

Key words

Geometry, graphic informatics, formal generation, parametricism, algorithmic design

Resumen

Igual que la «nueva visión» glosada por Moholy-Naghy a la vista de las imágenes ópticas encumbradas en su tiempo por la fotografía y el cine, el imaginario simbólico actual se ha multiplicado con la tecnología informática, con estructuras blandas que los ordenadores son capaces de gestionar, ampliando la capacidad imaginativa anterior a la aparición de los nuevos recursos. Frente a la geometría métrica antigua que asumió una función simbólica en el arte, una nueva geometría generativa viene a satisfacer la nueva demanda.

Abstract

As was the case with the "new vision" annotated by Moholy-Naghy when seeing the optical images exalted once upon a time by photography and the movies, the current symbolic imaginary has been multiplied by means of computer technology, with soft structures aptly managed by the computers. This widens the imaginative ability that was commonplace prior to the new resources apparition. Instead of the ancient metric geometry, with its symbolic function in art, a new generative geometry comes to the fore to satisfy the new demand.

Aunque muchos manuales de estética se suelen referir a la geometría a partir de sus relaciones con el pensamiento filosófico antiguo, en la actualidad no es el único punto de vista posible para tratar de su vinculación con el arte. Si además queremos abordar la geometría desde la óptica de la innovación en las artes, la situación es más compleja que la planteada exclusivamente en el mundo de la estética.

En el ámbito de las artes existe un malentendido en donde se afirma que el pensamiento y los conocimientos de la geometría clásica están estabilizados o bien que quedaron concluidos en el pasado, sin posibilitar nuevas expectativas y planteando como únicos problemas el de su transmisión o la búsqueda de nuevas aplicaciones. No obstante, los testimonios históricos demuestran que los contenidos de disciplinas como la geometría no son inmutables, pudiéndose adaptar a la evolución científica, tecnológica y cultural.

Se puede comenzar a tratar esta cuestión preguntando si es posible valerse de la geometría para la innovación en las artes, cuando una de las cualidades más reconocidas desde la filosofía es su inmutabilidad. Así se viene repitiendo hasta la saciedad la contundente afirmación de Platón en *La República*: «Sin duda la geometría es conocimiento de lo que siempre es». Por ello, innovar algo inmutable sería, sin lugar a dudas, una afirmación paradójica, por no decir directamente que se trata de algo imposible.

El fenómeno es complejo; hoy es difícil hablar de geometría sin adjetivarla. Después de definirse tradicionalmente como una «disciplina científica que estudia el concepto de espacio y las figuras que en él se pueden imaginar» aparece adjetivada como: euclidiana, analítica, métrica, descriptiva, proyectiva, plana, del espacio, cinemática, diferencial, de n dimensiones, y un largo etcétera en donde se incluyen denominaciones sinónimas como la «geometría clásica» que también se conoce como «euclidiana» o «intuitiva».

Aunque no se formule en los términos tan contundentes de Platón al tratar «de lo que siempre es», el pensamiento del filósofo influyó significativamente al plantear en el *Timeo* un grandioso mito cosmogónico de raíz pitagórica, cuando afirmaba que ciertas relaciones numéricas y formas geométricas encarnaban la verdad absoluta de la estructura armónica y ordenada del Cosmos. El arte debía, consecuentemente, expresar ese orden basado en la verdad eterna de los números y las relaciones espaciales. Las formas del arte debían derivarse de determinadas relaciones numéricas a partir de módulos y cánones exactos, aritméticos y geométricos.

Como expresión de ese pensamiento en el arte, además del desarrollo de las teorías de la proporción, la geometría adjetiva algunos estilos y épocas artísticas: los llamados estilos geométricos, entre los que se encuentra la abstracción geométrica contemporánea o la ornamentación geométrica tradicional aplicada en las artes decorativas. De forma similar la geometría también ha servido para adjetivar un tipo particular de dibujo: el «dibujo geométrico».

