

# CABALGANDO LA NUBE. INFORMACIÓN Y REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA EN LA ERA POST-DIGITAL

Riding the cloud. Information and architectural representation in the post-digital age

Ángel José Fernández Álvarez. Universidad de A Coruña

## RESUMEN

Se plantea en este trabajo un análisis de la evolución del impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la ideación, representación y construcción de la arquitectura. Desde los orígenes del denominado “giro digital” (“digital turn”) esta cuestión ha sido objeto de una profunda reflexión crítica y ha generado un polémico debate disciplinar hasta convertirse en un ámbito de investigación de plena vigencia y que se justifica por la necesidad de conseguir una aproximación más completa al fenómeno mediante el desarrollo de una teoría del diseño digital.

La utilización de las herramientas digitales ha producido cambios sustanciales en la práctica arquitectónica en los ámbitos de la representación gráfica, la gestión de la información y los procesos de virtualización con una incidencia muy especial en todos los aspectos relacionados con el levantamiento gráfico del patrimonio para su estudio, investigación, conservación y puesta en valor.

Junto con las nuevas herramientas tecnológicas aparecen planteamientos innovadores como la “no linealidad”, la importancia del proceso frente a la forma, reflejada en el desarrollo de las herramientas BIM (Building Information Modeling), el papel de la interactividad y lo performativo o el concepto de autoría participativa inherente al diseño

paramétrico, que ponen en cuestión el rol tradicional del diseñador, vigente desde la codificación “albertiana”, y sugieren una nueva agenda para la arquitectura llena de desafíos en la era de los nuevos medios y el diseño colaborativo.

El cambio de paradigma desde las tecnologías mecánicas a las digitales debe analizarse manteniendo una actitud crítica hacia las potencialidades de lo digital pero, al mismo tiempo, tratando de ver más allá de los problemas de la estética formal y enmarcándolo en la perspectiva de la historia de las tecnologías culturales.

### Palabras Clave:

Diseño digital, fabricación digital, diseño paramétrico, diseño colaborativo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante las tres últimas décadas se ha venido produciendo una serie de avances en la tecnología digital que se han traducido en el desarrollo de potentes herramientas de visualización, sistemas sofisticados de modelización digital y eficientes estructuras de bases de datos centralizadas. Todos estos avances permiten formas radicalmente nuevas de coordinación entre los diferentes agentes del proyecto de edificación. Los sistemas BIM, por ejemplo, proporcionan una plataforma a través de la cual la construcción digital y la

información de diseño procedente de fuentes diversas pueden comunicarse y coordinarse de forma efectiva con la ventaja añadida de que las herramientas digitales de gestión se integran totalmente con estos sistemas.

Al mismo tiempo el impacto de las tecnologías digitales en la ideación, representación y construcción de la arquitectura ha propiciado una profunda reflexión crítica y ha generado un debate disciplinar, polémico en ocasiones, que ya es posible contemplar con una cierta perspectiva histórica por lo que se convierte en un ámbito de investigación de plena actualidad, necesario además para lograr una aproximación completa a un fenómeno siempre complejo como es el del papel que juega la tecnología en la arquitectura.

Otros avances tecnológicos como las redes inalámbricas, las tecnologías wireless, las aplicaciones RFID (Identificación por Radio Frecuencia), los sensores inteligentes, la computación ubicua o el “cloud computing” así como los sistemas digitales de medida y las posibilidades que ofrecen tecnologías como la Realidad Aumentada y la impresión 3D permiten aprovechar al máximo las nuevas infraestructuras digitales dentro del concepto emergente de las “tecnologías inteligentes”, transformando radicalmente el ámbito de la edificación y la arquitectura.



Fig. 1: Living Bridge. Dave Easton, Geoffrey Klein, Michael Wetmore, Ginza-Tsukishima, 2011

La adopción de patrones de diseño y trabajo colaborativo produce no sólo una mejora de la comunicación entre los distintos agentes, con la consiguiente reducción de errores e información redundante, sino que además permite a los "equipos" de diseño aprovechar la experiencia de los especialistas en los diversos "oficios" de una manera mucho más significativa. Las ventajas de la utilización de estas nuevas herramientas son evidentes: exactitud, precisión, desarrollo de nuevas técnicas de fabricación, análisis de modelos, posibilidad de detectar errores, localización eficaz de elementos constructivos, utilización de materiales alternativos y empleo de nuevas tecnologías con materiales tradicionales. También habría que señalar la experimentación con los nuevos materiales obtenidos de la investigación científica en campos como la nanotecnología o la biotecnología así como el desarrollo de nuevos procesos de edificación basados en la automatización como la

utilización de la robótica aplicada y las técnicas de Rapid Building. Se vuelve, en definitiva, a la vieja idea racionalista de la arquitectura entendida como una "máquina" y que tiene como objetivo potenciar la industrialización de la actividad edificatoria.

Desde esta perspectiva el proceso ya no es totalmente lineal sino que la producción forma parte integral de la fase de diseño y se facilita desde el inicio la participación colaborativa de todos los agentes, incluidos los usuarios, por lo que nos encontramos ante el desarrollo de un nuevo paradigma que consistiría en la aparición de una "inteligencia colectiva" posibilitada por las herramientas de transferencia y representación/visualización de la información.

