

SUPERFICIES PARAMÉTRICAS Y ARQUITECTURA: CONCEPTOS, IDEACIÓN Y DESARROLLO

Mauro Chiarella

Universidad Nacional del Litoral
FADU – Centro de Informática y Diseño
Ciudad Universitaria – Santa Fe – Argentina
<http://www.fadu.unl.edu.ar/cid>
chiarell@fadu.unl.edu.ar

Abstract

By incorporating parametric surfaces and spline entities into the shape modeling computer systems, new design and production graphic tools have been created in the conceptual and poetic field of architecture; thus allowing an intuitive approach to the fast production of complex shapes with a minimum amount of data and specific knowledge.

The analogous production systems (constrained by the material resources and constructive procedures present in the local existing technologies) are challenged by design and virtual simulation systems, suggesting new relationships between the architectural features and their representation: the creation of a symbolic and dynamic information space where the representation affects the identity of what is being represented.

Taking into account this current challenge mentioned above, we have decided to work in the mixture, without reciprocal exclusions or substitutions, proposing some work alternatives to approach the issue under discussion in the Architecture Workshop.

Key words: Design, Geometry, NURBS, Unfolding, Pedagogy

1. Geometría y arquitectura

Se enuncian algunas hipótesis de partida que intentan describir un estado de situación respecto del cual se sugieren transformaciones históricas en los medios en los que se relacionan: *geometría* y *arquitectura*. Éstas atraviesan los momentos de ideaación, desarrollo y producción arquitectónica.

- Lo *post-mecánico* convive con lo *pre-industrial*.
- Los sistemas de ideaación digitales desafían a los sistemas de producción análogos en poder concretar y materializar muchas de las ideas que se manifiestan virtualmente.
- Nuevas relaciones sobre lo arquitectónico y su representación. La creación de un espacio de información simbólico y dinámico donde la representación usurpa la identidad de lo representado.
- Redefinición de conceptos como *realidad*, *percepción* y *memoria*. Eclipsados por conceptos como *ciberespacio*, *cyberception* e *imagen de síntesis*.
- Los sistemas CAD-CAM-CAE redefinen las instancias de pre-figuración y representación de las disciplinas vinculadas al diseño. Condicionan y transforman procesos de fabricación y construcción, modifican su metodología operacional obligando a salir de lo estrictamente gráfico, ampliando horizontes.

2. Problemática

El avance vertiginoso de la informática en las últimas décadas, ha posibilitado trabajar a los arquitectos masivamente y de forma gráfica e intuitiva con representaciones matemáticas de geometrías tridimensionales como ser las superficies NURBS. Estas superficies orgánicas de formas libres definidas por curvas vectoriales han permitido abordar gráficamente la manipula-

ción de espacialidades complejas desconociendo la especificidad analítica de sus ecuaciones paramétricas.

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 las tecnologías post-mecánicas con las pre-industriales [1]. Convivencia mejor lograda en el campo del diseño industrial a través del desarrollo de sistemas CAD/CAM, stereolitografías, y retardada en nuestra disciplina con los agravantes de las limitaciones propias de los recursos de materialidad y procedimientos constructivos de las tecnologías locales existentes.

3. Superficies NURBS [2]

La incorporación de las superficies paramétricas y las entidades spline en los sistemas informáticos de modelados de formas ha supuesto la creación de una nueva herramienta gráfica que no solo cubre el vacío que ha dejado la geometría clásica, sino que permite una rápida generación de formas complejas con una mínima cantidad de datos.

Curvas Bezier, B-Spline y de Polígonos Continuos, fueron desarrolladas para construir versiones digitales de las líneas de diseño usadas para dibujar las secciones cruzadas de cascos de barcos, fuselajes de avión y diseños de la industria automovilística. La necesidad de establecer un riguroso control geométrico del trazado gráfico de líneas curvas con recorridos libres en la configuración de la forma de las naves y vehículos, derivadas de los respectivos estudios de aerodinámica e hidrodinámica, justi-

ficó ampliamente su desarrollo y utilización posibilitando una posterior aplicación al campo del diseño en general.