Condicionando esas expresiones sabemos que históricamente el divorcio academicista entre la cultura artística y la cultura científica impuso una rígida frontera entre ambas y fue la causa de la existencia de algunos prejuicios, aunque pocas veces resisten un mínimo análisis conceptual o histórico. Ante el dilema de un esquema así, a la geometría se le ha exigido posicionarse como una cuestión científica o filosófica alejada del mundo del arte, o bien, sólo vinculada o subordinada a él para adoptar un papel instrumental o accesorio. Por ello, en algunas épocas la geometría sufrió el rechazo de muchos artistas al considerar que su rigidez no sólo era perjudicial, sino innecesaria para las artes. Esta actitud será algo frecuente durante el Romanticismo y tendrá unas consecuencias que llegarán a nuestra propia época. En aquellas circunstancias, como ejemplo de un pensamiento generalizado, en un famoso informe de Goya en 1792 sobre el estudio de las artes en general y la geometría en particular remitido a Bernardo de Iriarte, Viceprotector de la Academia de Bellas Artes de San Fernando, daba su opinión de que allí «tampoco se debe prefijar tiempo que estudien Geometría ni Perspectiva para vencer las dificultades en el dibujo». En consonancia con estas ideas se considera muchas veces desde el arte que la geometría no sólo es algo de lo que se puede prescindir, sino que no es esencial en su práctica.

Abordando ese debate desde un punto de vista actual, más académico y racional podemos hacer un inventario de las funciones principales que asume y ha venido asumiendo históricamente la geometría respecto al arte.

En primer lugar la geometría ha venido cumpliendo la función de establecerse como modelo de discurso intelectual y racional de la forma, acorde con el método lógico-deductivo del pensamiento clásico.

En segundo lugar la geometría se utiliza como un instrumento técnico aplicable en la solución de los problemas prácticos que surgen en el proceso de realización de una obra, como es el caso de la «*geometría fabrorum*» de los artífices medievales.

En tercer lugar, como función más específica del arte, la geometría es capaz de suministrar unos repertorios formales —figuras geométricas—

capaces de asumir cargas simbólicas y adquirir cualidades estéticas acordes con un determinado mundo espiritual [figura 1].

«La geometría es el lenguaje del hombre». Esta frase de Le Corbusier, muchas veces repetida, aparece en su obra teórica más importante: *Vers une architecture*, publicada en 1923. El capítulo en donde se recoge lleva por título «Los trazados reguladores», una cuestión asociada a un concepto íntimamente relacionado con el sentido trascendente del uso de la geometría en las artes. Además de entenderse la afirmación de Le Corbusier desde un punto de vista formal ha de comprenderse como una estructura de pensamiento.

Al hablar de la geometría como discurso racional se suele referir el primer tratado de arte de la Edad Moderna, el *De pictura* escrito por el humanista y artista Leon Battista Alberti en 1435. En él se desarrolla una teoría intelectual sobre la pintura a diferencia de los simples recetarios anteriores de la baja Edad Media. Las palabras con las que el humanista italiano inicia su texto son muy conocidas:

