

Incorporación del diseño y fabricación digital a la arquitectura: docencia y práctica profesional

RESUMEN. El diseño computacional y la fabricación digital están teniendo una influencia importante en la forma de pensar, diseñar y producir arquitectura, resultando en cambios sustanciales dentro de la profesión y las escuelas de arquitecturas. Dichas transformaciones empezaron a germinar, de manera directa, en la llamada "Revolución Digital" de los años noventa, la cual abrió una nueva rama de discurso y reflexión para la arquitectura del siglo XXI. En esos años se formularon, mediante textos y proyectos, preguntas sobre cual sería "the new architecture" [1] y, sobre todo, se abrieron de forma espontánea distintas líneas de trabajo, en escuelas y despachos profesionales, que comenzaban a introducir las nuevas herramientas digitales al discurso arquitectónico. Este artículo trata de investigar sobre cuales fueron las claves que dieron pie en esos años a transformaciones teórico-prácticas de los despachos y escuelas de arquitectura y, por otro lado, poner en práctica un modelo de estudio para la arquitectura, al servicio de estudiantes, arquitectos, académicos, investigadores y otros profesionales donde se permita reconceptualizar la arquitectura desde el uso y desarrollo de tecnología computacional y de fabricación digital aplicada al diseño arquitectónico.

PALABRAS CLAVE: Tecnología, diseño computacional, fabricación digital, docencia.

ABSTRACT. Technological breakthroughs, computational design and digital fabrication, are influencing the way we think, design and produce architecture. These transformation sprouted up through the so called « Digital Revolution » of the nineties. During that decade, many texts and projects started to formulate questions around « what form would have the New Architecture ?» [1], and above all, architecture studios and schools established new research strategies and methodologies concerning the introduction of digital tools into the architectural discourse. Therefore, our research focuses, in one hand, on those key issues which gave rise to theoretical and practical transformation of professional studios and architecture schools and, on the other, to implement an academic model for architectural research, which allows students, architects, academics, researchers and other professionals to revise architecture production, through the use and development of computational technology and digital fabrication applied to architecture design and practice.

KEYWORDS : Digital tools, technology, computational design, digital fabrication, school of architecture, design studios.

Manuel Gutiérrez de Rueda García

Universidad de Sevilla
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Av. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla
mgr@us.es
637753214

José Pérez de Lama Halcón

Universidad de Sevilla
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Av. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla
perezdelama@us.es
649142511

Juan José Olmo Bordallo

Universidad de Sevilla
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Av. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla
jmlaulhe@gmail.com
699354421

José María Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos

Universidad de Sevilla
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Av. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla
jmlaulhe@gmail.com
6544797468

Biografía

Manuel Gutiérrez de Rueda García es Arquitecto por SCI-ARC, Los Angeles, Master en Diseño Arquitectónico Avanzado (AAD) por GSAPP en la Universidad de Columbia, Estados Unidos, y Director del Centro de Innovación y Diseño y del Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, y profesor del Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas de la Universidad de Sevilla. Actualmente trabaja en el desarrollo de su tesis doctoral sobre transformaciones en la arquitectura a través del diseño computacional y la fabricación digital.

José Pérez de Lama Halcón es doctor en Arquitectura, profesor del Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas y Director Adjunto del Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Entre 2001 y 2011 ha sido miembro del equipo hackitectura.net, dedicado a investigar las relaciones entre arquitectura, espacio público, tecnologías de la información y la comunicación, y cultura libre.

Juan José Olmo Bordallo es Arquitecto licenciado en 2008 en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, miembro del grupo de investigación del Centro IND de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, coordinador del proyecto de innovación docente FabLab_Transversal y becario en el centro de Innovación y Diseño de la ETSA Sevilla. Actualmente trabaja en el desarrollo de su tesis doctoral sobre ecología mental, social y ambiental y fabricación digital.

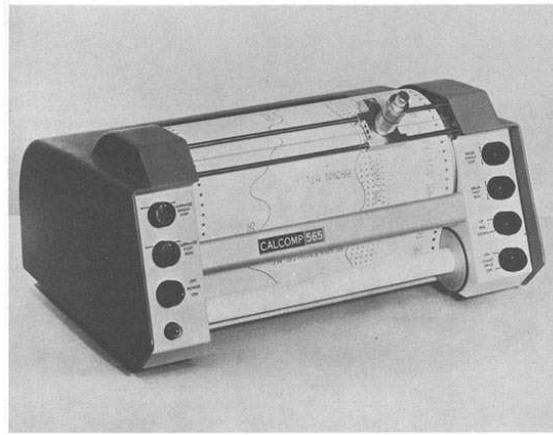
José María Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos es Arquitecto, Máster en Ciudad y Arquitectura Sostenible por la Universidad de Sevilla y Asistente Honorario adherido al Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas. En la actualidad colabora en el grupo de investigación del Centro IND de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla y trabaja en el desarrollo de su tesis doctoral sobre la influencia de la biopolítica en la configuración territorial contemporánea.

Incorporación del diseño y fabricación digital a la arquitectura: docencia y práctica profesional

Introducción.

En los años noventa se produjo una transición en el discurso arquitectónico que influyó directamente tanto en la forma de entender la arquitectura como en la forma de enseñar en las propias escuelas, las cuales comenzaron a sufrir transformaciones en la reorganización de su profesorado, de sus espacios y posteriormente de sus planes docentes. Todo el movimiento (me atrevería a añadir también *de confusión*) teórico, discursivo, instrumental, e incluso institucional de esos años no era más que el lógico y necesario reajuste y acoplamiento del nuevo fenómeno de cambio, cuyas consecuencias, según vemos hoy, se está convirtiendo en el discurso dominante de vanguardia, transformando radicalmente la producción arquitectónica de nuestros días [2].

