

Hacia una nueva transición en la era digital, en la modelización y representación arquitectónica

PEDRO JESÚS VILLANUEVA RAMÍREZ
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN
UAM-XOCHIMILCO
E-mail: pvilla@correo.xoc.uam.mx

Palabras clave:

Diseño y Dibujo Asistido por Computadora
Ingeniería Asistida por Computadora
Generaciones de la tecnología
Análisis por Elementos Finitos
Simuladores digitales
Realidad virtual

Key words:

computer-aided Design and Drafting
computer-aided Enginerring
technologically-generated
finite elements analysis
digital simulators
virtual reality

Resumen

La evolución de la computación gráfica y en particular las tecnologías Computer Aided Design and Drafting (CADD) y de presentación han sido tan amplias que actualmente son herramientas esenciales en cualquier campo del conocimiento. La arquitectura ha adoptado estas herramientas para la realización de modelos arquitectónicos bidimensionales y tridimensionales, así como de presentación de imágenes digitales realistas, estáticas y dinámicas; sin embargo, ya es tiempo de que la tecnología CADD en el campo de la arquitectura realice una transición hacia un apoyo real al diseño arquitectónico, incluyendo todas las variantes que intervienen en el proceso de un proyecto.

Abstract

The evolution of computer graphics, specially the technologies of Computer Aided Design and Drafting (CADD) and of rendering have such progress that they are now essential tools in almost any field of knowledge. Architecture has adopted such tools for the development of bi-dimensional and tri-dimensional architectural models, including presentation of static and dynamic realistic images. But it is now time for the CADD technology applied to architecture to make another transition towards a real support to the architectural design, including all the variables implied in the design process.

Así como se habla de diferentes generaciones en la era de la informática, en la tecnología CADD se puede realizar también una analogía en la cual se clasifiquen los programas computacionales CADD por generaciones, de acuerdo con su desarrollo y evolución, sobre todo, si consideramos que esta tecnología ha llegado a ser de primordial importancia en la realización de proyectos arquitectónicos, a tal grado que ha cambiado la manera como la arquitectura es concebida y utilizada. Este

logro de los programas computacionales CADD no ha sido fácil, ya que ha tomado varios años producir una manera apropiada de conceptualizar y reproducir el espacio arquitectónico, entre otros factores. Hace 25 años existían muchas dudas respecto a las ventajas de utilizar el CADD bidimensional: la pregunta recurrente era cómo un conjunto de geometrías digitales (círculos, líneas, arcos, etcétera) y sus posibles modificaciones podían mejorar el proceso arquitectónico. El modelo tridimensional fue todavía más difícil de ser aceptado por los arquitectos. Si bien, varios programas computacionales ya manejaban herramientas de geometría tridimensional, exclusivas para el dibujo arquitectónico y las herramientas de presentación, aunque limitadas, ya existían, muchos despachos de arquitectura preferían emplear

artistas e ilustradores para diseñar las imágenes fotorrealistas.

Hoy día, los software CADD han cumplido su cometido como herramientas de dibujo, pero es necesario que continúen su evolución para emplearlas como herramientas de diseño arquitectónico y, más todavía, vincularlas con el software Computer Aided Enginerring (CAE) para lograr la conexión de los tres factores primordiales que intervienen en el diseño arquitectónico integral: el diseño arquitectónico, diseño y análisis estructural, así como el proceso de construcción.

LAS GENERACIONES DEL CADD

La primera generación del CADD se presentó prácticamente en la década de los sesenta, al surgir en Estados Unidos la infografía con aplicaciones en las industrias automotriz, aeronáutica y espacial. En los setenta, el CADD empieza a ser utilizado por algunas firmas de arquitectura de manera limitada, tanto técnica como económicamente, ya que éste sólo contaba con herramientas bidimensionales o tridimensionales muy limitadas (la llamada dos y media dimensiones) con un costo promedio de 100 mil dólares.