El diseño industrial las incorpora tempranamente atendiendo en sus diseños a un control más preciso en la ergonomía de la forma y posteriormente el diseño arquitectónico encuentra la solución a un problema de representación espacial que hasta ahora casi siempre se había tratado de una manera artesanal e intuitiva.

Actualmente, la mayoría de los programas de modelado 3D calculan representaciones matemáticas NURBS para construir modelos de superficies. Uno de los aportes más importantes para el diseño en general ha sido el posibilitar operar, controlar y diseñar con algoritmos que superan la complejidad de las ecuaciones cartesianas tradicionales realizándolo solo desde la gráfica y con un manejo intuitivo de la geometría. De esta manera se ha hecho posible para muchos diseñadores y estudiantes prescindir del conocimiento propio de las estructuras geométricas-matemáticas que las sustentan. Hecho que ha generado entre los estudiantes de arquitectura situaciones favorables en algunos casos y contraproducentes en muchos de ellos.

3.1. Adaptación inversa

Se conoce con esta denominación al proceso que, recuperando la tradición artesanal, parte de un modelo único esculpido por el diseñador para a continuación ser reproducido en serie por medios técnicos. Estos medios actualmente se componen de periféricos, ordenador, y programas CAD-CAE-CAM. Un digitalizador 3D recorre de forma automática la superficie del prototipo o maqueta a escala, según la trayectoria programada, almacena las coordenadas x,y,z de los puntos de la superficie. Un programa vectorizador transforma la nube de puntos en una superficie con geometría CAD. Posteriormente se genera la malla de elementos finitos CAE y tras efectuar muchas veces los cálculos resistentes por MEF, se realizan en CAD las correcciones oportunas que permitan un funcionamiento correcto. Por último se introducen los requisitos tecnológicos CAM que permitan programar las máquinas requeridas para fabricar los diferentes componentes.

En nuestro contexto y para una Arquitectura de bajo presupuesto es prácticamente imposible pensar en estos momentos recurrir a este proceso tecnológico. Aunque es posible recuperar el concepto. Una alternativa de trabajo sugerida es realizar el modelado digital tridimensional de nuestros modelos espaciales analógicos mediante la conversión de imágenes raster a vector mediante dos diferentes registros de información: a) el primero resulta de escanear en 2D el modelo físico y obtener imágenes pixelares que convertiremos a entidades líneas utilizando un vectorizador convencional (corel trace, etc). El archivo resultante lo importaremos en los programas convencionales de dibujo para construir la geometría 3D del modelo digital ; b) el segundo registro se realiza tomando imágenes con cámara digital del modelo analógico para importarlos luego a programas de tratamiento de imagen y reconstrucción tridimensional a partir de la generación de puntos y un cálculo basado en la ley de perspectiva cónica. Corresponden a los programas utilizados habitualmente en fotogrametría arquitectónica (por ej. Photomodeler).

Ambas alternativas se justifican en situaciones de complejidad formal de la geometría utilizada permitiéndonos un acercamiento

de los procesos físicos y virtuales de ideación a partir de la digitalización y vectorización de puntos que servirán en la generación de la geometría 3D por un modelador tridimensional.

3.2. Prototipado rápido

Permitir re-pensar cambios en una fase temprana del proceso de diseño, articulando la geometría resultante a una materialización deseada en rápidos y económicos modelos físicos es uno de los aportes que fundamentan la utilización por parte de los arquitectos de las herramientas de Prototipado Rápido empleadas por los ingenieros industriales.

