

# Geometría y Arquitectura. De la Rigurosidad Modular al Informalismo

**Geometry and Architecture. Of the rigorousness modulating to informalism.**

**Mauro Chiarella**

Universidad Nacional del Litoral - Argentina  
chiarell@fadu.unl.edu.ar

**Rodrigo García Alvarado**

Universidad del Bio-Bio - Chile  
rgarcia@ubiobio.cl

**Underlea Bruscato**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unilasalle - Brasil  
arq.leiab@gmail.com

**Abstract.** *The geometry (science of the form and the space) and the architecture they possess an interesting road along the history of the western thought. The geometry contributes its capacity to interpret the structuring of the world and of the reason; while the architecture contributes with its capacity to transform the semantic and physical aspects of our habitat. The different advances in the geometric representation have defined the characteristics of the architectural spaces that go: since the rigorousness modulating of the Classicism and the birth of the Euclidean geometry, to the contemporary informalism; the incorporation of the digital mathematical calculation, and its strong review of the traditional cartesian space*

**Keywords.** *Euclidean geometry; cartesian space; contemporary Informalism*

## Geometría y Arquitectura

La geometría y la arquitectura poseen un largo camino recorrido a través de la historia del pensamiento occidental. La geometría contribuye en la posibilidad de interpretar la estructuración del mundo y la razón; mientras que la arquitectura contribuye con su capacidad de transformar la materialidad y el significado del medio que habitamos. Los diferentes avances en el campo de la representación geométrica han definido las características del espacio arquitectónico que han ido configurándose: desde la rigurosidad modular del Clasicismo y el nacimiento de la geometría euclidiana; hacia un informalismo contemporáneo a través de la incorporación del cálculo matemático digital y una fuerte revisión del espacio cartesiano tradicional.

Desde la antigüedad, la geometría se ha consolidado como el más poderoso instrumento para concebir y proyectar la arquitectura. Aspectos funcionales, tecnológicos, simbólicos y culturales se sostienen desde lógicas geométricas que se irán modificando en coherencia con cambios y rupturas en nuestras formas de pensar, hacer y proyectar según parámetros culturales y temporales. Es así como los griegos dejaron una forma completamente original de proyectar la arquitectura a partir de un sistema modular: los órdenes clásicos son una síntesis de formas y relaciones geométricas vinculadas que permitían describir una obra arquitectónica como un sistema entrelazado de medidas. El trazado regulador seguirá siendo determinante para la arquitectura hasta la revolución industrial. Aunque el sistema de proporciones de la antigüedad se recupere en el renacimiento y pierda protagonismo en la modernidad, se impondrá durante siglos el concepto modular como base de la racionalización de la forma. Los ingenieros del siglo XIX marcaron la ruptura formal y conceptual con la tradición constructiva arquitectónica, descartando el sistema de proporciones geométricas de la antigüedad: impusieron una fuerte concepción práctica en la resolución de los problemas en donde la nueva modularidad geométrica es adaptada a los resultados del cálculo gráfico, el análisis científico y a las exigencias de otros materiales y sistemas constructivos. La geometría descriptiva, desde sus

proyecciones ortogonales, propuso otro mecanismo de comprensión y análisis de las formas y del espacio determinando, hasta nuestros días, gran parte de la construcción geométrica de la arquitectura y el diseño. El Racionalismo Moderno, estableció principios funcionales e incorporó la retícula estructural tridimensional del Hormigón Armado para organizar la sintaxis volumétrica espacial. Sometió a todas las partes del conjunto arquitectónico a una repetición tridimensional de medidas en forma de una jaula prismática. Es la plenitud del espacio cartesiano, de su homogénea continuidad monodireccional en el ámbito de una geometría rigurosa, en la concreción de un isomorfismo con un espacio mensurable e ilimitado.

Los nuevos procedimientos digitales de cálculo matemáticos (no-lineales, dinámicos e imprevisibles) a través de la informática gráfica va modificando la espacialidad del presente a través del distanciamiento de algunas cualidades geométricas con que históricamente identificamos a la arquitectura: precisamente de la estabilidad y rigurosidad modular tridimensional inscrita en el espacio cartesiano de geometrías predominantemente euclidianas.