Precisamente uno de los campos de actividad en el que el impacto de las tecnologías digitales ha sido más importante es el del levantamiento arquitectónico del patrimonio cultural, con una evolución continua de las técnicas de docu-

mentación arquitectónico-arqueológicas basadas en sensores de imagen (fotogrametría de imagen múltiple) y de barrido láser (escáner láser terrestre) con el consiguiente aumento de la precisión y el rigor; todo ello en paralelo a una reducción progresiva de los costes de las herramientas empleadas. La "nube" de puntos constituye el producto más genuino de este tipo de herramientas convirtiéndose junto con el concepto de "cloud computing", representativo de la oferta de servicios de computación a través de Internet, en una sugerente metáfora de la ubicuidad de las aplicaciones de la tecnología digital en arquitectura. (1)

## 2. ¿(R)EVOLUCIÓN DIGITAL?

Se ha convertido ya en un lugar común la utilización del término "revolución" con el adjetivo añadido de "digital" para expresar o definir el

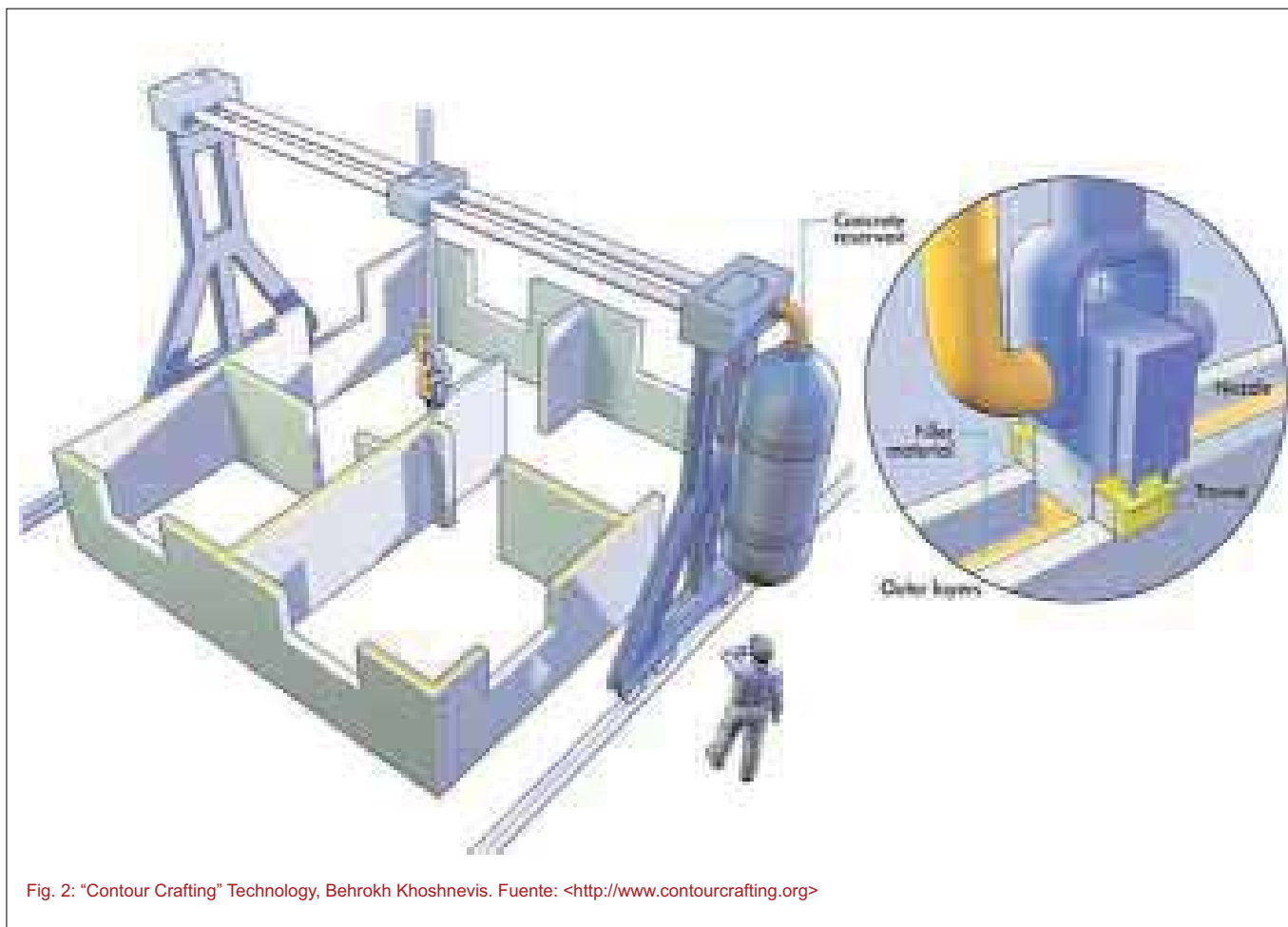


Fig. 2: "Contour Crafting" Technology, Behrokh Khoshnevis. Fuente: <<http://www.contourcrafting.org>>

cambio de paradigma que ha supuesto la introducción del ordenador en la práctica disciplinar de la arquitectura y la edificación, fundamentalmente en los ámbitos de la representación/visualización, la gestión de la información y la utilización del concepto de virtualidad. Ya no hay ninguna duda acerca de que el diseño asistido por ordenador ha alterado la concepción de la arquitectura de forma similar al modo en que lo hizo en el Renacimiento la perspectiva lineal, otro ejemplo de potente tecnología cultural.

Desde un primer momento heroico de introducción en el mundo académico anglosajón (sirva como ejemplo la iniciativa Paperless Studio del año 1992 en la Columbia University) con la adopción en muchos casos de posiciones radicales frente a la postura escéptica de la mayoría, se ha llegado a la instauración de lo que podría denominarse

"vía pragmática" caracterizada por una aceptación natural del nuevo medio: una especie de "tercera vía" inclusiva y no dialéctica.