La aparición espontánea y masiva de material informático en algunas escuelas norteamericanas provocó una reacción polarizada. Esta electrolisis no solo estimuló la eterna dicotomía entre digitófilos y digitófobos[3] sino que, para algunos, se interpretó quizás como intrusión tecnológica mas que como transición gradual provocada por mejoras en los instrumentos de representación. Se pensaba en intrusión desde esa entrada anárquica y no legislada de las nuevas tecnologías en las escuelas de arquitectura, incluso desde esa forma, quizás poco argumentada, de asumir la evolución de procesos tecnológicos como ajenos a nuestra sociedad e incluso creyendo que son cosas raras, inapropiadas o inservibles[4]. Sin embargo, en los años 90, otro grupo de arquitectos, profesores y estudiantes cultivaban la transición tecnológica desde puntos de vista menos reaccionarios. Por un lado, se asumía la tecnología digital y las herramientas de producción arquitectónica como algo natural y espontáneo (tenemos ordenadores, están aquí y tenemos que usarlos) desvelando ese lado amable, casi de amigo de la infancia que ha evolucionado con nosotros, (como el ploter recién nacido que ha crecido a nuestro lado y hoy miramos con nostalgia) **fig.1 y 2**. Y por otro lado, también se apelaba a la responsabilidad que tenemos, como docentes e investigadores, de crear mecanismos que regulen esa intrusión, abracen esas nuevas maneras-saberes y permitan desde la reflexión, la crítica y la experimentación el



1. CalComp model 565, 12-inch drum plotter.

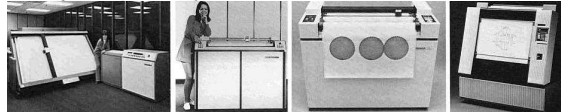


Fig 1. CalComp Company, 1959-61. Primer plotter del mercado. Modelo 565, 12-inch drum plotter.

Fig 2. Catalogo comercial de la empresa CalComp Company que muestra la evolución desde los años 70 al 83 de las impresoras de trazado.

acercamiento afable de las nuevas herramientas digitales a la docencia y a la profesión. Al hablar de la influencia de las *nuevas herramientas* y procesos digitales nos referimos a la irrupción en la arquitectura de la tecnología CAD/CAM (cad en el diseño y cam en la fabricación), la cual desde los años 90 han tenido y están teniendo hoy bastante relevancia, no solo en el plano productivo, sino también en el teórico, el socio-cultural, el profesional y sobre todo el académico, **fig. 3**.

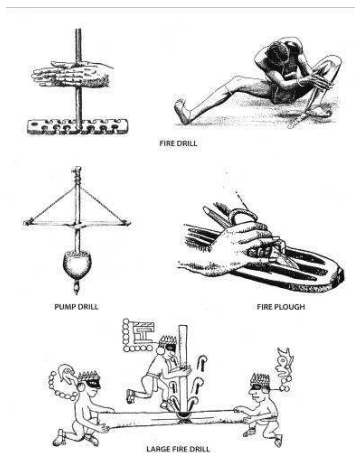


Fig.3 Las técnicas modernas de fabricación digital son versiones automatizadas de técnicas antiguas. Kiel Moe. "Automation Takes Command". Refabricating Architecture.Princeton Architectural Press, 2010

Los inicios de la tecnología CAD/CAM surgieron por separado y, en ese momento, nadie imaginaba la posible fusión de ambas ni la repercusión económica que dicha fusión tendría. En la industria, el origen del CAD (Computer Aided Design) se le atribuye a Ivan Sutherland [5], en 1961 con su trabajo sobre el *sketchpad*. Un lápiz dibujaba gráficos en la pantalla y a partir de ahí quedaba digitalizado, permitiendo hacer zoom, borrar, e incluso guardar como. Aún solo se entendía el cad como herramienta de representación grafica, sin relación con la industria de producción y manufacturación. Otro ejemplo destacable sería el DAC-1, comercializado en 1964 por General Motors. Este curioso acrónimo (diseño argumentado por la computadora) correspondía a un software que ya podía dibujar los modelos en axonométrica, incluso mover y rotar volúmenes, **fig.4 y 5**.



Fig.4 Ivan Sutherland "Sketch Pad". 1961-63 MIT Museum. PhD. "Sketch Pad: A Man Machine Graphical Communication System"

Fig.5 DAC-1 Systems: Design Argumented by Computer. General Motor Headquarter 1959-Released 1964

Por otro lado la tecnología CAM (Computer Aided Manufacture) comenzó tras la segunda guerra mundial, en 1947, de la mano de John Parson y con la colaboración de la empresa de armamento estadounidense Lockheed y el MIT. La primera es una máquina de control numérico "NC" (numeric control) que Parson dedica para procesos automátats y repetitivos de piezas idénticas [6] para los bombarderos y helicópteros del ejército. Parson patenta el aparato controlado por motor, **fig.6**, que es la base de las *computer numeric control machines* (maquinas controladas numéricamente por el ordenador o CNC) y en 1952 se presentó la hidrotel, una fresadora de 3 ejes cuya finalidad era fabricar repetitivamente piezas metálicas para armamento.

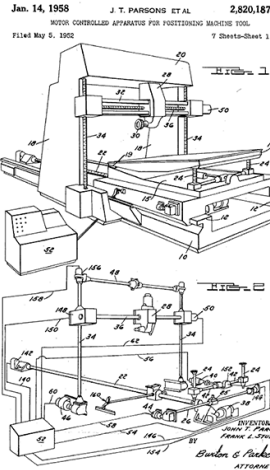


Fig.6 John Parson. Diagramas de su Patente. Máquina controlada numéricamente. Motor Controlled Apparatus.