## Arquitectura y Proyecto Digital

Como ya sabemos, los softwares de programas informáticos posibilitan nuevas complejidades formales que derivan en mayores grados de indeterminación y aleatoriedad que las extraídas tradicionalmente desde patrones simples con una clara ley matemática de generación. La complejidad formal basada en la definición topológica de superficies curvilineas o quebradas se posiciona frente a la definición geométrica de la retícula ortogonal o la repetición de pórticos uniformes. Conceptos como arquitecturas genéticas; arquitecturas botánicas-digitales; arquitecturas bio-miméticas; arquitecturas líquidas; trans-arquitecturas; etc, se apartan de las clásicas definiciones planimétricas ortogonales para trabajar sobre los pliegues del espacio moderno, donde suelos; paredes; paredes y techos se curvan en una sola superficie continua. En la sintaxis geométrica, el ángulo recto ya no es dominante. Las tipologías

estructurales adquieren nuevos protagonismos en el diseño buscando una expresividad caracterizada por fuertes direcciones oblicuas y directrices curvas en los cerramientos edilicios. Las tradiciones compositivas se alejan en las resoluciones continuas de fachadas, solados y techumbres, las que ya no acusan diferencias de cualificación y de materiales. Imágenes asociadas a las geometrías no euclidianas, parecen ser una vía para la aprehensión y apropiación de la complejidad, que permite ampliar la comprensión de los procesos de morfogénesis y la cultura sistémica del diseñador. Si bien existen exploraciones arquitectónicas antecesoras a la llamada “década digital” (década de los noventa) que se identifican con estas espacialidades, son experiencias expresionistas aisladas en el contexto general de la producción arquitectónica de su momento.

La incorporación de los medios informáticos y la utilización del cálculo matemático tanto en las definiciones espaciales y geométricas basadas en la Simulación Gráfica Directa y fundamentalmente en el Modelado Analítico Paramétrico, han sido determinantes de las espacialidades y morfologías contemporáneas que se observan ya no solo en las propuestas desafiantes de los concursos de arquitectura internacionales, sino en el paisaje cotidiano de las metrópolis del primer mundo. Una manipulación geométrica más generalizada de superficies NURBS, polisuperficies isomórficas e hipersuperficies (Greg Lynn, Marcos Novak, Kas Oosterhuis, Mark Goulthorpe, Bernard Cache, Françoise Roche) han concentrado los esfuerzos ya no solo por concebir y controlar estas espacialidades sino por permitir una construcción coherente y con criterios racionalizados de las mismas. La ancestral inercia de la materia arquitectónica y la incapacidad de los materiales tradicionalmente empleados en construcción para asumir y manifestar las exigencias que plantean las búsquedas espaciales y conceptuales del presente aparece como uno de los desafíos de la convivencia de estas tecnologías de simulación e ideación post-mecánicas con las tecnologías constructivas industriales y pre-industriales.

Es así como, por ejemplo, el espacio plegado de volúmenes de sección variable propone el desarrollo de estructuras flexibles que van desde los cerramientos apoyados en nervaduras y estructuras geodésicas a diferentes pieles estructurales como ser: láminas de hormigón armado; sistemas prefabricados; semifabricados colaborantes y encofrados neumáticos. La base estructural de estas formas ha definido en la práctica dos modelos estratégicos de construcción: la primera está basada en el apoyo de los cerramientos sobre nervaduras como si fueran huesos estructurales y piel independiente (pabellón H2O-NOX, mercado Santa Caterina-EMBT, Kunsthau Graz-Peter Cook) y en la segunda se aprovecha la rigidez estructural de las superficies envolventes como una construcción en donde las piezas mismas son estructurales (pabellón japonés Expo 2000-Sigeru Ban). El desarrollo de polímeros, resinas de poliéster y de epoxi o PMMA (metacrilato) permiten gran ligereza, flexibilidad y adaptación geométrica por moldeado. Las máquinas de control numérico (CNC), ampliamente utilizadas en diseño industrial, se incorporan lentamente a la arquitectura prometiendo una fabricación sin intermediarios al ejecutar el corte de cada pieza estructural desde el ordenador con márgenes mecanizados previstos para el ensamble y montaje final. Estas nuevas producciones arquitectónicas se enfrentan al desafío de acompañar la complejidad de los proyectos generados por las herramientas informáticas, con el avance en el conocimiento de otras formas constructivas (o reformulación de sistemas ya conocidos) para evitar que lo complejo sea solo las geometrías resultantes y no la ejecución de las mismas.