La segunda generación se da cuando la tecnología CADD incorpora algoritmos de modelado tridimensional (alámbrico, de superficies y de sólidos), ya sea de manera genérica (primitivas 3D como esferas, cajas, conos, tiroides, superficies pline, NURBS, etcétera), o mediante objetos paramétricos relacionados directamente con la arquitectura (muros, losas, trabes, columnas, puertas y

ventanas). Sin embargo, la presentación arquitectónica, la mayoría de las veces, se realizaba a nivel bidimensional, utilizando diferentes software: Photoshop, Illustrator o coreldraw. Conforme las técnicas de presentación 3D fueron evolucionando (aplicación de materiales, luces locales y globales, perspectivas y matizado), las imágenes pasaron de simples representaciones caricaturizadas a presentaciones digitales estáticas por medio de imágenes fotorrealistas o dinámicas mediante animaciones y panorámicos. Gracias a la posibilidad de esta segunda generación, varias firmas de arquitectura en el mundo lograron visualizar sus proyectos arquitectónicos, sin que éstos fueran todavía materializados. Por ejemplo:

1. La firma Rafael Viñol and Architects con sus proyectos Samsung Cultural Education and Entertainment Center (Seúl, Corea) y Tokio Internacional Forum (Japón), en los cuales se utilizó Alias, Photoshop y AutoCAD en el proceso de dibujo digital (figura 1).

2. La firma Pelli and Associates desarrollaron de manera digital el proyecto arquitectónico Las torres del bosque en la ciudad de México, auxiliándose del AutoCAD, para los dibujos y Accurender para el renderizado (figura 2).

3. Los proyectos Boston Edison Customer Sales and Demonstration Suites y Five Cambridge Center Lobby Renovation, ambos construidos en Boston, Massachussets, fueron proyectados a través de los software ARRIS, Integra TBT y Photoshop (figura 3).

4. El Centro Internacional de Artes de Singapur fue diseñado con la ayuda del Microstation Triforma (figura 4).

Actualmente, la tercera generación tiende hacia dos vertientes. La primera se ha enfocado al software CADD, que auxilia en el proceso total arquitectónico por medio de un modelo paramétrico integrado del edificio: desde la captura del boceto, pasando por la creación de la maqueta tridimensional digital, hasta la posibilidad de controlar el presupuesto y mantenimiento de la obra arquitectónica en construcción. Programas como Archicad, Microestacion Triforma, Architectural Desktop, Autodesk Viz, Autodesk Revit, Arris, Form-Z, Datacad, Point Line, Maya WaveFront, entre otros, son ejemplos con los que se puede realizar el proceso arquitectónico, sin embargo, la manera como se utilizan varía según los objetivos y filosofía de cada arquitecto. Por ejemplo, algunas firmas de arquitectura como la holandesa NOX que elaboró el proyecto del hotel New Palace en Noordwijk, Holanda (1997), una torre en forma de torbellino en espiral (figura 5); Jerde Partnership que diseñó el proyecto Miramar, Taiwan, consistente en una estación de trenes compuesta por una cúpula multiusos, aparentemente sin ningún apoyo, cuyo interior tiene la forma de un cascarón de



Figura 1
Rafael Viñoly Architects. Samsung Cultural Education and Entertainment Center (Riera, 1996:29).



Figura 2
Cesar Pelli & Associates. Del Bosque (Riera 1996:51).



Figura 3
ADD Inc. Boston Edison Customer Sales and Demonstrations Suites (Riera, 1996:33).

huevo; e inclusive despachos de arquitectos jóvenes como Eisenman Aassociates, TF Hamzah and Yang y Kart Chu con su arquitectura biónica apuestan por la mutación de maquetas tridimensionales digitales a las de simuladores digitales que, aunque no se han desarrollado del todo, permiten guiar al usuario en el desarrollo



Figura 4
ADD Inc. Five Cambridge Center Lobby Renovation (Riera, 1996:135).

del proyecto arquitectónico y se convierten en las musas del proceso, incorporándose a un vaivén digital entre una fase y otra.