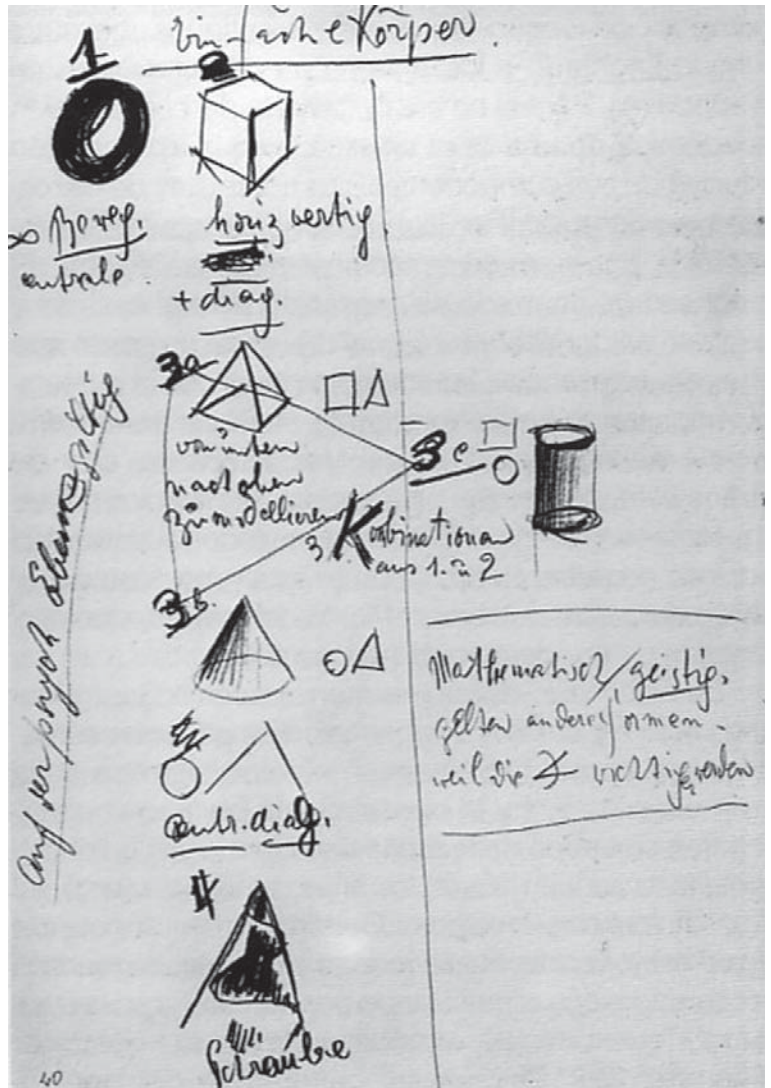


FIGURA 1

Habiendo de escribir acerca de la pintura en estos breves comentarios, tomaré de los matemáticos, para hacerme entender con más claridad, todo aquello que conduzca a mi asunto, Entendido esto, explicaré lo mejor que pueda qué cosa sea la pintura, siguiendo los mismos principios de la naturaleza. Pero en mi discurso doy por advertencia que hablaré no como Matemático, sino como Pintor.

Tras comenzar con estas palabras Alberti define los conceptos geométricos elementales comenzando por puntos, líneas y superficies.

Quinientos años más tarde, el pintor ruso Wassily Kandinsky titula a su vez una obra suya: *Punto y línea sobre el plano*, considerada uno de los textos emblemáticos de las vanguardias artísticas. Evidentemente, igual que Alberti, Kandinsky no utilizaría estos términos para hablar como matemático sino como pintor. En su opinión la geometría suministra los «elementos básicos utilizados en la etapa más primaria de toda obra pictórica, sin los cuales no se podría ni siquiera iniciar, y que constituyen además la base del arte gráfico, independiente de la pintura».

Es evidente que la admiración hacia la capacidad de evocación simbólica de las formas geométricas no es exclusiva de Kandinsky, es algo manifiesto y bien conocido en una gran parte de las vanguardias artísticas del siglo xx. Lo más notable es su presencia, con mayor importancia que en otros lugares, en las doctrinas pedagógicas desarrolladas en el período de entreguerras alrededor de la Bauhaus.

Aunque se han dado diversas explicaciones al hecho de recurrir a las formas geométricas, tales como su justificación por la huida del *estilo* y el *ornamento*, lo más importante es la consideración por parte de las vanguardias de un sentido universal asociado siempre a las figuras geométricas. En ese mismo sentido, en el año 1920 Le Corbusier escribía estas palabras:

Los cubos, los conos, las esferas, los cilindros o las pirámides son las grandes formas primarias que la luz revela bien; la imagen de ellas es clara y tangible, sin ambigüedad. Por esta razón *son formas bellas, las más bellas*. Todo el mundo está de acuerdo con esto: el niño, el salvaje y el metafísico. Es la condición esencial de las artes plásticas.

Las ideas de Le Corbusier respecto a la aplicación de la geometría a los trazados reguladores tampoco eran nuevas, forman parte de un episodio importante en una línea de pensamiento que se puede remontar hasta la Antigüedad. El antecedente más inmediato se encuentra en la obra de Viollet-le-Duc (1814-1879) cuando utiliza en sus trabajos de análisis de la arquitectura antigua expresiones como *systeme harmonique* y *échelle harmonique*, que se han venido utilizando hasta la actualidad [figura 2]. En ese contexto también se refiere a las figuras geométricas como el esquema básico *générateur de proportions*, un antecedente muy claro de los famosos *tracés*