Además, hay que añadir la posibilidad que ofrecen las nuevas herramientas informáticas para la construcción de formas de una enorme complejidad. La arquitectura algorítmica y el diseño paramétrico, que han llevado a plantear conceptos como el de "no-dibujo", (2) nos enfrentan a la proliferación de propuestas formales novedosas, fenómeno que va unido al desarrollo extraordinario de la conectividad y la conversión paulatina de la red en una "biblioteca infinita a la manera borgiana". (3)

En cualquier caso, y pasado el momento inicial de fascinación ante la complejidad, nos encontramos actualmente en un momento de aceptación, adaptación y asentamiento

en el que prima fundamentalmente la "inteligencia" de las soluciones, todo ello condicionado además por la coincidencia con el fenómeno traumático de la crisis económica global y sus implicaciones en el ámbito de la edificación que conlleva en muchos casos la necesidad de reinventar completamente la forma de desarrollar la actividad profesional.

Resulta evidente que se ha pasado de la utilización del ordenador, dentro de un paradigma mecánico o perspectivista, a una visión de la tecnología digital como algo más que una herramienta de representación. Se ha implantado así el denominado "paradigma digital", caracterizado fundamentalmente por la no-linealidad, la velocidad y las posibilidades de cambio y mutación, hasta el punto de que se podría afirmar que el auténtico paradigma de nuestro tiempo sería precisamente el "cambio de paradigma".





Fig. 3: Kunsthaus, Peter Cook & Colin Fournier, Graz, Austria, 2003

En consecuencia nos encontramos ante un nuevo cambio de tendencia, una arquitectura digital de segunda generación, que podría calificarse incluso como “post-digital”, en la que el arquitecto se convierte en diseñador de sistemas y procesos, en la línea ya marcada inicialmente por algunos pioneros como Gordon Pask al considerar que “el diseño es control del control”. (4)

Puesto que las tecnologías digitales están modificando radicalmente la forma en que se imagina, se diseña y se fabrica o construye la arquitectura, podemos plantearnos una serie de cuestiones clave: ¿está la era digital dando forma a una nueva arquitectura?, ¿se está produciendo una redefinición significativa del papel de los diferentes agentes que intervienen en el proceso edificatorio?, ¿dará lugar a la aparición de un nuevo modo o de modos nuevos de edificar?, ¿podría surgir lo que, en paralelismo con algunas definiciones de la teoría crítica arquitectónica, podríamos

denominar “edificación avanzada”?, ¿podemos estar asistiendo al final del concepto de autoría arquitectónica en el sentido tradicional implantado desde su invención por el humanismo renacentista? Sin olvidar que el impacto instrumental de estas tecnologías nos sitúa en un nuevo marco teórico sobre el que será necesario reflexionar de forma crítica.

Se desplaza, por tanto, al primer plano del debate académico y profesional la cuestión de la información y de todo aquello relacionado con su producción, comunicación, aplicación, control y gestión en el campo de la edificación. La integración de diseño, análisis, fabricación y montaje, posibilitada por la utilización de las herramientas digitales, permite redefinir totalmente las relaciones entre ideación y producción y, de este modo, disciplinas como la arquitectura y la ingeniería, las denominadas “profesiones del diseño”, pueden integrarse en una empresa conjunta digital y colaborativa.

Cobra fuerza, por tanto, la idea de que uno de los aspectos fundamentales de la edificación contemporánea no es el redescubrimiento de las formas curvas y complejas, en lo que se podría denominar como “neo-barroco digital”, sino la habilidad/capacidad para generar información constructiva directamente desde la información del diseño/ideación y la posibilidad de trasladarla/dirigirla hacia los nuevos procesos y técnicas de diseño y producción digital. (5)

La arquitectura contemporánea se caracteriza precisamente por su capacidad para aprovechar las innovaciones ofrecidas por la ciencia y la tecnología modernas como sucede con el tratamiento de la complejidad, la teoría del caos o los avances de la biotecnología y la nanotecnología. Esta visión multidisciplinar se apoya precisamente en la capacidad de los ordenadores para abordar el comportamiento de sistemas y modelos dinámicos. En el apartado conceptual se asiste a la consideración de



Fig. 4: Nordpark Cable Railway Station, Zaha Hadid Architects, Innsbruck, Austria, 2004-2007

espacios geométricos topológicos no euclídeos, a la aplicación de sistemas cinéticos y dinámicos y al empleo de criterios de diseño paramétrico y algorítmico, que están sustituyendo a los planteamientos tecnológicos de la arquitectura tradicional. (6)

Aparecen procesos digitales de diseño caracterizados por transformaciones dinámicas, abiertas e impredecibles que introducen un principio de incertidumbre y aleatoriedad. El potencial generativo y creativo del medio digital junto con los avances en los procesos de fabricación digital, desarrollados fundamentalmente en las industrias aeroespacial y automovilística, abre nuevas dimensiones en el diseño arquitectónico y en el ámbito edificatorio.

Finalmente, hay que citar la recuperación del objetivo de personalizar la producción mediante el concepto de “mass customization” permitido, ahora sí, por las nuevas estrategias de fabricación digital, abandonando la búsqueda de estandarización del funcionalismo moderno y entrando en un mundo de versiones y variaciones no estándar en el que la arquitectura se recupera

como actividad cultural a través de la incorporación de lo virtual como desarrollo conceptual y de lo paramétrico como técnica proyectual. (7)

### 3. EL “GIRO DIGITAL”

Si en el apartado anterior nos hemos referido a la denominada “revolución digital” comienza a utilizarse en el campo de la teoría la fórmula “giro digital” (8) para denominar el proceso de implicación de las tecnologías digitales en la arquitectura contemporánea y que se extiende aproximadamente desde los comienzos de la década de los noventa hasta nuestros días. Paralelamente se hace hincapié en la necesidad de desarrollar de forma crítica una teoría del diseño digital en arquitectura que permita caracterizar adecuadamente este fenómeno.