La otra vertiente del proceso digital total es la que permite injertar diferentes técnicas: los dibujos a mano alzada, las maquetas tradicionales u otras soluciones gráficas como las digitalizaciones de las mismas, pervirtiendo positivamente el proceso y convirtiéndolo en un híbrido digital. Dentro de esta variante se encuentran los proyectos realizados por Frank Gehry que utiliza la realización de maquetas tradicionales para, una vez digitalizadas, dejar que la computadora siga el proceso.

Otro gran arquitecto de esta filosofía es Erick Owen Moss, miembro de la escuela de Los Ángeles y compañero de Frank Gehry, cuya obra arquitectónica más destacada es *The Green Umbrella* (1998-1999, Los Ángeles, California), concebido gracias al empleo de Maya Alias WaveFront (figura 6).

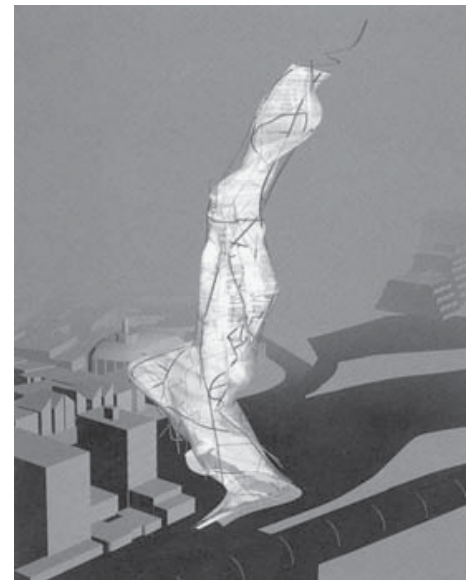


Figura 5
NOX Beachness, Noordwijk
Una vez atrapado, el torbellino en espiral de burbujas se convierte en una torre de configuración totalmente nueva (Steele, 2001:146).

Para desarrollar la forma compleja de la cubierta de vidrio de este proyecto se tuvieron que realizar muchos modelos tridimensionales, así como las simulaciones correspondientes, apoyándose en gráficas realizadas a mano.

LA VINCULACIÓN DE LA TECNOLOGÍA CADD Y CAE

El desarrollo de las tecnologías CADD no ha sido aislado e independiente; de igual forma, las tecnologías CAE han tenido un desarrollo preponderante. El software CAE permite realizar el análisis y comportamiento de diferentes elementos, por ejemplo, un ingeniero puede utilizar estos programas computacionales para probar el diseño de componentes estructurales en diversas condiciones de carga. Una de las herramientas de cálculo de la tecnología CAE más utilizada es el análisis de elemento finito (Finite Element Analysis, FEA). En éste se sustituye la estructura continua del elemento real a analizar por una estructura digital semejante, compuesta por un número finito de partes discretas, conocidas como elementos, las cuales se conectan entre sí en cierto número de nodos obteniendo con esto una malla de alambre. De esta manera, es posible determinar una relación entre las fuerzas actuantes en los nodos y sus desplazamientos, a través de ecuaciones de cálculo de energía, los cuales muestran gráficamente, por medio de una gama de colores, las zonas de mayor o menor esfuerzo o deformación.

En los últimos años, las tecnologías CADD y CAE han sido integradas para auxiliar en los procesos de diseño arquitectónico, estructural y de construcción, tres campos del conocimiento imprescindibles en el desarrollo de un proyecto arquitectónico estético, funcional, estable y económico.