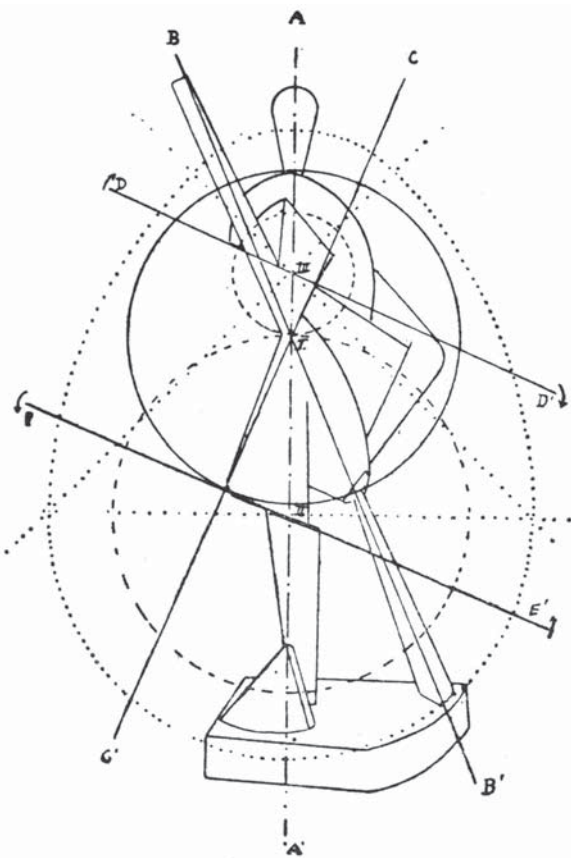


FIGURA 2

régulateurs que Le Corbusier propone más tarde para nombrar sus propias hipótesis acerca del uso de la geometría en las artes.

El convencimiento de que detrás de cualquier obra del hombre, como fruto de una mente pensante, existe un orden geométrico, es algo más evidente y fácil de comprender al comprobar que el trazado de una figura geométrica sólo es posible con la intervención de la mente y la mano humanas. Esta convicción ya se pone de manifiesto en una historia antigua, recogida y transmitida en el siglo I a.C. por el arquitecto romano Marco Vitruvio Polion al narrar la siguiente historia:

Aristipo, filósofo socrático, arrojado por una borrasca a las playas de Rodas, advirtiendo algunas figuras geométricas, cuentan que exclamó a sus compañeros en esta forma: «ánimo, amigos míos, nada temáis, pues aquí descubro pisadas de hombres».

Una noticia reciente dada a conocer internacionalmente coincide con la idea de la narración de Vitruvio. Se trata del descubrimiento en la Cueva de Blombos ubicada en la costa oriental de Sudáfrica, de dos fragmentos de mineral de ocre con unas marcas geométricas en forma de X, una de ellas está atravesada por una línea que las divide simétricamente. La datación de estas piezas es de 77.000 años, por lo que se convierten en los ejemplos más antiguos de arte humano, indudablemente abstracto, evidenciando la capacidad de expresión simbólica en aquellos primeros hombres.

La línea recta, el ángulo recto y el cuadrado son nociones y figuras geométricas básicas del pensamiento racional. Su capacidad para expresar y evocar ideas explica la utilización en las artes. El mismo Le Corbusier construye a modo de fábula una narración del origen del uso de la geometría en la actividad creadora por el hombre primitivo:

Al decidir [el hombre primitivo] la forma del recinto, la forma de la choza, la situación del altar y de sus accesorios, ha seguido instintivamente los ángulos rectos, los ejes, el cuadrado, el círculo. Porque de otro modo no podía crear algo que le diese la impresión de que creaba.

La idea de una geometría inherente al espíritu del hombre queda plasmada por Le Corbusier en la metáfora del *Poema del ángulo recto*, un libro con 19 litografías llenas de signos y señales esotéricas, considerado como un testamento vital y artístico del arquitecto. Igual que en el cuadrado, la perfección del ángulo recto reside en ser la expresión geométrica del

encuentro de dos principios fundamentales: el de la ley de la gravedad que se manifiesta en la vertical mientras que la horizontal alude al plano del suelo terrestre en la línea del horizonte, el nivel en donde se estabilizan las aguas como llegada al equilibrio tras la inestabilidad y el continuo cambio de la naturaleza.

El tema mítico de los cuatro elementos estuvo siempre presente en el ideario de Le Corbusier y forma parte de los ingredientes que inspiraron el *Poema del ángulo recto*. Su contenido traduce la obsesión por encontrar la geometría oculta de la naturaleza, a la que se llega según él a través de un lento y laborioso proceso intelectual. «Categórico/ángulo recto del carácter/del espíritu, del corazón/Me he mirado en ese carácter/y me he encontrado.»