Los comienzos de este “giro digital” se vinculan claramente con el avance de las tecnologías electrónicas que supusieron un cambio en la sociedad, la economía, la cultura e incluso la vida cotidiana de los individuos.

La primera fase, la de los pioneros de una “nueva frontera”, estuvo

muy marcada por la idea de que la Realidad Virtual y el Ciberespacio podrían representar una alternativa radical al espacio físico planteándose incluso el diseño de nuevos lugares electrónicos en los que los bits reemplazarían al diseño tradicional de edificios construidos con ladrillos y cemento.

Mario Carpo, historiador de la teoría arquitectónica y profesor en la Universidad de Yale, señala una interesante afinidad entre el postmodernismo arquitectónico y el diseño digital, a pesar de que prácticamente todas las primeras estrellas de la vanguardia digital procedían de las fracturas angulares del deconstructivismo.

La aparición de una nueva tectónica digital en los 90 fue posible en paralelo al desarrollo de una nueva generación de software de modelado que permitía la manipulación directa en pantalla de curvas mediante la utilización de interfaces gráficos (vectores y puntos de control). Dos aspectos matemáticos de este entorno han tenido unas consecuencias duraderas en los planteamientos del diseño digital: la continuidad de los splines y la variabilidad de las curvas dentro de unos

determinados límites o parámetros y permanecen aún como las referencias características de la arquitectura digital.

La idea de una notación genérica, abierta y paramétrica implica la posibilidad de una autoría que puede ser compartida entre varios agentes, desde los diseñadores hasta los usuarios finales. Se trata de un fenómeno caracterizado por la inexistencia de ismos o estilos puesto que los ordenadores son máquinas neutras sin preferencias estéticas, pero que facilitan la construcción de determinado tipo de formas hasta ahora imposibles de representar y materializar con las herramientas convencionales.

En ese sentido cobra interés la clarificadora afirmación de Carpo de que "Un edificio representativo de la era digital no es cualquier edificio que haya sido diseñado y construido utilizando herramientas digitales sino un edificio que no hubiese podido ser diseñado ni construido sin ellas". (9) Esa posibilidad potencial de materialización explica la emergencia de los pliegues curvos como estrategia de diseño dentro del debate arquitectónico de la época como una especie de mediación entre la unidad de la forma postmoderna y la fragmentación deconstructivista.

La corriente de diseño digital podría aparecer incluso como una continuación del deconstructivismo por medios digitales, a partir de la influencia de la "teoría del pliegue" desarrollada por Gilles Deleuze y en la que planteaba una exégesis de la matemática de la continuidad de Leibniz, el cálculo basado en puntos de inflexión y la notación paramétrica, influencia que llega al mundo del diseño a través de la interpretación tecnológica del "objectile" de Bernard Cache.

Paradójicamente la asunción de la "Deleuze Connection" aporta al mundo del diseño digital una inyección de pensamiento inequívocamente posmoderno. La modernidad del cálculo como notación de varia-

ciones participaba del patrón genuinamente posmoderno de variabilidad, complejidad y fragmentación.

Si, contra la estandarización moderna, los postmodernos habían defendido la diferenciación, la variación y la posibilidad de elección, las tecnologías digitales ponían en manos del diseñador las herramientas técnicas adecuadas para ese fin cerrando así una especie de bucle técnico-cultural. (10)

La teoría de sistemas auto-organizados y las ciencias de la complejidad, junto con las teorías relacionadas con la indeterminación, el caos y las metáforas morfogenéticas que describen de forma adecuada la dialéctica digital entre el código (genotipo) y las variaciones paramétricas (fenotipo) introdujeron los conceptos de "no linealidad" o de "emergencia". Estos conceptos se adaptaban perfectamente a los modos de operar de los ordenadores en su emulación del funcionamiento de la naturaleza y de las facultades del pensamiento humano.

Estos argumentos no lineales aparecen frecuentemente en la principal corriente del diseño digital, incluso con connotaciones nietzscheanas y bergsonianas, asumiendo un vitalismo que sustenta una aproximación romántica e incluso a veces irracional. Esto significó en los primeros tiempos digitales una noción psicologicista del ciberespacio y de los entornos inmersivos, una especie de corriente "new age" de lo digital, que se transformó en una noción más tecnológica y menos "espiritual" con la llegada de las teorías de la "emergencia" procedentes de las denominadas "ciencias de la complejidad" durante los primeros años del nuevo siglo.

De aquí surgieron prácticas de diseño que experimentaban con el denominado "diseño performativo" en una revisión de la actitud anti-moderna de la postmodernidad (personalización en masa, actitud anti-industrial y planteamientos no estándar). Podemos considerar

esta actitud como un fruto de la naturaleza dual de la teoría del diseño digital que nace emparentada a la vez con el "deconstructivismo" por un lado y con el "postmodernismo" por otro.

El estallido de la burbuja de las "punto-com" unido al impacto de los atentados del 11 de septiembre del año 2001 supuso el final del periodo de optimismo tecnológico que había caracterizado a la arquitectura digital de los años 90, pero los principios teóricos fundamentales ya estaban definidos y la evolución constante de la tecnología no ha modificado sustancialmente ese marco general.

Hay que destacar en la última fase de este proceso el paso desde la construcción de la forma a la definición de los procesos que se ha visto impulsado por la adopción del nuevo software de intercambio de información y gestión en la edificación, conocido con el nombre genérico de BIM.