Frank Gehry está considerado como uno de los pioneros en el uso de herramientas CAE para integrar dichos procesos. Desde el proyecto de la escultura en forma de pez para la Villa Olímpica de Barcelona (1989-1992) hasta The Experience Music Project en Seattle, Washington, (1995-2000), el equipo de trabajo de este arquitecto ha utilizado el software Computer Assistent Three Dimensional Interactive Application (CATIA). Aplicaciones tridimensionales interactivas asistidas por computadora de la empresa IBM, para la realización de todos sus proyectos. El auditorio de Disney, Los Ángeles, California y el museo Guggenheim de Bilbao, España, son las obras más representativas de este género (figura 7).

Otro importante arquitecto, que acaba de terminar la Ópera House de su natal Valencia, es Santiago Calatrava, quien cuenta con gran experiencia y conocimientos de estabilidad estructural y de arquitectura biónica, así como de arquitectura digital híbrida; además maneja magistralmente la realización de maquetas tradicionales que sirven de apoyo en el análisis

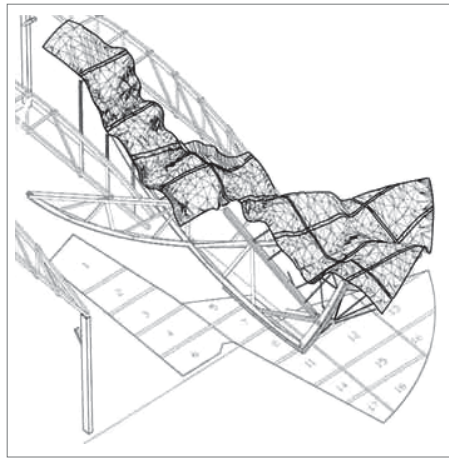


Figura 6
Eric Owen Moss: Green Umbrella, Los Ángeles.
A pesar del arduo proceso de definición y desarrollo, algunas piezas de la cubierta de vidrio se tuvieron que realizar manualmente en el autoclave, cuando todavía estaban calientes, para prevenir su rotura (Steele, 2001:185).



Figura 7
Frank Gehry: Auditorio Disney.
La yuxtaposición entre el espacio cerrado de la sala y la envolvente reveló los puntos más importantes del ajuste (Steele, 2001:124).

del diseño arquitectónico, estructural y de construcción de sus obras, de las cuales la más representativa es La Ciudad de las Ciencias de Valencia, España (figura 8).

Al buscar la vinculación entre el ser humano y el ser cibernético, Toyo Ito con su lírica de las



Figura 8
Santiago Calatrava. Museo de las Ciencias y observatorio. <http://wanadoo.es/~janthkm/valencia/valencia4/ciencias.html> (García, 2002).

metáforas cibernéticas ha conceptualizado su propia filosofía en su proyecto más destacado: la Mediateca de Sendai, Japón, un edificio de siete pisos dedicado a albergar una biblioteca, una galería de arte e instalaciones para audiovisuales e interactivos. Los siete pisos que semejan los discos flexibles de almacenamiento computacional estarían soportados por 13 columnas en forma de ramas de árbol, pero al ser analizadas estructuralmente por un simulador digital, se observó que las formas de las columnas prácticamente serán imposibles de ser materializadas. Gracias al CAE, Toyo Ito y su equipo de trabajo optaron por columnas de dimensiones variables en forma de canastas de bambú (figura 9).

La Terminal 5 del aeropuerto de Heathrow, en Londres, consta de una gran estructura de concreto reforzado. Para el análisis de la planeación de las diferentes etapas de construcción, el soporte logístico y el comportamiento estructural de la terminal 5, se realizó un prototipo tridimensional digital utilizando el software I-DEAS.

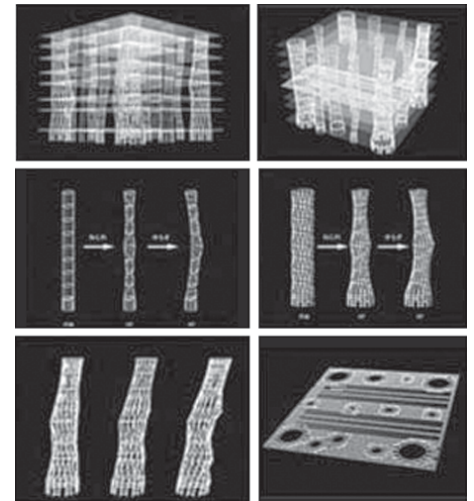


figura 9
Simulación en computadora del análisis estructural de la mediateca de sendai del Arq Toyo Ito realizado por Mutsuro Sasaki (ESasaki Structural Consultants).



