

Diseño y manufactura digital

Horizontes en la práctica y enseñanza de la arquitectura

Claudio Labarca Profesor de la Pontificia Universidad Católica de Chile
Colaboración de Arturo Lyon Pontificia Universidad Católica de Chile

La implementación de tecnologías para el diseño y manufacturación asistidos por computador ha renovado los lazos entre diseño, proyecto y fábrica. Aunque se trata de prácticas en pleno desarrollo y evolución, ya es posible prever cómo esta integración puede modificar radicalmente la relación entre producto seriado y construcción.

La incorporación de nuevas tecnologías de representación digital a la enseñanza y producción arquitectónica están marcando en forma acelerada una diferencia en el ejercicio de nuestra profesión. Las herramientas de *hardware* y *software* disponibles, cada vez más potentes, económicas y fáciles de utilizar han empujado el paso del croquis y el collage manual al fotomontaje digital, de los lápices de colores al *mapping* de texturas digitales y, por supuesto, del tablero de dibujo al uso del computador. La Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la P.U.C. no se encuentra ajena a este hecho. En el contexto del proyecto MECESUP 2003¹ ha sido posible la incorporación de tecnologías CAD/CAM (*Computer aided design/computer aided manufacturing*) de última generación a la actividad docente y de investigación en cursos de pregrado de la nueva malla curricular de la Escuela de Arquitectura. La llegada de máquinas de corte CNC (*Computerized numeric control*), de prototipado rápido (*rapid prototyping*) y digitalización tridimensional (*microscribe 3D*) han permitido la creación del Laboratorio de imagen sólida², el cual formará parte integral del área de Representación y simulación digital. Se han abierto nuevas áreas de investigación en torno al diseño avanzado por computador, diseño de prototipos y manufactura digital. Estas tecnologías han sido intensamente usadas por la industria automotriz, aeronáutica, naval y de fabricación de muebles, como herramienta fundamental en los procesos de producción constructiva y de ensamblaje; un ejemplo paradigmático de la integración de este tipo de tecnología al proceso de creación y producción arquitectónica ha sido Frank Gehry, quien con la incorporación de técnicas de diseño de ingeniería reversa³ a través del uso de digitalizadores 3D y complejos programas de diseño e impresión tridimensional, plantea una nueva perspectiva de desarrollo y producción a partir del vínculo entre diseño, proyecto y fábrica (Lindsey, 2001).

Procesos y prácticas de diseño / Quizás uno de los cambios más significativos en nuestra sociedad ha sido la incorporación del uso de la tecnología digital y la computación. Las disciplinas como la arquitectura no han quedado fuera de este cambio. En Estados Unidos, ya en la década de los setenta, la incorporación del CAD (*Computer aided design*) en la práctica y procesos de producción arquitectónica había sido reconocido potencialmente como una forma de estandarizar la producción e industria de la construcción (Verebes, 2000). Veinte años más tarde, la incorporación de la modelación de sólidos (*ACIS technology*) a programas de modelación tridimensional, permitió rápidamente incorporar a la educación y práctica de la arquitectura nuevas técnicas de diseño digital, basadas en la construcción virtual del objeto arquitectónico. Hoy en día, la revolución digital se basa en la experimentación de otras formas de generación arquitectónica y el desarrollo asociado a la manufactura industrial. Las últimas metodologías de diseño digital implican la concentración en un proceso exploratorio e iterativo, el cual conlleva un trabajo de manipulación formal con herramientas de CAD y representación física automatizada a través de la incorporación de herramientas de control numérico y prototipado rápido (Verebes, 2000).

The growth of computer aided design and manufacturing technologies have renewed the links between design, project and building industry. Even though these are emerging realities, it is already possible to realize how this integration will radically change interaction between construction and mass production.