Tras avances en solitario, la aparición del microprocesador de los 70 y el ordenador personal de los 80 permitieron fusionar ambas tecnologías, introduciendo el bajo coste en la industria y el diseño personal.[7]

Una cronología general nos puede servir de guión para entender mejor el índice de alcance de este matrimonio tecnológico, **fig.7**. Dichas tecnologías se establecen en la industria en los sesenta. Treinta años después (durante la década de los 90) la arquitectura se hace acopio, transformando sus procesos de diseño y construcción. Justo en el cambio de siglo, las escuelas de arquitectura incorporan cad/cam en la docencia y cinco años más tarde críticos, grupos editoriales e importantes canales de

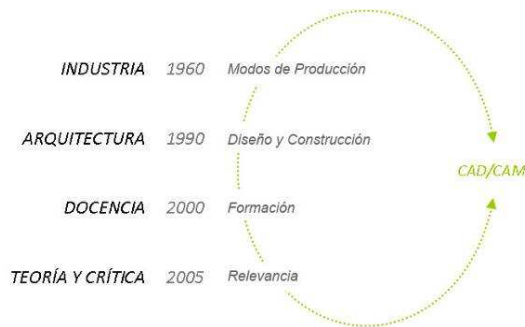


Fig.7. Diagrama cronológico de la incorporación de las herramientas CAD/CAM en las distintas areas de producción arquitectonica. Manuel Gutiérrez de Rueda. 2009

divulgación teórica en torno a la arquitectura y los nuevos procesos digitales comienzan el baile masivo de publicaciones y relevancia mediática alrededor de este campo, que continua hasta nuestros días.

Este viaje cronológico, tan acelerado como exponencial, de las tecnologías cad/cam en los últimos 50 años, ha permitido coser las principales áreas sobre las que se apoya el ejercicio de la arquitectura. CAD/CAM está aunando los modos de producción industrial, la concepción y diseño, la fabricación e industria de la edificación, la docencia y los medios de divulgación teórica y crítica, en un modelo teórico-productivo que comparte las NTIC (Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación) como herramienta de desarrollo en la arquitectura. Aparecen por lo tanto cambios sustanciales que afectan a la histórica relación entre representación y producción, **fig.8**, superando la escisión [8] entre ambas, ya que disponemos de la misma información para representar que para construir, a través de procesos file-to-factory (del fichero a la fabrica). Esto permite que los procesos descriptivos y constructivos del diseño sean más complejos y directos, ya que la información puede ser extraída, intercambiada, utilizada y actualizada con mayor velocidad, eficiencia y precisión.

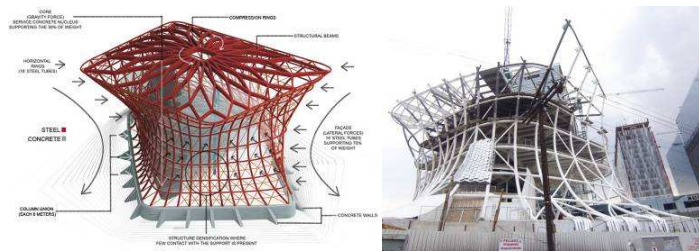


Fig.8 Museo Soumaya, Mejiro DF, Mejiro (2005) LAR/Fernando Romero. Representación CAD del diagrama estructural y obras en construcción a partir de producción CAM.

Posiblemente sea esta habilidad de generar la información directamente para la construcción a partir de la información del diseño lo que este definiendo los aspectos de cambio mas profundo en la arquitectura contemporánea [9].

2. Transición instrumental. CAD/CAM y Arquitectura de los 90.

A partir de los noventa contamos con una amplia variedad de proyectos que hicieron uso de las tecnologías cad/cam. En solo una década los resultados fueron concluyentes, demostrando la diversa aplicación de herramientas y nuevos procesos en el diseño y la construcción, la diferentes escalas de uso de dichas tecnologías y, muy importante, la evolución del know-how de las técnicas de diseño y fabricación digitales, junto con la cada vez mayor aceptación cultural de dichas tecnologías en el ámbito social, profesional y académico.

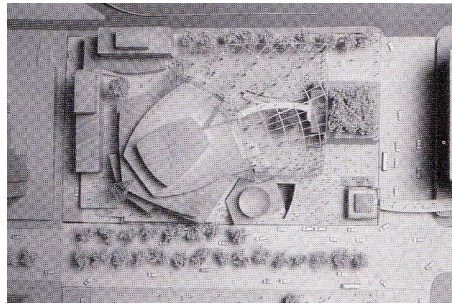


Fig.9 Walt Disney Concert Hall. Frank O. Gehry. Propuesta inicial presentada al concurso, 1988.

El caso del Walt Disney Concert Hall de Frank O. Gehry es de especial interés por su característica espacio temporal. La duración de quince años (empieza en 1988 y termina en 2003) le convierte en el proyecto que mejor mapea la interesante transición de lo analógico a lo digital, resultando en importantes cambios en el propio diseño del edificio. Para el concurso de 1988 se presenta una propuesta de superposición de cajas y algunos decoros de mayas y alambres, dado que, el estudio de Frank G. no contaba con ordenadores en ese momento, **fig.9**. Pero gracias a la tecnología acústica del Dr. Toyota y tras infinidad de pruebas se determina que el espacio interior curvo sería más efectivo para la acústica. Gehry toma nota y comienza el desarrollo seriado de deformaciones manuales de maquetas para “reflejar las curvaturas en el exterior”. Tras modificaciones en el proyecto y la preocupación de Lillian Disney por la estética de alambres, cables y chapas que daba fama a Gehry en esos años, se decide que los muros curvos se realicen en piedra. Con el fin de demostrar, en la Bienal de Venecia de 1990, que la construcción de esos muros curvos era posible, construyen una maqueta a gran escala para poder usar el brazo digitalizador y posteriormente pasarlo a CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) cuyo modelo digital (CAD) se llevaría a Italia para trabajar con maquinaria industrial CNC (CAM) de las canteras (asi empezaron los primeros pasos de cad/cam en la arquitectura) y fresar

los muros en piedra. Sin embargo, llegado a este punto el laborioso y costoso proceso de desarrollo de todo el proyecto hace cuestionar la viabilidad de la propuesta. A la complejidad formal y constructiva del diseño se unieron problemas de financiación y la carencia de conocimientos y medios digitales para resolverla. Finalmente, solo se aprueba el parking, se para el proyecto y no se activaría hasta más tarde en 1999.