Junto a este hecho habría que señalar una nueva definición y valoración del concepto de ornamento, basado en una nueva conciencia teórica de las implicaciones estéticas del formalismo.

La extensión universal de la posibilidad de construcción digital de geometrías complejas se postula con fuerza en la "teoría del parametricismo" de Patrik Schumacher al que otorga incluso la categoría de nuevo estilo arquitectónico afirmando que podría "convertirse en el primer estilo unificado mundial". (11)

Pero tal vez el desarrollo más significativo en el ámbito de lo digital sea el determinado por el giro participativo que se conoce de forma genérica como la Web 2.0. La superación de la diferenciación entre espacios y comunidades físicas y virtuales, los procesos de hibridación, la interactividad y la sensibilidad reflejadas en el diseño de espacios "aumentados" electrónicamente han entrado ya a formar parte del arsenal tecnológico de la arquitectura más avanzada aunque





Fig. 5: Non-Linear Arch. Tutor Daniel Gillen, Parametric Design Workshop, THU, Beijing, 2010

generalmente en aspectos no estructurales (control ambiental, iluminación, elementos móviles de muros, etc...). Pero lo cierto es que el concepto de participación real en el diseño aún no ha sido asimilado de forma general y plantea grandes problemas.

Mientras que se utilizan ampliamente programas de código abierto (software libre) o se aprovechan las oportunidades de trabajo colaborativo que ofrece la red, el diseño arquitectónico "open source", con notaciones que puedan ser usadas y modificadas a voluntad de forma libre, aún no ha cuajado y eso a pesar de que la edificación y la arquitectura han sido tradicionalmente empresas de carácter participativo.

El software BIM y la propia idea de parametricismo llevan implícito el concepto de "autoría participativa" y facilitan las estrategias colaborativas de toma de decisiones, si bien este aspecto pone en peligro de forma di-

recta el modelo de autoría individual que ha caracterizado a la arquitectura moderna desde hace cinco siglos.

Esta amenaza sobre el rol tradicional de la autoría podría estar generando una brecha profunda dentro del entorno del diseño y la cultura digital que, de forma generalizada, avanza hacia modelos participativos y de colaboración. Esta situación afectaría negativamente al ámbito de la arquitectura digital que habría entrado en un círculo vicioso de repetición, recapitulación y revisión de ideas ya esbozadas en la década de los 90 perdiendo, de este modo, su papel dominante en la vanguardia de lo digital.

Como reacción, la visión de la nueva etapa post-digital induce a la exploración y búsqueda de nuevas posibilidades de experimentación y la necesidad de plantear nuevas propuestas de investigación como,

por ejemplo, el diseño de materiales vivos utilizables en edificación, en lo que se plantea como una nueva vuelta de tuerca a las hibridaciones tecnológicas de la arquitectura más avanzada. (12)

#### 4. AUTORÍA EN LA ERA "POST-DIGITAL"

El empleo del término "post-digital" (13) sugiere varias cuestiones relacionadas con la posible caracterización del periodo. En primer lugar, nos permite reflexionar acerca del hecho de que la utilización de las técnicas y herramientas digitales ya no resulta algo tan novedoso si pensamos que los primeros desarrollos prácticos de estas tecnologías tuvieron lugar a finales de la década de los años cincuenta del pasado siglo.

A la vez implica una cierta valoración o juicio crítico sobre la aplicación de las mismas que en la actualidad resultan ya plenamente

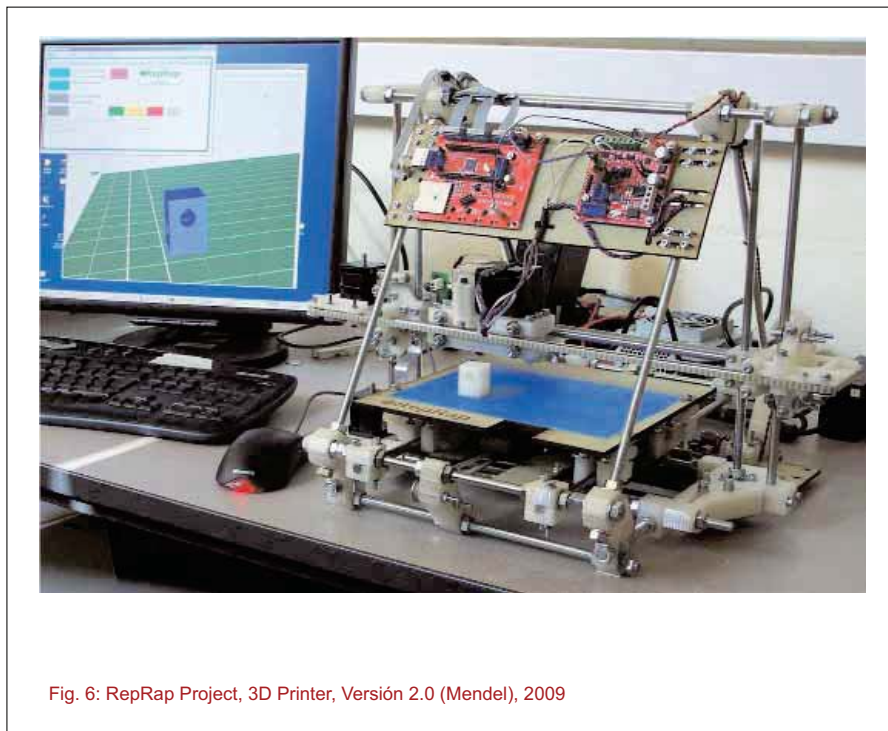


Fig. 6: RepRap Project, 3D Printer, Versión 2.0 (Mendel), 2009

familiares y que se encuentran integradas en la mayoría de las prácticas del diseño contemporáneo.