Del modelo digital al prototipo real / John Dewey (1859-1952), filósofo y psicólogo norteamericano, creador del *método experimental* de acción y reacción, estaba convencido que el ser humano aprende de sus propias experiencias. Las nuevas tecnologías digitales de modelación y fabricación permiten que un estudiante de arquitectura sea capaz de explorar y experimentar, libremente y de primera fuente, una aproximación a la construcción formal y material de la arquitectura (Labarca, Culagovski, Lagos, 2005). La experiencia propia de construcción del modelo virtual y su representación física a través de técnicas de prototipado rápido (estereolitografía) permiten testear de manera directa el objeto, generando una mayor comprensión del origen y concepción de la forma en términos geométricos y sus propias posibilidades constructivas. ¿Por qué prototipado rápido? Primero, porque la experiencia de aprendizaje visual de la representación física del objeto digital es, en sí, un reflejo vivo del paradigma actual: la nueva relación entre la creación digital y producción digital, *file-to-factory* (Kolarevic, 2003). Por otro lado, la posibilidad de visualizar y estructurar una relación directa entre métodos constructivos y simulación del comportamiento físico del total o de partes y piezas, también constituye una forma adicional de aprendizaje en la arquitectura. Por último, la posibilidad de estudiar nuevas modalidades formales complejas relacionadas a sus capacidades constructivas permite otro campo de desarrollo para la investigación arquitectónica.

Un ejercicio de expresión formal / Las posibilidades de impresión de la máquina de prototipado rápido *Stratassys BST (Breakable system technology)* que tenemos en la Facultad de la P.U.C. tiene gran capacidad para transferir la información digital del modelo al *ploteo 3D* del objeto tridimensional. La tecnología consiste en una impresión a inyección de dos tipos de resinas: una denominada *modelador*, la cual da la forma del objeto que se quiere obtener, y una segunda llamada *soporte*, que tiene como función actuar literalmente como un sistema de andamiaje que recibe la forma del objeto. Como una manera de experimentar la capacidad formal de impresión de prototipos de la máquina, con la ayuda de Arturo Lyon⁴, se hizo un ejercicio con el módulo de simulación dinámica del comportamiento de *pelos* en el software *Maya Alias Wavefront*, intensamente utilizado la industria del cine y animación. El ejercicio consistió en el dibujo de una serie de curvas *splines*, las cuales, al aplicárseles una serie de restricciones de movimiento, comienzan a generar un comportamiento aleatorio y formal (fig. 01). Para poder visualizar físicamente la forma del movimiento, se genera una superficie *nurb* a partir de las líneas en movimiento (fig. 02), el que posteriormente se renderiza cada 200 cuadros para obtener una serie de momentos formales del modelo, cada uno de ellos totalmente diferente entre sí (fig. 03). Generando un espesor a la superficie, el modelo es enviado a la máquina de prototipado rápido bajo el formato STL (estereolitografía), donde se imprimen cuatro estados diferentes, llegando a un grado de definición real de la forma digital con una precisión de 0,010 mm (fig. 04 a 06). ARQ

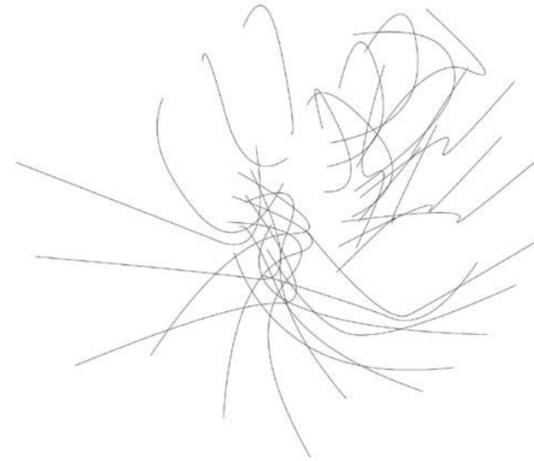
¹ Proyecto de mejoramiento de la calidad educacional superior - pregrado P.U.C.-2003.

² El concepto del Laboratorio de imagen sólida fue ideado por Cristián Alfero, profesor de las escuelas de Arquitectura y Diseño P.U.C., en el proyecto MECESUP 2003.