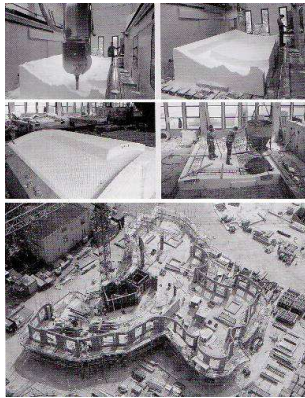


Fig.10 Fresado CNC de los moldes para formar los módulos de hormigón en fachada. Torres Zöllhof, 2000.

Durante esos años Gehry continua su experimentación con la tecnología CAD/CAM en otros proyectos, confiado que algún día la evolución tecnológica le permitiese construir el Walt Disney Concert Hall. Es oportuno añadir que nunca un parón de obras como este ha sido tan celebrado por el arquitecto. Con esta obra parada y las tecnologías cad/cam evolucionando en paralelo, F. Gehry recibe una serie de encargos en los que pone en práctica la tecnología emergente. El "Fish" de Barcelona, 1992, lo usa de entrenamiento formal y tecnológico para demostrarse así mismo que el Walt Disney Concert Hall estaba en la dirección correcta. Durante estos años Gehry también ensayó, a una escala mayor, con el Nationale Nederlanden, Praga 1996, el Museo Guggenheim de Bilbao en 1997 y con las Torres Zöllhof, Düsseldorf, Alemania 2000^[10], antes de reanudar el proyecto para Lillian Disney, **fig.10**.

Justo al final de la década, Bernhard Franken realiza dos pabellones para BMW que ponen de manifiesto la rápida evolución de dichas tecnologías. Primero el Pabellón Burbuja de 1999, donde propone la simulación digital de fusión de dos pompas y posteriormente descomponer su fabricación en dos partes íntegramente digitalizadas: la estructura de aluminio y el acristalamiento, usando la cortadora de plasma y la fresadora de moldes respectivamente, que permiten fabricar la estructura y termoformar los paneles acrílicos curvos. El segundo es el Dynaform, 2000,

fig.11, el cual introduce el concepto de *instancia* mediante una retícula tridimensional y tras un proceso de deformación desde fuerzas de campo externas. Se considera el primer edificio con estructura de membrana tensada dirigida, gracias al diseño y fabricación en 3d en acero de componentes específicas para tensar y dirigir la membrana piel.

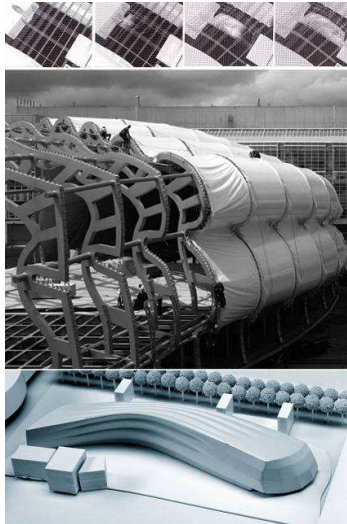


Fig.11 Bernhard Franken BMW “Dynaform” Pavilion. IAA. Frankfurt. Alemania 2000

Ya entrados en el nuevo milenio, la diversidad de proyectos que incorporan la tecnología cad/cam en sus procesos de diseño y fabricación es mucho mas amplia y empieza a consolidarse como herramienta de producción arquitectónica no solo para edificios de geometrías complejas con presupuestos elevados, sino también para proyectos mas reticulados con presupuestos mas reducidos. Desde edificios de vivienda colectiva como el “Porter Condominium” en Manhattan, del estudio Shop en 2003, **fig.12**, hasta las propuestas para viviendas unifamiliares como la “Digital House” de Bell Travers en 2007 y la “Loblolly House” de Kieran & Timberlake en 2009. **fig. 13.** Además, arquitectos como Rem Koolhaas, Alvaro Siza y Soto de Moura hacen acopio de estas tecnologías para desarrollar parcial o íntegramente sus diseños, como la Biblioteca Publica de Seattle 2004, o el Pabellón para la Galería itinerante Serpentine en Londres en 2005. Mas alla de las posibilidades de crear proyectos con geometrías complejas y formas sugerentes, como el pabellón (efímero) que Zaha Hadid realiza para Channel en 2007, el cual esta íntegramente diseñado para su fabricación en componentes (incluso vidrios) y su posterior ensamblaje en obra, lo realmente trascendente es ver como el arquitecto es poseedor (por primera vez) de los modos de producción de esa arquitectura que piensa y diseña.

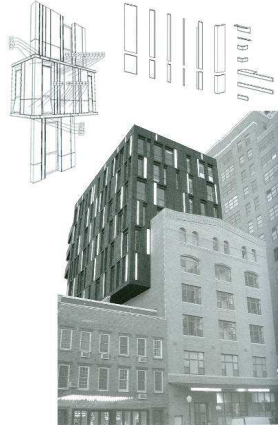


Fig.12 The Unit. Despiece de la unidad básica para su fabricación. Complexity and Customization: The Porter House Condominium. <SHOP Arch.> MeatPacking District, Manhattan NY. 2003

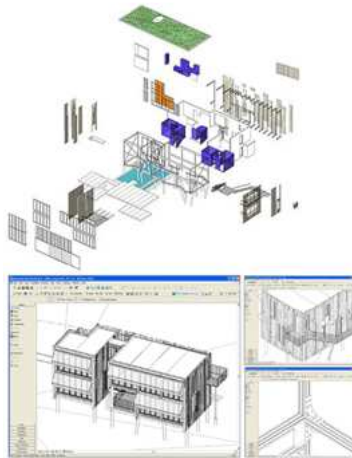


Fig.13 Loblolly House. Stephen Kieran & James Timberlake Taylor's Island. Maryland 2009. Diseño y fabricación digital en 4 módulos: Estructura, núcleos de servicios, paneles arriostrantes (verticales y horizontales) y frente acristalados.

