

¿CONSTRUCCIÓN O FABRICACIÓN? NUEVA MATERIALIDAD Y FABRICACIÓN DIGITAL

Carlos L. Marcos. Universidad de Alicante



Cooper Union, Thom Maine, New York, 2009. Photo by Carlos L. Marcos

I. Conciencia digital, forma abierta y parametrización

Las nuevas tecnologías en el ámbito de la arquitectura han ido con-

formando un nuevo paradigma proyectual, especialmente a partir de las dos últimas décadas. El cambio sustancial se ha producido cuando

el *software*, cada vez más potente, ha pasado de su condición instrumental como poderosa herramienta de representación de la arquitectura al ámbito de la ideación y del proyecto de arquitectura; especialmente cuando los diseñadores han tenido acceso a modificar el propio código -Mantzou (1), como sucede en el diseño parametrizado. Obviamente, el instrumento no es inocente y los resultados acaban siendo mediatizados por él.

A diferencia de lo que sucedió en el periodo de entreguerras del siglo XX, cuya revolución arquitectónica estuvo basada principalmente en la utilización de dos materiales –el hormigón armado y el acero-, la revolución digital con plena *conciencia digital* opera en dos niveles diferentes: la concepción del propio diseño y la producción de la obra en términos de fabricación y montaje.

El cambio de paradigma afecta, en primera instancia, al tema de la *complejidad*, esto es: a las ilimitadas posibilidades que los ordenadores generan ya sea en términos de concepción, de visualización o de diseño de geometrías de enorme complejidad que hubieran sido inimaginables o simplemente irresolubles sin ellas.

Además de todo ello, los ordenadores también se vienen utilizando para el cálculo y el dimensionado de sistemas estructurales de una enorme complejidad en la evaluación de cargas y sollicitaciones gracias a los métodos de elementos finitos, métodos idóneos

para la utilización de la capacidad de computerización de los ordenadores. Otro tanto se puede decir de la evaluación y diseño de las instalaciones activas y pasivas gracias a las posibilidades de emulación modelizada de la realidad que caracteriza a este tipo de herramientas digitales. Finalmente, los sistemas de posicionamiento y teledetección han empezado a utilizarse en combinación con la ayuda de robots

para el aparejado de materiales constructivos consiguiendo nuevos efectos de acabado incluso con materiales tradicionales como el ladrillo, por ejemplo (Fig. 1). Dichas herramientas resultan especialmente necesarias cuando se han de construir superficies complejas de doble curvatura no regladas que requieren la producción singular (*customizada*) en masa de los elementos que las generan.

Podemos hablar de *conciencia digital* como la actitud consciente e intencional de los arquitectos y diseñadores frente a las cualidades intrínsecas de la computación aplicada al diseño arquitectónico. En este sentido, una verdadera *conciencia digital* en arquitectura desafía el canon de la modernidad proponiendo una nueva gramática acorde con la cultura digital en la medida que carece de referentes formales fuera de su propio ámbito.

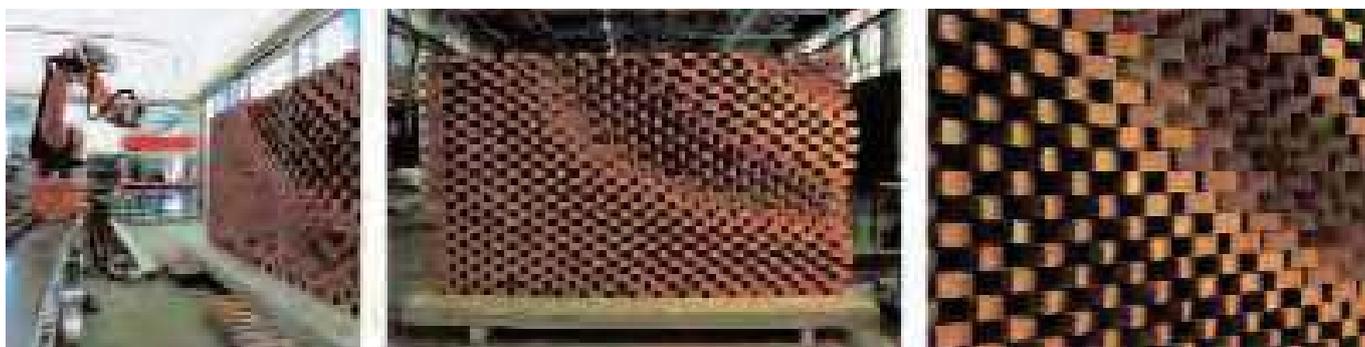


Fig. 1. Domoterra Lounge, Fabio Gramazio y Matthias Kohler, ETC Zurich, 2007. Photos by Gramazio&Kohler