Figura 1. MDPI-UCC 2009. AyPD (García Alvarado; Bruscato; Chiarella).



Figura 2. MDPI-UCC 2009. Arquitectura y Proyecto Digital (GA;B;Ch)

## Representación, Ideación y Construcción Digital

En las experiencias de Talleres realizados en Latinoamérica (madpro y Taller Cero/UBioBio; AE y AFD/Unisinos; TGD-FADU/UNL; MDPI/UCC); se ha trabajado sobre aquellos procesos de ideación y toma de decisiones que sugieren una multiplicidad no lineal como alternativa a los tradicionales métodos del proyecto. Las formas y espacios concebidos se han iniciado con aproximaciones proyectuales cuyos resultados están más caracterizados al proceso mismo (índices, distancias entre momentos, tránsitos, movimientos, desplazamientos, argumentaciones cuantitativas-numéricas) que a la adopción de categorías compositivas (orden, tipo, elemento, superposiciones) o categorías funcionales-racionalistas (sistema, tipología, estructura). Es así como se ha observado como las organizaciones espaciales y geométricas crecieron en complejidad, resultando forzado e insuficiente la descripción e ideación de las mismas desde los tradicionales sistemas de representación geométricos (proyecciones paralelas, sistema Monge) heredados de la revolución industrial. Las proyecciones ortogonales clásicas han resultado, en muchos casos, un obstáculo para las posibilidades formales que surgen de una comprensión más compleja del espacio, la que ya no puede resumirse en las simples visiones de la forma en el sentido transversal y longitudinal descriptos en los alzados, las plantas, y

# SIGraDi 2009 sp

los cortes que son derivados directos de la estructuración espacial de la geometría clásica. En los procesos proyectuales puramente digitales, las lógicas geométricas que induce el software utilizado en el ciberespacio y las cualidades del modelo geométrico de sus entidades primitivas, han potenciado y determinado las instancias proyectuales, las sintaxis geométricas posibles; el grado de avance en la definición formal-espacial, los tiempos del proceso de ideación y las lógicas constructivas posibilitantes.

En Latinoamérica se hace más evidente como los sistemas de ideación digitales (basados en tecnología post-industrial) desafían a los sistemas de producción análogos convencionales (desarrollo de industrialización básica y tecnología pre-industrial) en poder concretar y materializar muchas de las ideas que se generan virtualmente. Es de esta forma como la simulación digital invade la identidad de lo representado proponiéndonos nuevas relaciones entre el objeto arquitectónico y su representación. La lenta implementación de los sistemas CAD-CAM en la arquitectura (experimentada inicialmente en los Talleres realizados), intenta trabajar sobre una redefinición positiva de estas instancias de pre-figuración y representación al repensar las posibilidades de una transformación progresiva de algunos procesos de fabricación y construcción en arquitectura. Repensar la modificación de metodologías operativas a través de la fabricación digital en arquitectura, nos obliga a salir precisamente de la autonomía y cierto determinismo de la gráfica, la que ha estado durante años orientada a un obsesivo control casi estilístico del objeto diseñado y estructurada mayormente bajo los cánones heredados de la geometría clásica y una estructuración espacial inspirada en lógicas cartesianas.