También hace referencia al hecho de que las fronteras entre disciplinas diversas y previamente segregadas pueden ahora ser desplazadas y cruzadas con resultados sorprendentes e innovadores para todas las áreas implicadas haciendo de lo multidisciplinar y la hibridación una de las características definitorias del momento.

No se trata de una novedad pues todos los pioneros del diseño digital en arquitectura se han caracterizado por la utilización de conceptos, reglas, técnicas, software e incluso metáforas, sobre todo metáforas, procedentes de otras disciplinas como la genética, la biología, las matemáticas o la filosofía, convirtiéndose este mestizaje tecnológico e intelectual en una de las condiciones características de lo post-digital.

Siguiendo esta línea encontramos una vez más en la experimentación artística uno de los campos de investigación y reflexión más fecundos y dinámicos del cual se pueden obtener conceptos y planteamientos novedosos, plenamente trasladables al ámbito arquitectónico dentro del

marco de multidisciplinariedad e hibridación que caracteriza al periodo.

En palabras de John Richards, investigador y teórico de la música electrónica digital, "lo que caracterizaría a una estética post-digital sería la "bastardización" de la tecnología. Esta consideración va más allá de lo digital e implica forzar un sistema hasta un estado para el que no fue previsto o apropiarse de algo para un uso diferente de aquel para el que fue inicialmente diseñado." (14)

Esto concuerda con la utilización oportunista de software y código que proponen las estrategias "DIY" (Do IT Yourself) que caracterizan a buena parte de las investigaciones arquitectónicas más avanzadas y experimentales a través de la reutilización de contenidos tanto digitales como físicos. La posibilidad de actuar mediante estrategias de bricolaje digital y la noción de heterogeneidad son propiedades clave del concepto de entorno post-digital caracterizado por la simultaneidad de cambio y permanencia, de separación e integración.

Precisamente una de las ventajas del planteamiento post-digital es la valoración positiva que hace de la incertidumbre y la ambigüedad de la experiencia humana por lo que para

describir con exactitud el ambiente resultante se precisa de metáforas más flexibles que las basadas en la lógica binaria.

En un artículo del año 1998, Nicholas Negroponte, fundador y director del MIT Media Lab, afirmaba desafiante: "Face it - the Digital Revolution is over". (15) Anunciaba así un cambio de tendencia e inauguraba una corriente de reflexión crítica acerca de la evolución del impacto de las tecnologías digitales que llevaría al desarrollo de líneas tan sorprendentes como la que preconiza la toma en consideración de una posible "estética del error". Según este criterio los fallos de la tecnología digital podrían proporcionar puntos de partida para la obtención de resultados fructíferos y productos de interés mediante la exploración de nuevos territorios en busca de contenidos, forzando la experimentación más allá de las funciones y los usos predefinidos del software. (16)

Junto con estas consideraciones estéticas, la reflexión sobre el concepto de autoría se ha convertido en un aspecto clave para un sector de la crítica teórica de la arquitectura en el ámbito de la cultura post-digital.

Carpo señala cómo el proceso evolutivo de la fabricación de objetos se inicia con la elaboración artesanal, a mano, con las implicaciones de diferencia y variedad de cada objeto. Después llegaría la fabricación con máquinas que usan para su trabajo patrones, moldes, sellos o matrices con la consiguiente igualdad entre todos los objetos procedentes de una misma matriz, inaugurando la era de la producción en masa y de la estandarización, aspectos que se convirtieron precisamente en una de las claves de la modernidad. La tecnología digital, en cambio, sigue otro método debido a que la transformación abstracta de la información permite que cada objeto fabricado digitalmente pueda ser realmente único y que, además, las posibles variaciones no supongan un coste adicional al proceso.



Puede afirmarse por tanto que el nuevo paradigma de la variabilidad digital conecta las herramientas digitales actuales con el modelo preindustrial de ideación y fabricación conjunta y estaría en la línea de los postulados defendidos por los participantes en el movimiento "maker", que diseñan y producen sus productos a través de la utilización de impresoras 3D.(17) Las nuevas técnicas de fabricación digital abren paso a la noción de una "artesanía digital" como estrategia para superar las limitaciones tanto del marco artesanal como de la producción industrializada. (18)

Las nuevas estrategias de diseño y fabricación, en las que podemos encontrar equipos multidisciplinares trabajando simultáneamente sobre varios archivos digitales y distintos interfaces, suponen un cambio tecnológico y cultural que da lugar a consecuencias importantes. Se puede lograr la personalización del producto a un coste reducido o inexistente y todos los agentes del proceso pueden participar desde el inicio tanto en el diseño como en la fabricación.

Esta nueva tendencia de participación y de "democratización" del diseño genera resistencias entre unos profesionales que siempre se han caracterizado por un sentido exacerbado del control (el "control del control"). La distribución de la autoría supone un nuevo statu quo, una nueva manera de trabajar que rompe con una tradición y unos usos que se habían mantenido estables durante siglos desde la invención por Leon Battista Alberti del concepto de diseño arquitectónico, basado en la consideración de que un edificio debe ser una copia idéntica del diseño del arquitecto, y en la teoría de la separación entre el diseño y la ejecución del proyecto lo que daría lugar a la definición moderna del arquitecto como autor. (19)

Carpo se refiere a un tipo de autoría que denomina "genérica" (20) y que él contempla de forma optimista dentro del marco de los movimientos sociales participativos

surgidos de la filosofía del software libre (open source). Un modo de trabajar que conectaría con la forma en que fueron construidas muchas de las grandes obras de arquitectura anteriores al Renacimiento como, por ejemplo, las catedrales góticas.