Por ejemplo el uso de tecnología cad/cam para recuperar las zonas devastadas por el huracán *Katrina* en Nueva Orleans, Luisiana, **fig.14**. En este proyecto de investigación llevado a la practica llamado “*Your House*”, los estudiantes del MIT diseñaron un módulo habitacional estándar, económico y de rápida ejecución al que se le adosa uno de los cuatro frentes de fachada típicas de las tradicionales *shotgun houses* americanas. Según el tipo de condado o barrio, el propietario podría elegir un tipo determinado de estética para su fachada. Lo nuevo ya no es lo formal sino todo el sistema de producción. La idea detrás de este proyecto es llevar a cada una de las parcelas al arquitecto, el material, la maquina de fabricación y el cliente. Allí, en el plazo de una semana toda una casa puede se ensamblada a gusto del propietario.



Fig.14 YOUR HOUSE. MIT Design Lab for “Shotgun” Housing. New Orleans, Luisiana 2007

Por lo tanto, la era digital nos esta proporcionando, además de nuevas formas construidas, un vinculo directo entre lo que diseñamos y construimos “file to factory”. Es posiblemente esta digitalización de la información lo que fusiona y hace converger al diseño y la construcción, lo que resulta en un mayor control del arquitecto en todo el proceso. Si se integra el diseño, el análisis, la manufacturación y ensamblaje, aparece la oportunidad de reorganización de la disciplina. Arquitectos, ingenieros, fabricantes y constructores participan de la misma manipulación digital y los mismos procesos.

Parece oportuno reflexionar sobre la importancia que tiene esta integración de los nuevos procesos de diseño y producción en nuestra disciplina, para intentar arrojar luz sobre cual sería el nuevo papel del arquitecto. El pensamiento científico, por definición, nunca pone freno a la evolución tecnológica y sería arriesgado postularse, a favor o en contra, del avance exponencial de las herramientas digitales, las cuales siguen un curso evolutivo muy acelerado que será difícil detener. Sin embargo, si el arquitecto forma parte, o no, de esa evolución no creo que sea la cuestión mas importante en estos momentos, ya que aun imagino (por poco tiempo) una arquitectura capaz de transitar tangencialmente alrededor de esta nueva ola tecnológica sin entrar de lleno en ella. Pero pronto los arquitectos tendremos que asumir el establecimiento de algunos de los nuevos procesos productivos como practica cotidiana y, para entonces, tendríamos

que tener hecho los deberes. No se trata de establecer dogmas ni de construir marcos teóricos universales, mas bien de formular algunas preguntas, tan evidentes como complejas, que deben resolverse cuanto antes para no caer en “simples revisiones descriptivas de la tecnología”^[11] ¿Es necesario instruir a jóvenes arquitectos sobre la reconfiguración de sus funciones y capacitaciones? ¿Debemos formarles según los cambios de modelos de producción arquitectónica? y sobre todo, ¿Como se academiza?, ¿Es necesario?.

Quizás ha llegado el momento de plantearse un examen a esta nueva condición desde varios puntos de vista. Una posible aproximación sería desde la reflexión que hace Ole Bouman (director del NAI), donde explica los tres motores de la arquitectura: los despachos, los medios y las escuelas,:

...“Schools produce architects. Architects produce architecture and Media produces its cultural relevance, which in the end attracted new generations to go to architectural schools again”... [12]

Estos tres canales reúnen suficiente complejidad para estudiar a fondo el proceso de transformación. Además, si hablamos de academizar un proceso de integración para la producción arquitectónica debemos analizar el cambio desde lentes que permitan comprender todas las dimensiones, es decir: los modos de producción y posible cambio del modelo económico, los argumentos y marcos teóricos que dan relevancia y sirven de apoyo a la producción arquitectónica y también la reorganización de las estructuras docentes, sus espacios y herramientas, que finalmente acaban formando a los futuros arquitectos.

Las escuelas ya no solo producen arquitectos sino que también producen arquitectura y relevancia arquitectónica. Mediante laboratorios de fabricación digital y nuevos espacios, los estudiantes piensan, diseñan, fabrican y construyen arquitectura que posteriormente se divulga por los medios, generando al mismo tiempo debate y reflexión, lo cual da relevancia a dicha producción. **Los despachos** no solo producen arquitectura sino que son colectivos multidisciplinares de jóvenes talentos que experimentan nuevas formas y conceptos, donde algunos acaban formándose en otras áreas específicas (ecología, sostenibilidad, diseño paramétrico, programación, audiovisuales,...etc.) los cuales acaban funcionando como escuelas. Además los despachos también cuentan con líneas editoriales y redes digitales de difusión mediática encargadas de divulgar su arquitectura y darles sentido y relevancia. **Los medios** no solo divulgan sino que, además, miran al exterior para así recoger, de la conciencia colectiva, las reflexiones y discursos arquitectónicos. Son cazadores de ideas que posteriormente formara al lector, son escuelas sin muros y despachos al descubierto cuyo contenido tiene una influencia notoria en la era de la información. Deben de ser relevantes ellos mismos construyendo relaciones

entre la obra arquitectónica construida, la experimentación e investigación de las escuelas y el discurso teórico correspondiente.

Una primera aproximación, por lo tanto, podría ser la creación de plataformas para el estudio, investigación y producción de la arquitectura, basadas en modelos *únicos e integrados* que formen a profesionales, produzcan arquitectura y divulguen discursos que de relevancia a la arquitectura producida.

3. Aproximaciones desde el Centro IND.

Desde su incipiente creación el Centro de Innovación y Diseño_IND, de la ETS de Arquitectura de Sevilla, está promoviendo una aproximación al hecho arquitectónico desde cuatro campos de acción/reflexión, con el objetivo de crear un sistema integral que incluye el uso habitual de estas nuevas tecnologías. Con el fin de promover el conocimiento integral de la influencia de estas nuevas herramientas digitales en la arquitectura se establece el centro IND como plataforma de estudio desde la Teoría, el Diseño, la Producción y la Docencia. Si bien los 90 fueron los años de la revolución digital, parece oportuno desplegar cartografías históricas que permitan a los alumnos explorar el origen y evolución de estas tecnologías. Nos interesa perfeccionar los vectores de transmisión de los nuevos saberes contemporáneos, es decir, acercarnos al conocimiento arquitectónico desde diferentes canales y lentes.