## From modern to digital

Desde la antigüedad, la geometría se ha consolidado como el más poderoso instrumento para concebir y proyectar la arquitectura. Aspectos funcionales, tecnológicos, simbólicos y culturales se sostienen desde lógicas geométricas que se irán modificando en coherencia con cambios y rupturas en nuestras formas de pensar, hacer y proyectar según parámetros culturales y temporales. La validez instrumental de la geometría como principal apoyo en el proceso de proyectación arquitectónica, no ha sido refutada desde la formulación de los Elementos de Euclides (300 A.C) y se sostiene en la sociedad occidental como una forma legítima de comprender, dimensionar y prefigurar el espacio arquitectónico. La concepción cartesiana del espacio (formulada en el siglo XVI) con su sistema de coordenadas de trama tridimensional de ángulos rectos, propone una representación y una comprensión racional del espacio permitiendo el desarrollo de los principios de la geometría proyectiva (G. Desargues; Siglo XVII) y la geometría descriptiva (G. Monge; 1795). La geometría descriptiva completa el sistema de descripción matemática del espacio cartesiano, siendo utilizada hasta en la actualidad como base instrumental del proceso proyectual, incluso en la utilización de los medios digitales como una de las formas en las que nos apoyamos para proyectar en el ciberespacio por simple analogía a lo conocido. El espacio arquitectónico se ha representado, comprendido y proyectado con los principios y métodos de la geometría euclidiana, de la perspectiva, del sistema cartesiano y de la geometría descriptiva. Estos saberes han formado y forman actualmente la estructura instrumental básica con que cuenta el estudiante de arquitectura y el proyectista profesional para la prefiguración arquitectónica y al mismo tiempo se constituyen en una manera específica de racionalidad moderna que marca en determinada dirección el entendimiento del espacio.

La transición de lo moderno hacia lo digital (tópico Congreso SIGraDi) en la relación geometría y arquitectura, se presenta

como un desafío en las nuevas formas de comprender, representar y materializar ciertos espacios contemporáneos, los que son sustentados en construcciones geométricas de base paramétrica y su consecuente fabricación digital con procesos CAD/CAM. Las investigaciones en el campo de los procesos algorítmicos y paramétricos de diseño permiten controlar el desarrollo de formas complejas a partir de simples métodos iterativos propios de la matemática computacional evitando exigir un forzado desplazamiento a los tradicionales sistemas de representación gráfica (creados con otro andamiaje cultural, simbólico y científico) para resolver problemas del presente.

Estos nuevos procesos de generación geométrica, conjuntamente a los procesos híbridos intermedios y de transición desarrollados en los Talleres citados (basados en modelados gráficos directos de geometrías no euclidianas; NURBS; fractal; despliegues continuos bidimensionales de superficies tridimensionales; fold-unfold; tramados aleatorios; etc) no son más que la afirmación del distanciamiento contemporáneo sobre aquellas formas de racionalidad moderna que entendían la arquitectura solo a través de la estabilidad y rigurosidad modular tridimensional inscrita en el espacio cartesiano, construido con geometrías predominantemente euclidianas.

## Reconocimientos

MDPI - Maestría en Diseño de Procesos Innovativos (César Naselli; Ines Moisset de Espanes). Facultad de Arquitectura, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba-Argentina. MADPRO (Magister en Didáctica Proyectual). FACyD, Universidad del Bio-Bio. Concepción-Chile. Maestría en Arquitectura. FADU, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe-Argentina. FONDECYT 1080328 (Ubio-Bio/Chile); CAI+D09-Chiarella; (PACT: Nuevas Tecnologías)FADU-UNL/Argentina)

---

## Referencias

Bruscato, U; García Alvarado R. 2009. Nuevos Tiempos de Producción Arquitectónica. Revisión de tres experiencias de arquitectura y fabricación digital y sus implicancias profesionales (FONDECYT 1080328). Projectar 2009. Sao Pablo  
Chiarella, M; U. Bruscato; R. García Alvarado; M.E. Tosello; H. Barriá Chateau. Híbridos Digitales: talleres y videoconferencias internacionales sobre arquitectura digital. Proceedings SIGraDi 2007. México  
Chiarella, M. Unfolding Architecture. Laboratorio de Representación e Ideación (medios análogos-digitales). 2009. Tesis Doctoral ETSAB/UPC-BCN. España  
Chiarella, M. CAI+D05 Nº 015-097, FADU-UNL. 2005-2008. Santa Fe. Argentina  
Meredith, M.: Actar. 2008. From Control to Design: Parametric/Algorithmic Architecture. Actar. BCN. España