La arquitectura puede, además, ser *informada* con las aportaciones y los datos de partida que la cultura digital ha conseguido hacer proliferar. Cada época tiene su propio *zeitgeist*, parece bastante claro que la nuestra está construida sobre la información. Saggio (2) se ha referido a esta influencia que parece colonizar la realidad afectando a todo y a todos y que, por ello, debe ser considerada como factor determinante en el diseño de la arquitectura en el futuro escribiendo:

Nuestra relación con la tecnología de la información (TI) es estructural, cultural y formal al mismo tiempo; *estructural*, porque toda la sociedad gira entorno al valor de la información; *cultural* porque orien-

tarse a sí mismo en este nuevo escenario resulta fundamental; y formal porque los procedimientos establecidos por esta nueva conciencia derivada de la TI también pueden influir en la manera de concebir la forma arquitectónica.

Desde el punto de vista de la ideación arquitectónica, por encima de todas las demás consideraciones al respecto de la cultura digital, lo que probablemente ha constituido el cambio más profundo es el que se refiere a la *forma abierta* –Marcos (3). Los diseños parametrizados y la arquitectura algorítmica han modificado el proceso de proyecto porque elaboran diseños codificados, esto es: geometrías definidas a partir de códigos y parámetros en lugar de la tradicional materialización de

la forma –cerrada– en unos dibujos o unas maquetas –reales o virtuales, esto es indiferente–. La apertura es posible porque la geometría no está encarnada en una existencia material; más bien está definida a partir de un código que la sustituye, tal es la dualidad introducida por el mundo virtual.

La construcción de *scripts* que definen geometrías está estructurada topológicamente, o lo que es lo mismo: los sistemas de relaciones entre el todo y las partes definen un linaje de posibles geometrías dentro de un intervalo acotado por los parámetros elegidos. En términos filosóficos, no se trata de una concreción de la realidad –de un *particular*– porque está definido genéricamente, aunque tampoco es

propriadamente un *universal*. Es decir, en lugar de trazar dibujos o construir maquetas, tal y como la práctica disciplinar de la arquitectura viene haciendo desde hace siglos, o incluso construyendo modelos tridimensionales en el espacio virtual, como algunos han venido haciendo en las últimas décadas, arquitectos y diseñadores ahora pueden codificar lo proyectado –Terzidis (4).

Así, los códigos generan unas geometrías de forma genérica y por lo tanto abierta, no fosilizada en la materia. Además, dichas formas están definidas topológicamente en vez de geoméricamente –Marcos (5):

Una forma cerrada (como la que caracteriza un diseño convencional) está definida *geoméricamente* y pertenece necesariamente a un *espacio métrico* puesto que es *material*. Por el contrario, una forma abierta (como un diseño parametrizado o algorítmico) está definido

topológicamente, no está contenido en un *espacio métrico* –en su lugar, y hasta cierto punto, habita un espacio topológico–.

El nivel de complejidad formal de la arquitectura se ha visto incrementado sustancialmente a consecuencia del diseño parametrizado (Fig. 2), debido fundamentalmente a que “opera más allá de nuestra capacidad de previsión y anticipación mental” –Oxtorena (6). Así, nuestras capacidades proyectuales se han visto desbordadas gracias a la capacidad de computación de los ordenadores de las que se aprovecha el diseño parametrizado.

Como resultado del diseño basado en formas genéricas, las estrategias de proyecto convencionales caracterizadas por la imposición de la forma han sido sustituidas por otras basadas en *form finding*, es decir, estrategias de *indagación formal* –Leach (7).