Entre los diferentes tipos de prototipados diferenciamos las construcciones de piezas por capas sucesivas (2D) y directamente en el espacio (3D) y los clasificamos según el proceso de solidificación del material (líquidos polímeros solidificados por el impacto de un haz luminoso; capas unidas por fotopolimerización de placas de plástico semi-polimerizado; materiales en forma de polvo; láminas de material unidas mediante pegado; etc)

El Prototipado Rápido de papel construido por capas sucesivas, ofrece la posibilidad de efectuar en un tiempo relativamente corto y con un costo de desarrollo muy bajo, diversas pruebas de geometrías sobre el objeto de diseño, confrontando diferentes soluciones espaciales y acercando los procesos de búsquedas iniciales de los modelados virtuales de la idea, a la materialidad y construcción de la forma final resultante. [3]

La creación de los primeros prototipos conceptuales y la posibilidad de la manifestación física de la forma opera en el diseño industrial reduciendo costos y tiempo en la verificación de un producto evitando que el mismo llegue casi obsoleto al mercado, mientras que en la arquitectura se propone como un instrumento articulador de las fases virtuales y físicas del proceso de diseño influyendo directamente en el pensamiento gráfico arquitectónico.

3.3. Unfolding

Una alternativa de trabajo propuesta para un taller de arquitectura de una universidad pública caracterizado por una relativa movilidad y con diferentes niveles de informatización es el abordaje de técnicas de desarrollo y despiece de figuras geométricas en superficies 2D. Este método rápido, económico y accesible para muchos estudiantes permite mediante un plotter de corte o impresión de tinta y recortes manuales, recomponer en 3D las complejas sintaxis morfológicas (muy recurridas actualmente) en diferentes escalas de trabajo.

Rutinas de programación (autolisp en autoCAD), plug-ins de programas de modelado geométrico (Expander para Rhinoceros) y programas o utilidades de unfolding (TouchCAD; Form Z; 3D Canvas; Javaview) permiten, mediante la importación de modelos tridimensionales, el despliegue de las caras de los poliedros en superficies planas a la manera del tradicional arte japonés del Origami. Si bien existen varias utilidades y algunos programas poco específicos en el mercado que asisten al desarrollo de figuras 3D, cada uno tiene sus límites a la hora de importar archivos y geometrías no convencionales debido a que mucho de ellos fueron creados para necesidades complementarias al diseño industrial. Por ejemplo para permitir el desarrollo

de encuentros entre tuberías metálicas y accesorios industriales de baja complejidad formal. Es decir que solo permiten el desarrollo de superficies planas o de simple curvatura (cónicas, cilíndricas y tangenciales).

En el caso de las superficies NURBS (superficies de doble curvatura, por lo tanto conceptualmente no desarrollables) el despliegue de la complejidad de las formas alabeadas es posible a partir de la conversión a MESH. La triangulación de caras resultante al exportar modelos de superficies definidas por curvas vectoriales (NURBS) al tradicional modelado poligonal de los programas CAD (MESH), posibilita abordar el desarrollo de superficies alabeadas y de doble curvatura imposibles de proyectar sobre un mismo plano sin deformaciones. Esta conversión es muy sugerente a la hora de re-pensar la materialidad de la figura. La misma descompuesta en caras planas o superficies regladas permite especular sobre la construcción de la totalidad de la forma a partir de la sumatoria de las distintas piezas planares que la componen. Las mamparas de vidrio del museo Guggenheim de Bilbao y los desarrollos de estructuras tridimensionales de empresas como Bellpart-España, ejemplifican este concepto.

4. El taller de arquitectura

En el pensamiento gráfico arquitectónico, la geometría aparece habitualmente como soporte instrumental de la especulación proyectual. Los procedimientos geométricos se presentan como recursos de representación para la comprobación gráfica de la reflexión y la exposición de las ideas con la intención de construir un orden lógico, tanto en la representación como en la pre-figuración formal. La geometría aparece tradicionalmente tanto en las etapas iniciales como en las finales del proceso generativo del diseño operando como instrumento de orden y síntesis, reafirmando la definición de componentes tecnológicos y espaciales.

La incorporación de las superficies paramétricas a las tradicionales geometrías euclídeas se manifiesta en el taller de arquitectura como una necesidad de los estudiantes para abordar la manipulación de geometrías de formas libres en una marcada intención de asumir una espacialidad del presente o simplemente por una seducción ingenua de las posibilidades formales de los nuevos instrumentos de modelado digital.