Asimismo, la relación del hombre con el cosmos y la necesidad de conocer y predecir el destino explica la existencia de representaciones del orden del universo, como los cuatro puntos cardinales que conforman un sistema de referencia cartesiano para representar la orientación en un mapa o la determinación de la orientación en la propia superficie terrestre.

Cuando hablamos de pensamiento cartesiano nos referimos a la racionalidad identificada con la obra de Descartes (conocido en latín como Cartesius) que en su geometría analítica define las figuras geométricas respecto a dos ejes —cartesianos—, el de las ordenadas y el de las abscisas. En su afán por la búsqueda de la verdad, Descartes escribía en sus *Principios de filosofía* que «sólo la extensión geométrica y el número pueden proporcionar a la mente certeza absoluta». La geometría asume, precisamente, la función de evocar este pensamiento racional.

Podemos hablar de un arte geométrico de evocaciones cartesianas, existe un arte contrario a éste que ayuda a comprender la diferencia de universos que ambas actitudes pueden representar y las singularidades propias de la geometría, así como el sentido que adquiere en el arte. Una gran parte del arte del siglo XX, ajeno a la geometría, ha buscado y favorecido el comportamiento auto-expresivo, privilegiando los aspectos puramente motores, emotivos e intuitivos, con el inconveniente de abandonar y desposeer a los individuos de los instrumentos racionales con los que se puede analizar, valorar y resistirse al orden de la sociedad burguesa. Frente a esa posición, la geometría en el arte puede estar asociada a aspectos como la funcionalidad, la practicidad, la técnica, la ciencia y el orden.

No obstante, paradójicamente, la geometría también es capaz de representar la antítesis de lo racional, asociándose al pensamiento místico de lo trascendente, de lo religioso y lo espiritual en general. Hoy suele utilizarse la expresión «geometría sagrada» para invocar estas ideas. Por

ello el arte contemporáneo en su búsqueda del sentido de la totalidad ha perseguido con frecuencia alcanzar la síntesis entre arte, ciencia y naturaleza; en esa circunstancia, fenómenos como la construcción del mito de la Divina proporción suponen la victoria de una estética de lo inconmensurable, paralela a la idea de inefabilidad del arte.

La utilización de la geometría en el arte se vincula muchas veces con las respuestas que pretenden encontrar las leyes que rigen el orden del universo y que, en los primeros tiempos, mucho antes de relacionarse con el arte o la ciencia, se entremezclaban entre la magia, la mística y la cosmología. Determinadas propuestas teóricas han pretendido, precisamente, dar una respuesta al dilema permanente de las leyes de la naturaleza en el arte. A su vez, en algunas ocasiones los artistas han querido expresar en sus obras el orden cosmológico del universo, materializando a través de figuras geométricas un concepto de armonía universal. Hoy día se sigue manteniendo algo que desde siempre expresa la creencia en la existencia de leyes objetivas que regulan la belleza, así como la necesidad de construir un orden que evite el temor hacia el caos.

Para Kepler, quién había titulado una de sus obras *Harmonices mundi* (1619), el universo contenía las huellas del Dios creador dejadas intencionadamente para que nosotros las descubramos. Con una mentalidad neopitagórica afirmaba:

Dios mismo era demasiado bueno para permanecer ocioso, y empezó a jugar al juego de los signos, dejando marcada su semejanza en el mundo; por eso, me atrevo a pensar que la naturaleza entera y el maravilloso firmamento están simbolizados en el mundo de la geometría.

Unas líneas más atrás hacíamos referencia a una de las funciones principales de la geometría a lo largo de la historia de las artes: su función puramente instrumental como recurso técnico para resolver los problemas de los oficios y como ayuda en las fases de formalización de los proyectos. En el caso de las artes visuales del primer Renacimiento estas consideraciones son fáciles de comprender a la vista de la formulación de «*perspectiva artificialis*», un sofisticado artificio geométrico de representación.

Podemos recordar que en ese momento la cultura del *Disegno* llegó a alcanzar las cotas más altas en la historia general de las artes, en paralelo a la construcción de una ciencia de la representación y de la aparición de un nuevo arte incentivado por la sed de invención de los artistas. En ese contexto del Renacimiento, la formulación de la perspectiva geométrica adquiere una importancia extraordinaria, y su

utilización en el caso particular de la arquitectura va a suponer una gran revolución con unos efectos evidentes, aunque estos no han gozado siempre de la misma consideración.