Esto en sí mismo supone un radical cambio de coordenadas en lo que

se refiere al proyecto de arquitectura porque modifica la relación de formatividad entre la obra y el autor en los términos definidos por Pareyson (8), unos términos que parecen estar fundados en la materialidad de lo diseñado y en la constructividad de la forma del proyecto convencional, en el caso de la arquitectura. Así, un diseño parametrizado define una genealogía de posibles geometrías emparentadas entre sí dependientes de los parámetros que sean considerados. Las estrategias de *indagación formal* (*form finding*) consisten en ejecutar el *script* alterando los parámetros en búsqueda de una particularización que sea mejor que el resto. De este modo, la formatividad está implícita en el diseño del código pero quien la desarrolla es el propio ordenador reemplazando en ello al arquitecto. En este sentido es en el que se puede hablar del ordenador como colaborador de proyecto más que como una simple máquina

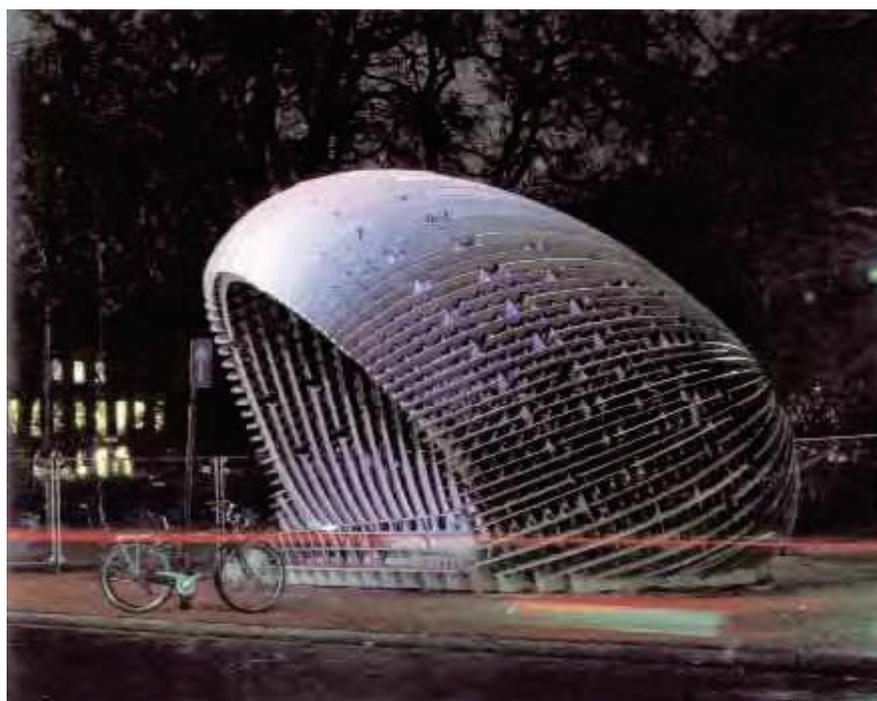
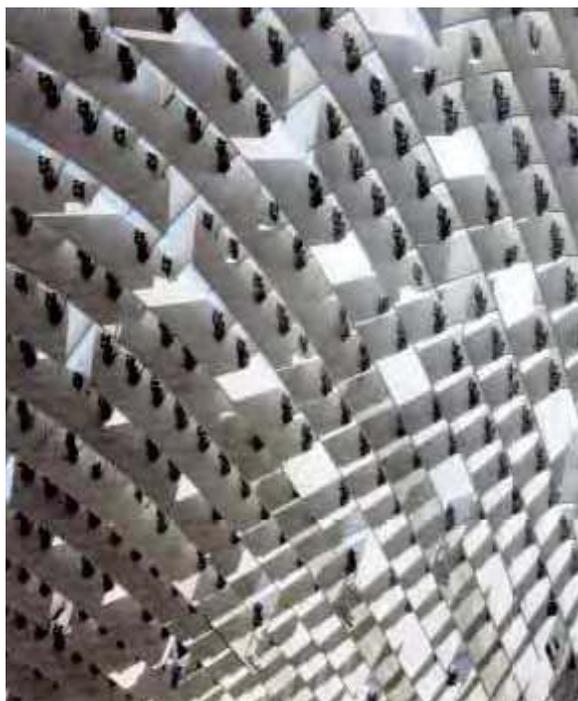