Los sistemas de ideación digitales potencian las capacidades de pensamiento de los estudiantes hacia una dirección que los obliga a forzar muchas veces los sistemas constructivos tradicionales o a modificar los resultados gráficos para lograr una correcta materialización del proyecto arquitectónico.

En el Taller de Arquitectura la pedagogía debe asumir las tradiciones del oficio y participar de los impulsos de una época innovadora y cargada de desafíos. Ante la preocupación de una cierta utilización ingenua de los recursos digitales es que se propone definir unas estrategias que acompañen las exigencias del proceso heurístico y las expectativas proyectuales evitando que se constituyan en instrumentos autónomos en donde la representación usurpe la identidad de lo representado.

Asumiendo la metáfora de estar en el umbral entre dos épocas (industrial-informacional, analógica-digital, material-virtual) y el

desafío de los nuevos instrumentos conceptuales y operacionales que dispone nuestra disciplina, nos inclinamos a trabajar en la mixtura, sin exclusiones ni substituciones recíprocas a través de las alternativas de trabajo sugeridas para el abordaje de la problemática planteada desde el Taller de Arquitectura.

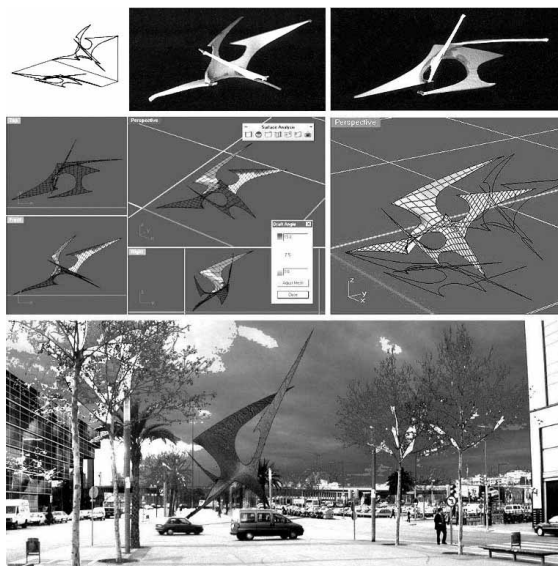


Figura 1. Izquierda: Adaptación Inversa por fotogrametría. Escultura Urbana – Estudiante: Paulo Chiarella

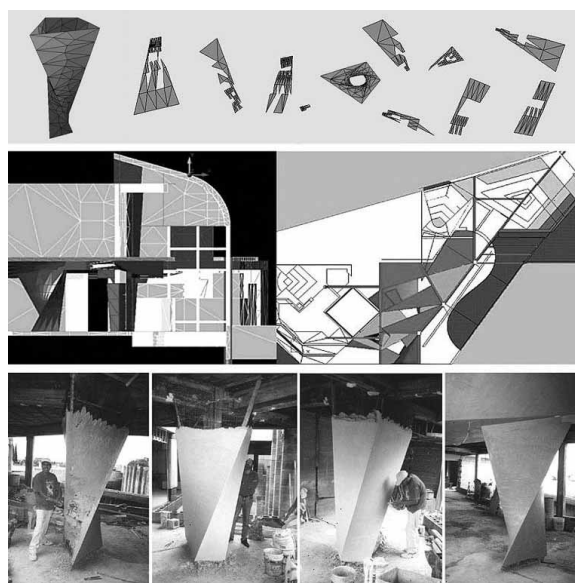


Figura 2. Derecha: Unfolding de superficies NURBS y construcción. Estudio de Arquitectura CHIARELLA y ASOC – Lamperti & Cia – Paraná 2001.

Referencias

1. Kolarevich, Branco. Digital to Material. Conferencia VII Congreso SIGraDI. Rosario 2003.
2. NURBS: acrónimo de Non-Uniform Rational B-Splines.
3. Maver, Tom. Digital Prototyping in the Architectural Design Studio. Libro de Procedimientos del VII Congreso SIGraDI. CIAD/FAPyD/UNR. Rosario 2003, 190-192.