Aproximación teórico-reflexiva:

El marco teórico se genera de dos modos. En primer lugar mediante la formación continua, fomentada desde asignaturas de libre configuración como EL Yo Ciborg y La Ciudad Red: Habitares Digitales y Tectónica Digital, **fig.15**, impartida por los profesores D. José Pérez de Lama y D. Manuel Gutiérrez de Rueda, en la que se establecen las conexiones entre lo instrumental y el marco teórico. En segundo lugar mediante cursos de formación específica avanzada. Los talleres FabLab, **fig.16**, son workshops, generalmente impartidos por formadores externos, donde se ponen en práctica temáticas de vanguardia. Aunque siempre existe el objetivo final de la producción, cada uno de estos talleres explora alguno de los conceptos que se están investigando actualmente en todo el mundo en torno a estas nuevas tecnologías. Conceptos como “emergencia” o “inteligencia material” han sido tratados y llevados a un esquema de producción con un éxito considerable.



Fig. 15 .Proyecto Capsulas de espacio urbano. El Yo Ciborg y la Ciudad Red. 2006/2007. Alberto Germá Yerga e Inmaculada Angulo Sánchez.



Fig. 16 .Jeroem Van Ameijde y Alumnos desarrollando los primeros prototipos sobre el concepto de sistemas emergentes a partir de componentes simples con lógicas de crecimiento implícitas, durante el FaLab04: Robocoops.

Aproximación a la transferencia tecnológica:

Desde el Centro IND se considera esencial la incorporación de proyectos I+D+I de las empresas a nuestro sistema integrador, ya que no hay que

olvidar que estamos hablando de nuevos sistemas de producción. Desde esta perspectiva, se han elaborado talleres como el FabLab03 y FabLab05 en los que se introduce una visión integral del proceso de diseño-prototipado-fabricación. En segundo lugar se ha establecido una estrategia de colaboración con diferentes nodos industriales, con el fin de difundir y asesorar al sector productivo sobre estas nuevas tecnologías, así como testear la viabilidad real de dichos sistemas. Dentro de este marco se inscribe el primer “Sesienta 2010, Concurso Nacional de Ideas para el diseño Industrial de mobiliario en el siglo XXI y objetos de nuestro Habitat”, con la empresa CEMT, Consorcio Español de Muble Tapizado, **fig. 17a y b**, así como diversas colaboraciones con instituciones de otros campos, como la establecida con el Departamento de Cirugía Plástica y Grandes Quemados del H.U Virgen del Rocio de Sevilla.

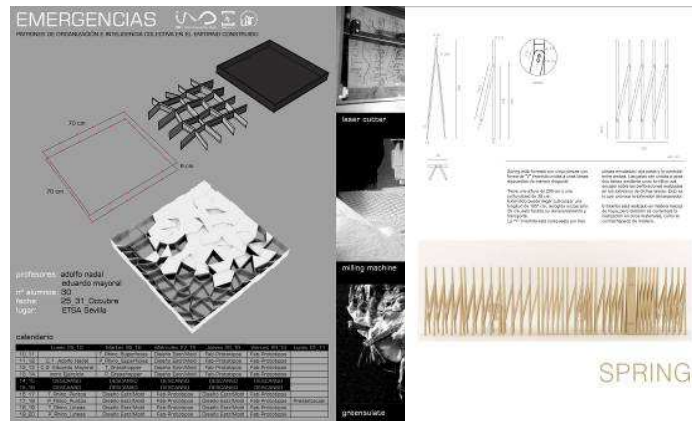


Fig. 17 a)Proceso de Fabricación de un panel aislante Greensulate, mediante moldeado con Fresadora CNC. Eduardo Mayoral y Adolfo Nadal, b) Panel Primer Premio Concurso Sesienta.

Aproximación al proyecto arquitectónico:

La irrupción de nuevas tecnologías en la arquitectura ha sido posible gracias a su inmediata aplicación al proyecto arquitectónico. Desde los años 90 los nuevos procesos de producción digital han estado muy presente en la obra construida y esto ha le ha podido conferir a las nuevas herramientas cierta confianza, inesperada por muchos, la cual ha permitido su incorporación afable a nuestra profesión. Esta aproximación, por lo tanto, permite la aplicación de procesos digitales en la práctica del ejercicio proyectual, donde se tratan temas de diseño y lógicas de construcción junto con el trabajo colaborativo de agentes de la edificación (estructuras, instalaciones, costes, planificación de obra, diseño...etc). Este modelo, intenta imitar los trabajos colaborativos BIM (Building Information Modeling) el cual centra la colaboración profesional y la transferencia de TICs en su eje principal para

alcanzar eficiencia y precisión en el diseño y construcción. Más allá del carácter puramente instrumental, algunos de los talleres FabLab sitúan al proyecto arquitectónico como tema principal de aplicación de las herramientas de diseño y fabricación digital. El taller FabLab 07: Anatomías Paramétricas, impartido por Sara Gutierrez Armesto, parte del software paramétrico como piedra angular del diseño de estructuras complejas aplicadas a las estructuras y cerramientos de edificios en altura, **fig. 18**.

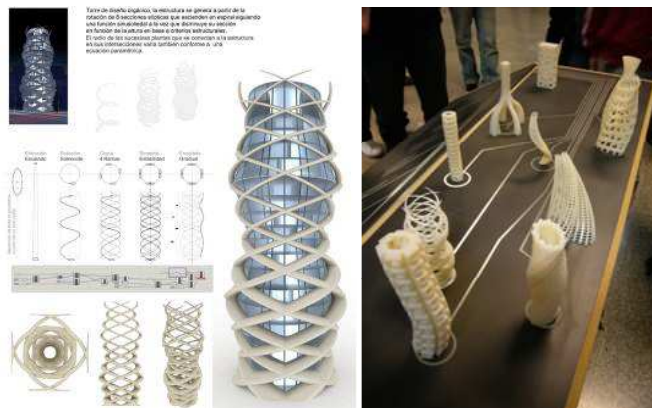


Fig.18 Una de las propuestas desarrolladas durante el taller FabLab07 y Prototipos impresos en 3D. Resina fotosensible.