Fig. 2. [C]-Space, Alan Dempsey y Alvin Huang, 2008, Londres (Architectural Association), Photos by Valerie Bennett

eficiente, como bien señala –Terzidis (9). Obviamente, la autoría del diseño corresponde al autor del código –un arquitecto o diseñador-, sin embargo, la labor de indagación formal o de exploración de las posibilidades formales que entraña un determinado código se confía a la capacidad maquina de los ordenadores para barrer toda la genealogía de posibles concreciones geométricas de manera más rápida y eficiente.

Si ya es difícil adquirir una capacidad crítica para evaluar la calidad de un proyecto de arquitectura y aplicarlo al propio diseño, no es esperable que esta labor pueda ser resuelta por un ordenador –al menos no en el corto plazo-. Por ello, la estrategia de *indagación formal* que caracteriza a la *forma abierta*, tiene como contrapunto necesario el trabajo de análisis y valoración crítica de los resultados por parte del arquitecto quien deberá elegir entre el elenco de soluciones generadas cuál es la más idónea para el problema planteado. Más aún, la formatividad queda relegada a la elaboración del código. El proyecto es ahora el código mismo y las variaciones introducidas en el proceso de proyectar serán las que vayan modificando el *script* en función de los resultados obtenidos cada vez que se ejecute. La formatividad de lo diseñado se desenvuelve así en un ámbito conceptual propio de un lenguaje codificado en lugar de desarrollarse a partir de las huellas materiales sobre soportes físicos.

Además, la complejidad del diseño se puede ver incrementada con otro factor que es sólo posible a partir de la codificación de la forma: la introducción de la condición de la *aleatoriedad* como factor de diseño. En efecto, dentro del *script* puede incluirse la aleatoriedad lo que generará un grado de apertura y de impredecibilidad aún mayor. Lo que en ningún caso debe confundirse con

arbitrariedad del diseño. Un esquema compositivo basado, por ejemplo, en un conjunto de 10 puntos que sirvan de nodos o articulaciones de la geometría del proyecto la posición de éstos puede ser definida en términos de aleatoriedad dentro de un intervalo acotado por el diseñador, eso sí, para dar coherencia al proyecto. Las posibilidades que estas nuevas herramientas entrañan están aún por explorar pero los proyectos desarrollados a partir de estas nuevas estrategias de diseño ya dejan entrever su extraordinario potencial.

Como resulta evidente, todas estas posibilidades operan únicamente en el contexto de la *forma abierta*. En efecto, considerando que la idea de apertura a la que nos venimos refiriendo puede ser concebida como una forma de carácter topológico, una geometría definida en forma genérica puede ser considerada como una topología. A ello se ha referido Kolarevic (10) en los siguientes términos:

Esta cualidad de homeomorfismo [el topológicamente isomorfo] es particularmente interesante, ya que se centra en la estructura relacional de un objeto y no en su geometría, la misma estructura topológica podría encarnarse geoméricamente en un número infinito de formas.

Esta colección o genealogía de formas que pertenecen a un mismo lenguaje topológico es a lo que nos hemos referido como *tipología digital*, algo que únicamente puede concebirse por la inmaterialidad de un diseño codificado.

La idea de *forma abierta* como condición opuesta a la idea clásica de un diseño acabado no es nueva. De hecho es un tema que ha sido objeto de investigación y desarrollo sobre todo en el arte moderno, tanto en pintura y EN escultura como de manera muy significativa en la música con-

temporánea, tal y como ha señalado Eco (11). Sin embargo, a pesar de todas las distintas manifestaciones artísticas que abordan este tema de la apertura formal con distintas intensidades, no resulta difícil entender que un diseño parametrizado o *generativo* (algorítmico) alcanza el límite de *apertura* en el ámbito de la arquitectura. No es imaginable que dicha frontera, en lo que se refiere al grado de apertura formal, pueda ser superada. Por otro lado, dado que cualquier diseño arquitectónico debe tener una estructura formal y un orden en el que sustentarse, el hecho de que un código sea una construcción lógica que define una serie de relaciones parece acomodarse bien a dicha premisa –Marcos (12).