Esta decisión, permitió al equipo LAING O´ROURKE un ahorro de 200 mil dólares en tiempos de ingeniería, cantidades de material, programas y trabajo durante los primeros cinco días de construcción.

Aunado a estos ejemplos, vale la pena mencionar algunos proyectos arquitectónicos relacionados con las estructuras antisísmicas de gran altura: Las Torres Petronas (Malasia, 1996) de 450 m de altura; la torre internacional en San Petersburgo, Rusia, de 400 m de altura; las propuestas de las ciudades verticales como la torre Millenium (Tokio, Japón) de 800 m de altura o la torre biónica (Shangai, China) con una altura de 1220 m sobre el nivel 0 y 200 m por debajo de éste, los cuales, sin la ayuda de la tecnología CAE serían prácticamente imposibles de materializar.

EL FIN DEL DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADORA

La segunda vertiente de la tercera generación CADD son los simuladores digitales, que continúan siendo expresiones subjetivas de la realidad, ya que con sus herramientas de modelado bidimensional y tridimensional no son capaces todavía de representar el diseño arquitectónico como una respuesta automática en la elaboración de proyectos, y con ello responden a una amplia gama de soluciones para el diseño arquitectónico.¹

Durante varios años, diferentes investigadores se han dado a la tarea de lograr una tecnología computacional capaz de crear los medios óptimos para la simulación del diseño arquitectónico. Entre los más destacados se encuentran los enfocados a la construcción de bloques inteligentes (Intelligent Building Blocks), que pueden describir la estructura geométrica tridimensional con que serán construidas. A continuación se mencionan algunos de estos trabajos:

1. *The Building Block* de Robert Aish (Unidad de Investigación ABACUS, School of Architecture and Building Science at the University of Strath Clyde, Glasgow, 1982). Este trabajo fue el pionero de una investigación más amplia que incluía figuras geométricas de construcción más complejas. Dicha investigación se desarrolló en la Universidad de Exsex, Inglaterra, y fue integrada a un software que manejaba el funcionamiento del edificio, el cual demostró que las formas y configuraciones totales de un edificio podrían ser modeladas físicamente.

2. El Proyecto MERL Blocks de James L. Frakel está basado en una estructura de 98

bloques que semeja un edificio. Dicha estructura, una vez digitalizada, se matiza (se realiza un render), de tal manera que un modelo virtual² recobra la estructura del edificio original transformando los bloques en colores y formas con lo que da coherencia a la estructura (figura 10).

3. El proyecto Universal Constructor de John Frazer, uno de los investigadores más revolucionarios, quien junto con su equipo de trabajo han desarrollado varios kits de construcción computacional (CCK, por sus siglas en inglés) para una gran variedad de aplicaciones a los modelos y diseños arquitectónicos.

4. Pierre Pellegrino, Daniel Coray y otros autores han propuesto, en el libro *Arquitectura e informática*, concebir el diseño arquitectónico asistido por computadora (aprenderlo y entenderlo) como se hace cuando se

² El termino realidad virtual es empleado actualmente en el ámbito informático para describir diferentes situaciones relacionadas con la explicación de un fenómeno real, sin embargo a diferencia de un simulador gráfico digital, la realidad virtual busca la inmersión de la realidad, implicando con ello una modificación de la manera de concebir lo percibido, teniendo la posibilidad de crear un nuevo concepto del fenómeno real.