El arquitecto Bruno Zevi, reconociendo la trascendencia del acontecimiento valoró de forma muy negativa las consecuencias de aquella cultura visual de la perspectiva; así, en su obra *Il linguaggio moderno dell'architettura*, escribía:

A comienzos del siglo quince se produjo la hecatombe. Fue el triunfo de la perspectiva. Los arquitectos dejaron de ocuparse de arquitectura, limitándose a dibujarla. Los estropicios fueron enormes, se multiplicaron con el transcurso de los siglos, siguen en aumento con la construcción industrializada.

Aunque las palabras de Zevi están condicionadas por las circunstancias históricas de su tiempo, sirven para ilustrar un debate en donde las opiniones favorables a la perspectiva son más numerosas. Para muchos, a partir del Renacimiento, la perspectiva, además de ser la expresión de una poderosa concepción visual de las artes, también asumió la

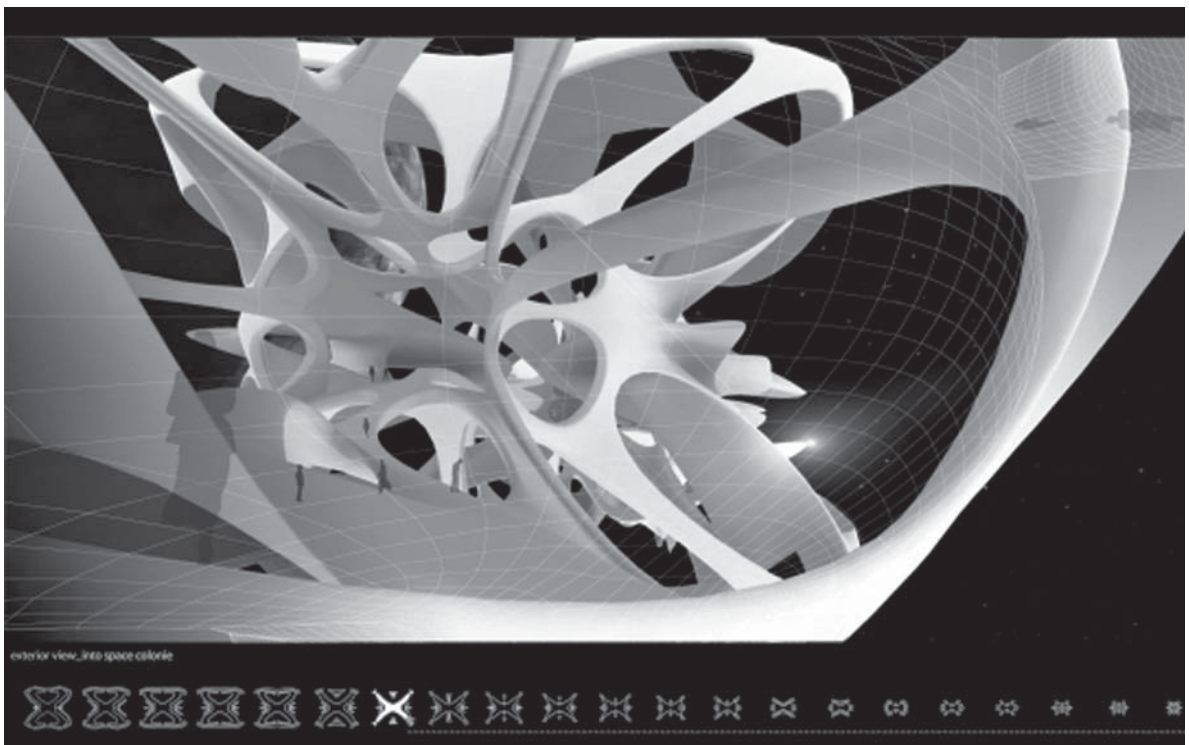


FIGURA 3

condición de ser un medio de pensar la arquitectura, al modo de las *species dispositionis* referidas por el arquitecto romano Vitruvio, quien definía en el siglo I a.C. a la perspectiva [*scenographia*], junto a la planta [*ichnographia*] y el alzado [*ortographia*], como tres modos de idear la arquitectura «que en griego se llaman ideas» [*quae graece eidoia decit*] y no un simple sistema gráfico para representarla.