II. Nueva materialidad y fabricación digital

Las sinergias que se están desarrollando entre el diseño asistido por ordenador (C.A.D.) y la fabricación asistida por ordenador (C.A.M.) han producido lo que bien podría considerarse como una nueva abstracción formal. Quizás por primera vez en la historia, la arquitectura ha ido más lejos que las artes plásticas en la exploración de una nueva estética de la materia, lo que se ha dado en llamar *nueva materialidad*. A diferencia de la modernidad, que era heredera de las vanguardias de principios del siglo XX, la arquitectura con verdadera *conciencia digital* explora nuevos territorios formales que poco o nada tienen que ver con aquellas míticas formas que constituyeron el despertar de una conciencia plástica en los albores del pasado siglo. No en vano, muchos de los protagonistas de la arquitectura del periodo de entreguerras fueron además pintores o escultores reconocidos en su tiempo; tal es el caso de la trayectoria de Van Doesburg en De Stijl, la relación de Le Corbusier con el purismo –una versión personal emparentada con el

periodo sintético del cubismo- o de la actividad de Lissitzky y Chernikov en el caso del constructivismo ruso.

La razón de este atrevimiento formal que ha caracterizado la arquitectura digital en las últimas dos décadas tiene mucho que ver con la aparición del espacio virtual y con la ilimitada plasticidad de unas formas que no son materiales. La exploración formal que posibilita el modelizado tridimensional ha permitido la concepción y la experimentación de unas geometrías que hasta le fecha eran inimaginables. Así, podemos hablar de una nueva abstracción formal originada en el seno de la disciplina arquitectónica independiente de la estética de la modernidad.

Sin embargo, a pesar de que la ideación de estas arquitecturas complejas puede lograrse con la ayuda de las herramientas de C.A.D., sólo utilizando las sinergias entre dichas herramientas y las de C.A.M. pueden dichas arquitecturas adquirir materialidad. Kolarevic (13) se ha referido a esta convergencia escribiendo lo que sigue:

El software de modelizado digital tridimensional basado en NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines), es decir, curvas y superficies parametrizadas, ha liberado un universo de formas complejas que, hasta la

aparición de tecnologías CAD / CAM, eran muy difíciles de concebir, de desarrollar y de representar, por no hablar de su fabricación. Un nuevo universo formal que a su vez ha impulsado la búsqueda de una tectónica capaz de lograr que las nuevas pieles ondulantes y sinuosas pudieran ser edificables (dentro de unos presupuestos económicos razonables).

Resulta innegable que uno de los cambios más significativos que ha sufrido la disciplina está motivado por el desarrollo de esas nuevas capacidades de proyecto que se derivan de la utilización de las nuevas herramientas digitales en lo que respecta a la propia ideación arquitectónica. Pero, del mismo modo, se ha de conceder que en los últimos años la práctica disciplinar también ha abierto nuevos caminos en la concepción de la materialidad de la propia arquitectura así como de su construcción o, para ser más precisos, su fabricación.

Es bastante probable que, por el momento, no haya en el sector nuevos materiales que sean muy distintos de los que se venían empleando en la construcción durante el siglo pasado, como sí sucedió en el Movimiento Moderno con el acero y el hormigón armado respecto a la arquitectura que

le precedía, que pueda producir el mismo efecto que hace ahora poco menos de un siglo representaron ambos en el contexto de la arquitectura. El cambio de paradigma opera tanto a nivel conceptual como material; así, al igual que los procesos de ideación de la arquitectura se han visto enormemente alterados con la aparición de las nuevas tecnologías, la idea de la construcción misma también está siendo cuestionada. A este cambio es al que podríamos referirnos como la progresiva sustitución de la construcción por la fabricación, de la edificación por el ensamblaje.