Aproximación a la Docencia:

Aunque durante el primer año, la inclusión en la docencia ha sido de forma puntual, mediante los talleres antes descritos, el Centro IND de la ETS de Arquitectura de Sevilla ha puesto en marcha este año una experiencia piloto con el fin de trasladar estas experiencias a la docencia regular del título de arquitecto. FabLab_Transversal (Proyecto de Innovación y Mejora Docente financiado por el I Plan Propio de Universidad de Sevilla), explora el potencial de aplicación de las tecnologías CAD/CAM en la docencia regular mediante la inclusión de un ejercicio teórico-práctico. De este modo, no solo se ha introducido como práctica habitual, sino que además se está explorando el potencial de estos nuevos sistemas de diseño/aprendizaje para crear redes de conocimiento entre distintas disciplinas arquitectónicas. Actualmente están participando en FabLab_Transversal asignaturas pertenecientes a casi todos los departamentos de la ETS de Arquitectura de Sevilla. **fig.19**

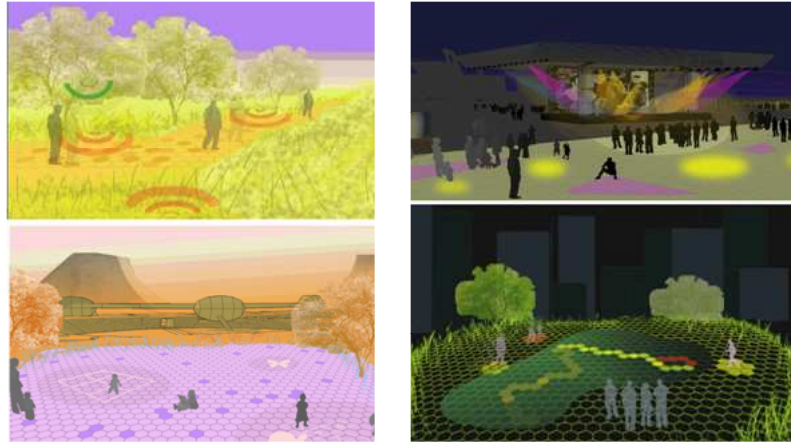


Fig.19 Asignatura de Libre Configuración. José Pérez de Lama Halcon y Manuel Gutiérrez de Rueda G^a. YCCR 2006/07. Proyecto de parque y plaza digital, Arturo Jimenez y Borja Baños.

Notas

¹ Michael Speaks, prologo del libro *Earth Moves. The Furnishing of Territories*. Bernard Cache MIT, 1995. Plantea una búsqueda de lo nuevo "The New" como característica principal de la huida del deconstructivismo hacia nuevos modelos de discurso arquitectónico. What form of forms would have the New Architecture?

² Mario Carpo evidencia el firme avance de la tecnología digital como la primera oleada de progreso tecnológico en la historia reciente. "Revolucion 2.0", A.V. N° 124, 2009

³ Dejemos de centrar el discurso de la tecnología en la simpleza de los términos "papanatas tecnocráticos y tecno-bufones cascarrabias", y centrémonos en desarrollar perspectivas amplias, críticas y de acción sobre la realidad tecnológica, económica y socio-cultural de lo que está pasando en estos momentos. W. J. Mitchell, E-topia, "La marcha de las mega-redes", pag.16. MIT, 1999

⁴ ...as Gilles Deleuze states, "any technology is social before is technical". Kiel Moe. "Automation Takes Command". Refabricating Architecture. Princeton Architectural Press, 2010.

⁵ Tesis Doctoral en MIT 1963. "Sketchpad: A Man-machine Graphical Communications System."

⁶ Las CNC empezaron fabricando piezas idénticas como en la era de la "Reproducción Mecánica", sin embargo, la oportunidad de reproducir automáticamente piezas no-estandarizadas, amplía las posibilidades de variación y

seriación. Ver Bernard Cache (Objectile) *Towards a Non-standard Mode of Production*, en Phylogenesis, Actar, 2003 y en Time –Based Architecture, 010, 2005

⁷ “CAD/CAM está considerada una de las fuerzas tecnológicas y económicas mas importantes en los procesos industriales y productivos del momento”. Nick Callicott. *Computer-Aided Manufacture in Architecture*. 2001.

⁸ W. J. Mitchell cree resuelta la escisión histórica entre el diseño tradicional más cercano a Alberti o Brunelleschi (*disegno*) o el propuesto por Galileo que parte de procesos matematicos. W. J. Mitchell “The Death of Drawing” *UCLA Architectural Journal*, N2 1989, p. 66, UCLA, Los Angeles. CA

⁹ Kolaveric, Branko: “Digital Fabrication: From Digital to Material”. SIGRADI 2000 Conferences. *Constructing the Digital Space*. IV Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital Rio de Janeiro, 25, 26, 27 y 28 de Noviembre 2000 Faculdade de Arquitectura e Urbanismo Universidade Federale do Rio de Janeiro. Brasil.

¹⁰ Las torres Zollhof fue el ultimo proyecto q realiza antes de reanudar el W. Disney Concert Hall. Los avances en cad/cam ya permiten, además de fabricar moldes de doble curvatura, automatizar los procesos de montaje con numeración de los 355 paneles de hormigón.

¹¹ Nick Callicot en su libro “*Computer Aided Manufacture in Architecture-en busca de lo nuevo*” explica como los avances tecnológicos son generalmente interpretados y asimilados por la sociedad. No debemos hacer “una simple revision descriptiva de la tecnologia, que resulte en un desconocimiento integral debido a una transferencia directa e incompleta de los procesos y herramientas”

¹² Ole Bouman. ensayo “*New Brief for Architecture*” en Volume N°1, ARCHIS, AMO y C+Lab. NY. 2005

Bibliografía

Libros

Daniel SCHODEK. et Ali. *Digital Fabrications. Architectural and Material techniques*. 2009. Princeton Architectural Press, New York.