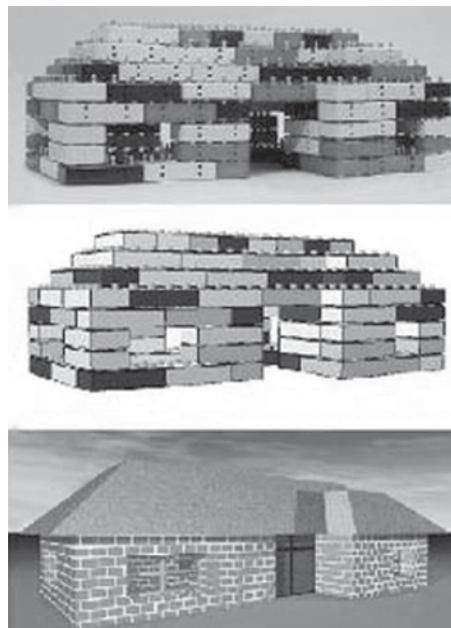


Figura 10
Los bloques de MERL [7, 6]: una estructura de bloque física que abarca 98 bloques y los renderings del modelo virtual se recuperaron de la estructura, una literal y una interpretada. El render literal que rendía aplicaciones asoció formas y colores para rendir los bloques. El modelo virtual se aumenta automáticamente para la representación interpretada.
http://www.um.u-tokyo.ac.jp/publish_db/1997VA/

aprende un idioma; es decir, por medio de preguntas y respuestas lograr una interacción entre el diseñador y la computadora. Basada en una estructura de grafos y una interfaz adecuada, con el apoyo de la semiología (un medio en el que el arquitecto cuestiona su proyecto) y de las matemáticas, los autores apuestan por una explicación de las reglas que presiden la elaboración del proyecto arquitectónico mediante la formalización, que resulta ser el medio idóneo para esquematizar el proceso arquitectónico.

CONCLUSIONES

Esta breve retrospectiva de la evolución de la tecnología CADD nos permite comprender la importancia que ha tenido en el campo de la arquitectura en la era digital, desde sus inicios como herramientas de dibujo bidimensional y tridimensional, pasando por la obtención de imágenes fotorrealistas estáticas y dinámicas, hasta la arquitectura virtual. Sin embargo, esta tecnología hoy día ha cumplido con creces su objetivo inicial y ha llegado a una etapa en la que es necesario que realice una transición hacia el diseño arquitectónico asistido por computadora, incluyendo todos los elementos que intervienen en su proceso.

Para lograrlo, es necesario, sobre todo en México, que los profesores e investigadores de las escuelas de arquitectura se comprometan en el manejo de esta nueva tecnología, no sólo como usuarios, sino como investigadores que puedan desarrollar una tecnología CADD que vaya de acuerdo con el arquetipo mexicano, lo cual es posible, si tomamos en cuenta que esta nueva tecnología apenas inicia su desarrollo y evolución.

BIBLIOGRAFÍA

Óscar Riera Ojeda, 1996, Lucas H. Guerra, *Hyper-Realist (Computer Generated Architectural Renderings)*, RockPort Publishers Inc, EUA.

James Steele, 2001, *Arquitectura y revolución digital*, Gustavo Gili, España.

Philip Jodidio, 2005, *Architecture Now*, Tashen.

Yuichi Suzuki, 1997, "De lo ecléctico a la fusión", *Revista internacional de arquitectura*, TOYO ITO, Núm. 2.

Hyden Cate, 2004, "Laing O´Rourke", *Revista CONCRETE*, Enero.

Computational Construction Kits for Geometric Modeling and Design, Archivo PDF.

<http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~saul/601.56.puis/marks-paper2.pdf>

Pierre Pellegrino, Daniel Coray y otros, 1999, *Arquitectura e informática*, Gustavo Gili, Básicos, España.

¹ Una tecnología de diseño arquitectónico real podrá ser aquella que sea capaz de analizar las diferentes variantes de propuestas de diseño y dar soluciones reales a éstas.