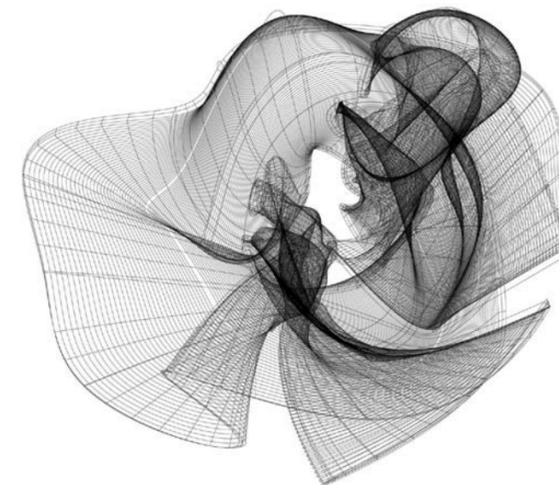
³ Ingeniería reversa o DFMA (*Design for manufacturing and assembly*) es una metodología de trabajo que permite un análisis sistemático del diseño de productos con el objetivo de reducir costos de fabricación y de ensamblaje, mejorando calidad y confiabilidad. Frank Gehry, con el

uso de *Catia* –software de diseño aeronáutico–, ha podido integrar procesos de simulación estructural durante las etapas iniciales del proyecto de arquitectura.

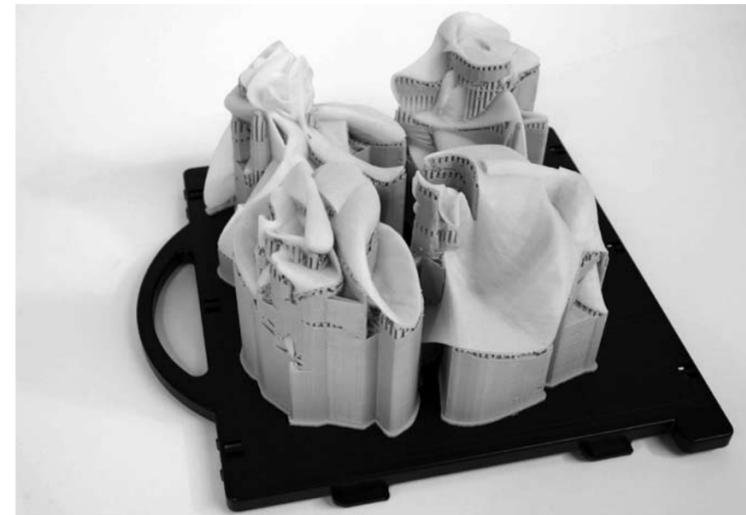
⁴ Arquitecto P.U.C. y estudiante de posgrado en el Design research laboratory de la A.A. en Londres.



01



02



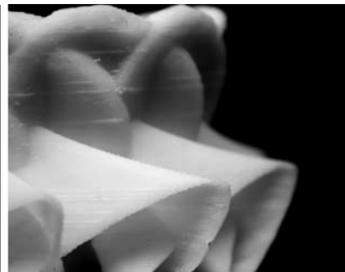
03



04



05



06

Bibliografía / Kolarevic, Branco (ed.). *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. Spon Press - Taylor & Francis Group, Nueva York - Londres, 2003. / Labarca, Claudio; Culagovski, Rodrigo y Danilo Lagos. *Nuevos territorios: el modelo digital como laboratorio de formas en la enseñanza de la arquitectura*. Ponencias SIGRADI 2005, Porto Alegre, 2005. / Lindsey, Bruce. *Digital Gehry*. Birkhauser Verlag, Basilea, 2001. / Verebes, Tom. "Innovation and Practice - Reconstructing the practice and product of architecture". *Architectural Review* N° 90, Sydney, 2004, pp. 101-105.

01 Vectores splines realizados en *Maya* aplicándoles un comportamiento y movimiento de pelos
02 Simulación vectorial y superficies *wireframe*: comportamiento de pelos (*Maya Alias Wavefront*). Estudio realizado por Arturo Lyon

03 Modelo con soportes retirado de la máquina. Se imprime sobre una superficie de 4 x 4". La capacidad máxima de impresión es de 4 x 4 x 12"

04 Detalle del modelo con soportes. La superficie gris actúa a modo de andamios para soportar el modelo final

05 Modelo estereolitográfico: la estructura del modelo (*modeler*) es soportada por una estructura de soportes (*support*). Máquina *Stratassys BST*

06 Modelo estereolitográfico final sin soportes. Máquina *Stratassys BST*