Bernard CACHE. *Earth Moves: The Furnishing of Territories*. 1995. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Michael Speaks Ed.

Branko KOLAREVIC. *Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing*. 2003. Spon Press. Taylor & Francis Group, Barcelona.

Neil LEACH, David TURNBULL, Chris WILLIAMS. *Digital Tectonics*. 2004. Wiley-Academy, Chichester, UK.

Nick CALLICOT. Computer Aided Manufacture in Architecture: The pursuit of Novelty 2001. Architectural Press. Oxford, UK.

Preston SCOTT COHEN. Contested Symetries and other Predicaments in Architecture. 2001. Princeton Architectural Press, New York.

Robin EVANS. The Projective Cast: Architecture and its Three Geometries. 2000. MIT Press, Cambridge, MA.

Stephen KIERAN y James TIMBERLAKE. Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction. 2010. Mc Graw-Hill. New York, NY.

Roberto CORSER. Fabricating architecture. Selected readings in digital design and manufacture. 2010. Princeton Architectural Press. New York, NY.

Neil LEACH. Designing for a Digital World. 2002. Wiley-Academy. Chichester, UK.

Lisa IWAMOTO. Digital Fabrications. Architectural and Material techniques. 2009. Princeton Architectural Press. Princeton Architectural Press.

Dennis DOLLENS. De lo Digital a lo Analogico. 2002. Gustavo Gili. Barcelona.

Antoine PICON. Digital Culture in Architecture. An introduction for the design professions. 2010. Birkhauser, Basel, Switzerland.

Neil GERSHENFELD. Fab. The coming revolution on your desktop-from personal computers to personal fabrication. 2005. Basic Books. Princeton Architectural Press.

Sanford KWINTER. Architecture of Time. Toward a Theory of the Event y Modernist Culture. 2002. MIT Press. New York, NY.

William J. MITCHELL. e-topia. "vida urbana, Jim; pero no la que nosotros conocemos". 2001. Gustavo gili, Barcelona.

Manuel DE LANDA. Intensive Science & Virtual Science. 2002. Continuum, London.

Elisabeth GROSZ. Architecture from the Outside. Essays on Virtual and Real Space. 2002. MIT Press. Cambridge, MA.

Stan ALLEN. Practice: Architecture Techniques + Representation. 2009. Routledge. Taylor & Francis Group. Abingdon, Oxfordshire.

Michael HENSEL, Achim MENGES and Michael WEINSTOCK. Emergent Technologies and Design. Towards a biological paradigm for architecture. 2010. Routledge. Taylor & Francis Group. Abingdon, Oxfordshire.

Yu-Tung LIU and Chor-Kheng LIM. New Tectonics. Towards a New Theory of Digital Architecture: 7th Feidad Award. 2009. Birkhäuser. Basel.

Mario CARPO and Frédérique LEMERLE. Perspective, Projections & Design. Technologies of Architectural Representation. 2008. Routledge. Oxon, UK.

Jane BURRY and Mark BURRY. *The New Mathematics of Architecture*. 2010. Thames & Hudson. London.

FOA's Ark. Alejandro ZAERA POLO-Farshid MOUSSAVI. *Phylogenesis*. 2003. Actar, Barcelona.

Robert E. SOMOL. *Autonomy and Ideology. Positioning the avant gard in america*. 1997. The Monacelli Press Inc. New York, NY.

Bernard TSCHUMI & Irene CHENG. *The State of Architecture at the Beginning of the 21st Century*. 2003. The Monacelli Press, Columbia books of Architecture. New York, NY.

Articulos

Greg LYNN, 1993. *Architecture Curvilinearity: The Folded, the Pliant and the Supple*, en: AD Architectural Design N°102, *Folding in Architecture*, Academy Group, Great Britain. p. 8

Greg LYNN, 1996. *Blobs or Why Tectonic is Square and Topology is Groovy*, *Tectonic Unbound: Kernform & Kunstform*, en: ANY Magazine N°14, NY

Greg LYNN, 1997. *From Body to Blob*, en: ANYBODY Book, ed. Cynthia Davison, AnyBody Corporation, NY

Ignasi de SOLA-MORALES, 1997. *Cuerpos Ausentes*, en: ANYBODY Book, ed. Cynthia Davison, AnyBody Corporation, NY

Mario CARPO, 2009. *Revolucion 2.0, El Fin de la Autoria Humanista*, en: *Arquitectura Viva* N°124, Madrid.

Ole BOUMAN, 2005. *Unsolicited Architecture*, en *VOLUME Magazine*, Archis+AMO+CLb+MIT, Columbia University. NY.

Peter EISENMAN, 2004. *Digital Scrambler: From Index to Codex*, en: *Perspecta 35-Building Codes*, The Yale Architectural Journal, MIT Press, MA.

William J. MITCHELL, 1989. "The Death of Drawing", en: *UCLA Architectural Journal* 2, pag. 64-69, UCLA, Los Angeles, CA.

Bernard CACHE & Patrick BEAUCE (Objectile), 2003. "Towards a Non-Standard Mode of Production", en: *Phylogenesis*, pags. 390-405. Actar, Barcelona.

Mario CARPO, 2004. "Pattern Recognition", en: *FOCUS. Metamorph*, 9th International Architecture Exhibition, pags. 45-57. Fondazione La Biennale di Venezia, Italy.

Conferencias

Branko KOLAREVIC. "Digital Fabricatio: From Digital to Material". SIGRADI Conferences 2000. Constructing the Digital Space. Constructing the Digital Space. IV Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital Rio de Janeiro. Faculdade de Arquitectura e Urbanismo Universidade Federale do Rio de Janeiro. Brasil.

Mario CARPO. "The Demise of Identical. Architecture Standarization in the age of Architecture Reproducibility". REFRESH 2005. First International Conference on the History of Media Art, Science and Technology. Banff New Media Institute, Alberta, Canada.