Pero en una reflexión posterior se muestra menos optimista con la actitud de los diseñadores y su resistencia a modificar un estatus profesional definido culturalmente por el humanismo renacentista y señala de forma contundente que lo digital, con sus nuevas formas de autoría "difusa", podría ser "el enemigo más formidable que la profesión de arquitecto haya tenido jamás desde sus orígenes modernos, allá en la Florencia del siglo XV". (21)

## 5. PARÁMETROS MANIFIESTOS

Parte de esa nueva consideración de la autoría de la obra arquitectónica, que podría entenderse como una auténtica crisis de identidad disciplinar, se debe en buena medida al éxito y la difusión de las técnicas de diseño paramétrico y algorítmico.

El planteamiento paramétrico permite al diseñador definir relaciones entre elementos o grupos de elementos y asignarles valores o expresiones para organizar y controlar dichas definiciones. Se suele aplicar mediante un programa tridimensional de diseño asistido por ordenador siendo sus principios subyacentes la conectividad y la interrelación. (22)

El diseño paramétrico, a pesar de su aparente novedad, fue en realidad uno de los primeros conceptos operativos del campo del diseño asistido por ordenador y ya fue expuesto por Ivan Sutherland en su famosa tesis doctoral del año 1963, titulada Sketchpad: A Man-machine Graphical Communications System, en la que proponía la primera interfaz gráfica de usuario, que permitía dibujar con el ordenador y aplicar cambios al diseño de forma paramétrica.

En la actualidad se ha convertido en una herramienta proyectual de primer orden, que se utiliza en multitud de operaciones y con diversas técnicas de modelado constructivo, programación geométrica, optimización estructural, simulación ambiental, algoritmos genéticos y fabricación digital, (23) considerándose como una utilidad operativa para el desarrollo creativo.

En una época en la que parecían haber desaparecido los "ismos" y los manifiestos se consideraban una reliquia de las primeras vanguardias, Patrik Schumacher, teórico de la arquitectura y socio de Zaha Hadid Architects, presentó en el año 2008 con motivo de la XI edición de la Bienal de Venecia, su "Manifiesto Parametricista", en lo que se puede considerar como el nacimiento oficial y formal del "parametricismo" que se define como "el nuevo gran estilo desde el Movimiento Moderno". (24) Un nuevo estilo arquitectónico con sus sistemas asociados para obtener nuevos modelos urbanos y arquitectónicos que permitan organizar y articular la creciente complejidad de la sociedad "postfordista" contemporánea. Un estilo arquitectónico, entendido como un programa de diseño e investigación, que dará lugar al nuevo concepto de Arquitectura Paramétrica.

Los avances en las técnicas de diseño digital con herramientas de "scripting" (como Mel-Script o Rhino-Script) y de modelado paramétrico (como Generative Components, de Microstation o Digital Project, de CATIA) permiten un énfasis absoluto en la diferenciación y un sentido de la complejidad organizada que hace que el parametricismo trabaje de forma similar a los sistemas naturales en los que las formas son el resultado de fuerzas que interactúan según unas leyes preestablecidas.

Schumacher formula en su manifiesto cinco principios (al modo clásico de la teoría arquitectónica del siglo XX) para caracterizar al nuevo paradigma: la inter-articulación de



Fig. 7: Ivan Sutherland utilizando el programa Sketchpad en la consola TX-2 en el Lincoln Laboratory del MIT, 1963

subsistemas, la acentuación paramétrica, la figuración paramétrica, la sensibilidad paramétrica y, finalmente, el urbanismo paramétrico que integraría a todos los anteriores.

Frente al Movimiento Moderno basado en el concepto de “espacio”, el parametricismo diferencia “campos” en una visión dinámica de una realidad cambiante basada en tendencias, flujos, gradientes, y en la que la deformación se contempla como una estructura de información ordenada. Se pretende de este modo la construcción de nuevas lógicas que permitan organizar y articular el elevado nivel de dinamismo y complejidad de la sociedad contemporánea.

Otra de las cuestiones a tener en cuenta es su inherente carácter multidisciplinar, debido a la confluencia de técnicas y estéticas variadas. Se consigue así una gran flexibilidad en el proceso de diseño que se convierte en la tarea colectiva de un equipo de trabajo capaz de utilizar sistemas digitales diversos.

Esto implica necesariamente la adopción de nuevas actitudes en re-

lación con las lógicas proyectuales tradicionales puesto que el rol arquitectónico se ve modificado pasando el diseñador del papel de generador de la forma al de editor de un proceso mediante la definición de unas condiciones iniciales de partida y la selección creativa de un resultado final.

## 6. CONCLUSIONES

Los avances de las tecnologías de diseño y fabricación digital han producido una transformación significativa en los modos de pensar, diseñar y construir la arquitectura. La capacidad para generar y analizar digitalmente la información del diseño y utilizarla de forma directa para fabricar y construir edificios redefine la relación existente entre concepción y producción. Esto modifica el rol tradicional de la autoría y provoca la aparición de nuevas sinergias entre arquitectura, ingeniería y construcción debido al uso híbrido de las tecnologías digitales en las fronteras entre las distintas disciplinas.

La era post-digital nos proporciona, además de un nuevo repertorio de formas construidas, un vínculo directo entre aquello que se diseña y aquello que finalmente se construye. Esta digitalización de la información que fusiona y hace converger diseño y construcción permite la posibilidad de un mayor control de todo el proceso en el que todos los agentes participan conjuntamente y de forma colaborativa en los mismos procesos digitales favoreciendo los fenómenos de hibridación y mestizaje.