Recordamos el episodio de la invención de la perspectiva para tratar una cuestión actual; hoy es indiscutible que vivimos la mayor revolución tecnológica de la historia de la humanidad en donde la tecnología informática es la más potente expresión. Más allá de las cuestiones suscitadas por los procesos técnicos de los ordenadores, la producción gráfica digital se reconoce en sus aspectos puramente formales, algo que se ha puesto de manifiesto en las cualidades radicalmente formalistas de muchos diseñadores «digitales» en donde las formas parecen flotar libremente, sin más restricciones que las impuestas por la imaginación del autor y la capacidad del *software* utilizado. Se trata, como es patente en el caso de la arquitectura, de unas formas aparentemente liberadas del condicionamiento físico del peso-empuje y resistencia y con aspecto inmaterial [figura 3].

En este momento, con los nuevos medios, se manipulan formas fluidas con unas características similares a las obtenidas con el modelado en arcilla o plastilina. Algo que ha dado lugar al ensayo de métodos para relacionar el modelado tridimensional digital con las técnicas tradicionales de modelado con materias plásticas [figura 4].

Como consecuencia práctica han proliferado en la arquitectura unos tipos de estructuras cada vez más plásticas, diferenciadas de otras de mayor rigidez. Los dos modelos se han identificado con los términos *Box* (caja) y *Blob* (fluido) según la tendencia a la forma cúbica de tradición funcionalista o según formas orgánicas, blandas y dinámicas. La arquitectura funcionalista ha venido utilizando como forma más habitual la caja ortogonal, acorde con la concepción racional de un espacio definido por las tres dimensiones de la geometría métrica clásica y el racionalismo de la geometría cartesiana.



FIGURA 4

En ese panorama la geometría descriptiva tradicional se ha visto superada por un pensamiento geométrico diferente, asociado al funcionamiento de los recursos informáticos. Frente a aquella geometría pensada para analizar gráficamente y describir objetivamente los objetos existentes o proyectados, los nuevos medios sirven para resolver los procesos de construcción y generación formal. Por ello se ha venido proponiendo hablar de «geometría constructiva» o «geometría generativa» en lugar de adjetivarla de manera más restrictiva como «descriptiva» [figura 5].

La potencia y capacidad instrumental de la informática se ha mostrado capaz de producir verdaderos saltos cualitativos, la generación formal que ha dado lugar en los últimos años al uso del término «parametricismo», en donde se priorizan las herramientas y técnicas avanzadas en el diseño