Ante esta situación, y tras la caída en desgracia de la promesa utópica y seductora del ciberespacio y con la puesta en cuestión de la condición revolucionaria de la tecnología digital, parece que ya no nos queda otra posibilidad, ni más opción, que la de “cabalgar la nube”. Transformarnos en jinetes experimentados en medio de tormentas paramétricas, atravesar las polvaredas digitales producidas por millones de barridos láser, surcar las intrincadas selvas matriciales de exuberante vegetación algorítmica y recorrer el laberinto de las difusas estructuras de conocimiento albergadas en el corazón de la red.

En la evolución de las tecnologías culturales, desde la invención del alfabeto hasta la actual omnipresencia del código binario, nos ha tocado en suerte ser los espectadores/protagonistas de un nuevo hito en la historia de las relaciones, siempre fascinantes, de la arquitectura con la ciencia y la tecnología. Si, como afirmaba McLuhan, “primero construimos las herramientas y luego ellas nos construyen a nosotros”, tal vez el proceso de análisis de lo digital en la arquitectura sea en realidad un proceso de introspección personal, de entender cómo ha cambiado nuestra forma de ver el mundo bajo la influencia de estas herramientas y, sobre todo, cómo ha cambiado la forma de vernos a nosotros mismos.

Después de todo, el problema es bastante sencillo. Al final sólo se reduce a una cuestión de unos y ceros...

## 7. NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Lerma, José Luis; Cabrelles, Miriam; Navarro, Santiago; Seguí, Ana Elena.** 2011. "La documentación patrimonial mediante sensores de imagen o de barrido láser", en AAVV, Documentación gráfica del Patrimonio. Madrid: Ed. Ministerio de Cultura, pp. 108-117.
2. **Marcos Alba, Carlos Luis,** 2010, "Dibujo Parametrizado: un no-dibujo necesario en el EGA", en Actas del XIII Congreso Internacional EGA. Vol. II. Valencia: Editorial UPV, pp. 393-398.
3. **Fernández-Galiano, Luis.** 2009. "El diluvio digital" en Revista Arquitectura Viva, núm. 124, p. 3.
4. **Pask, Gordon.** 1969. "La significación arquitectónica de la cibernética", versión castellana en Ortega, Lluís (ed.). 2009. La digitalización toma el mando. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, p. 27.
5. **Kolarevic, Branko,** 2003, "Information Master Builders", en Kolarevic, Branko (ed.), Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing. New York: Spon Press, p. 57.
6. **Sakamoto, Tomoko; Ferré, Albert,** (eds.). 2008. From Control to Design. Parametric/Algorithmic Architecture. Barcelona: Actar, p. 2-3.
7. **Ortega, Lluís** (ed.). op. cit., pp. 12-13.
8. **Carpo, Mario** (ed.). 2013. The Digital Turn in Architecture 1992-2012. London: John Wiley & Sons Ltd.
9. Ibídem, p. 8
10. Ibídem, p. 10.
11. **Hadid, Zaha; Schumacher, Patrik.** 2011. "Edificios adaptables", en Diario El País, 22/01/2011. Disponible en: <<http://elpais.com>> [Acceso 16/02/2014]
12. **Spiller, Neil; Armstrong, Raquel** (eds.). 2011. Protocell Architecture, AD profile 210, AD 81 March\_April.
13. **Roke, Rebecca.** 2009. Bits and Pieces: Crafting Design in a Post-digital Age, Master Thesis, School of Architecture and Design, RMIT University.
14. **Richards, John.** 2006. "32kg: Performance Systems for a Post-Digital Age". Proceedings of the 2006 International Conference on New Interfaces for Musical Expression, Paris, p. 283.
15. **Negroponte, Nicholas.** 1998. "Beyond Digital". Wired. Issue 6 (12). December, p. 288.
16. **Cascone, Kim.** 2000. "The Aesthetics of Failure: Post-Digital Tendencies in Contemporary Computer Music". Computer Music Journal, 24:4. Winter 2000. pp. 12-13.
17. **Anderson, Chris.** 2013. Makers. La nueva revolución industrial. Barcelona: Ediciones Urano.
18. **Bechthold, Martin,** 2012, "La personalización de la cerámica: la artesanía digital", resumen de conferencia impartida en Qualicer'12. XII Foro Global del Recubrimiento Cerámico, 13 y 14 de febrero de 2012. Castellón. Disponible en: <<http://qualicer.org/documentacion/conferenciantes/resumen-conferencia-Bechthold-2011.pdf>>. [Acceso 16/02/2014]
19. **Carpo, Mario.** 2011. The Alphabet and the Algorithm. Cambridge, MA: The MIT Press, p. X.
20. **Carpo, Mario.** 2009. "Revolución 2.0. El fin de la autoría humanista" en Revista Arquitectura Viva 124, pp. 19-25.
21. **Carpo, Mario.** 2011. "Del alfabeto al algoritmo. Sobre la autoría digital y el diseño paramétrico". Arquitectura Viva 140, p. 112.
22. **Dunn, Nick.** 2012. Proyecto y construcción digital en arquitectura. Barcelona: Art Blume, p. 54.
23. **García Alvarado, Rodrigo; Lyon Gottlieb, Arturo.** 2013. "Diseño paramétrico en Arquitectura; métodos, técnicas y aplicaciones". Arquisur Revista, Año 3, Nº 3, pp. 17-27.
24. **Schumacher, Patrik.** 2008, Parametricismo como estilo – Manifiesto Parametricista, Presentado y debatido en el Club Dark Side de Londres, XI Bienal de Arquitectura de Venecia. Disponible en: <<http://arquitecturamashistoria.blogspot.com.es/2010/11/manifiesto-parametricista-patrik.html>> [Acceso 16/02/2014]