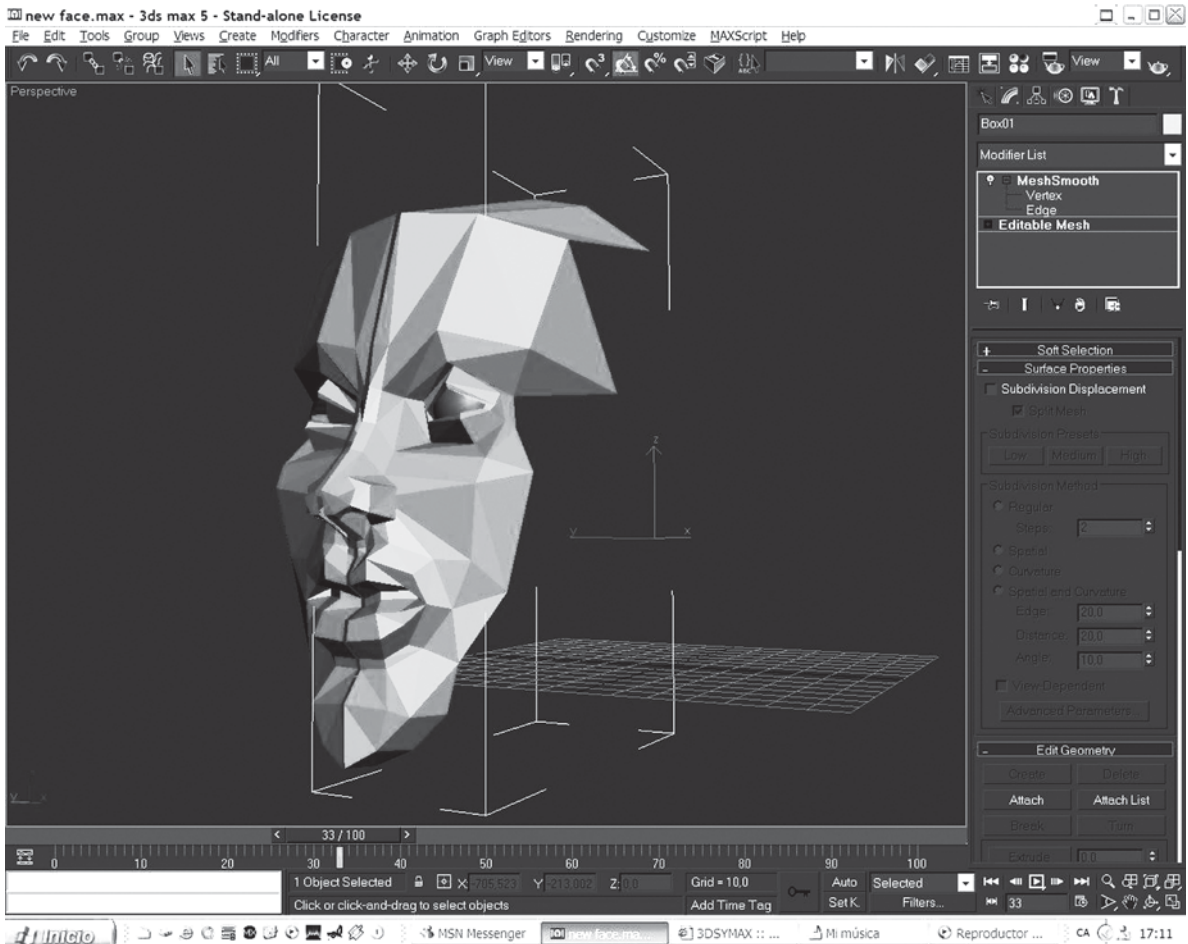


FIGURA 5

por computadora. Considerado por muchos como un nuevo estilo, el parametricismo se manifiesta en una evolución de las formas y de los procesos de la concepción de las obras, así como de las características básicas formales.

La idea de poder regir la creación formal por leyes ayuda a entender que el parametricismo trabaja de forma similar a los sistemas naturales, donde las formas son el resultado de fuerzas que interactúan según leyes. Igual que en las estructuras naturales, las composiciones paramétricas están tan integradas que no pueden ser descompuestas en elementos independientes, una gran diferencia en comparación con los sistemas de construcción y formalización tradicionales.

Para muchos, el parametricismo representa una nueva etapa tras la crisis de las vanguardias, después de lo postmoderno, y el deconstructivismo. El diseño paramétrico o algorítmico se basa en la idea de que todos los elementos formales son maleables paraméricamente. En él las formas básicas (primitivas) son animadas, dinámicas e interactivas —splines, nurbs y subdivs— que se desarrollan como piezas de construcción [figura 6].

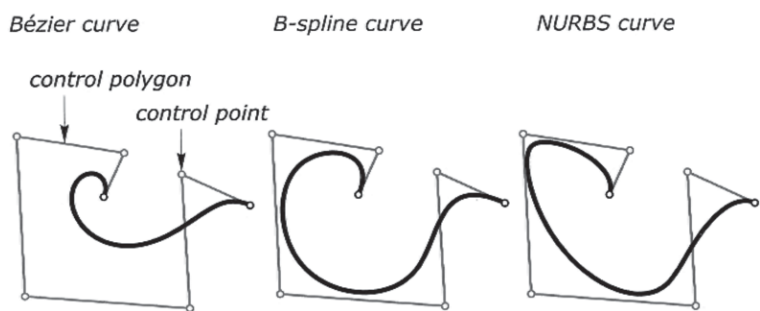


FIGURA 6

No obstante, al hablar de estilo «paramétrico» no se trata de un nuevo modo de dibujo, ni siquiera como una gran ayuda al proyectar, si no de experimentar efectos, deformaciones y transformaciones para obtener lo inesperado y que no será valorado con criterios técnicos o funcionales, sino por el contrario, de sorpresa, novedad o gusto.

La parametrización consiste en la especificación de puntos, líneas, curvas o superficies por medio de una o más variables, parámetros que controlan diversas propiedades geométricas, tales como su longitud, anchura, altura, radio, etc. También controlan la ubicación, las entidades en el modelo y cómo las entidades se relacionan entre sí. Los parámetros pueden ser modificados por el operador para crear la geometría deseada. El diseño paramétrico ha dado lugar a la apertura de un amplio campo de investigación e innovación.