En efecto, la fabricación asistida por ordenador ha producido un cambio no menos importante en nuestra disciplina; la arquitectura está siendo cada vez más *fabricada* en lugar de ser *construida* a consecuencia de la utilización de los robots de corte, las fresadoras, el posicionamiento con control digital y el ensamblaje de las piezas singulares que conforman las nuevas superficies complejas. Casos como el semimonocasco del *Nat West Media Centre* (Fig. 3) diseñado por Future Systems acerca a la arquitectura a una realidad más fabricada y ensamblada que a un edificio propiamente construido.

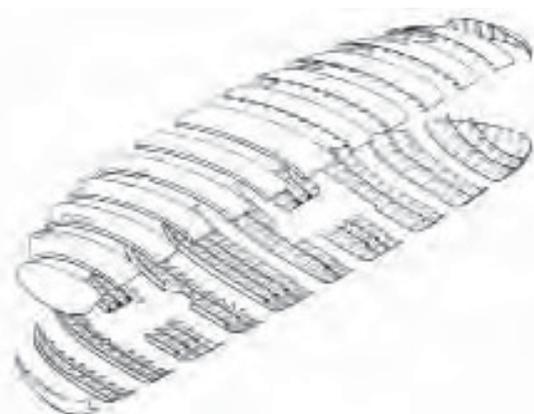


Fig. 3. Nat West Media Centre, Future Systems, Londres, 1999. Photos by

Nuevas estrategias de diseño se están desarrollando a partir de la simbiosis entre el diseño asistido y la fabricación asistida por ordenador que están íntimamente relacionados con las posibilidades que entraña la utilización de dichas herramientas y muy especialmente vinculadas a los modos de trabajar el material propios de los instrumentos característicos de la fabricación digital. Lisa Iwamoto (14) ha identificado varias de dichas estrategias entre las que cabe destacar las de *sectioning* (Fig. 2), *contouring*, *folding*, *forming*, *tessellating*, aunque otros autores añaden algunas más –como por ejemplo, *digital positioning and assembly* (Fig. 1), y es previsible que vayan en aumento conforme la *conciencia digital* vaya calando entre la profesión.

Es evidente que las herramientas de C.A.D. tienen su contrapunto natural en las de C.A.M. y que, de alguna manera, sin éstas últimas, los atrevidos diseños curvilíneos y complejos que los arquitectos imbuidos por la cultura digital han ideado no habrían podido materializarse. La complejidad geométrica alcanzada por la arquitectura digital es un efecto del modelizado tridimensional que el espacio virtual ha permitido explotar a arquitectos y diseñadores, al que los primeros han llegado con un cierto desfase temporal. Kolarevic (15) ha subrayado el hecho de que la arquitectura y la construcción se hayan incorporado de forma tardía al diseño digital utilizando técnicas de modelizado tridimensional en los siguientes términos:

Esta ignorancia de tendencias de diseño fuera de su propio ámbito también se deriva de otro desconocimiento –de carácter tecnológico– el del software de modelizado digital tridimensional que facilitó a los diseñadores industriales el uso de suaves curvas que prodigaron en todos sus diseños, desde los productos de consumo hasta los aviones.

Sin duda, las industrias de carácter ingenieril de gran escala homologables a la arquitectura como la aeronáutica o la naval incorporaron este tipo de herramientas con mucha mayor antelación de lo que se hizo en la arquitectura. Sin embargo, aún siendo cierta como lo es la afirmación de Kolarevic, encubre otra realidad: el nuevo imaginario vinculado a la cultura digital se ha visto enormemente enriquecido por la arquitectura desde que arquitectos y diseñadores fueron plenamente conscientes de las posibilidades que estas nuevas tecnologías podían ofrecer. Es a esa nueva abstracción formal a la que venimos refiriéndonos y que bien podríamos interpretar como el resultado de un diseño arquitectónico con plena *conciencia digital* que aprovecha las sinergias entre C.A.D. Y C.A.M. para conformar una *nueva materialidad*.

Más allá de de las consideraciones en el plano de la estética y de las implicaciones que estas nuevas tendencias pueden tener en el debate de la cultura digital, conviene subrayar un aspecto de suma importancia que

este nuevo paradigma del proyecto de arquitectura supone y que aúna tanto los procesos de ideación como la nueva materialidad que encontramos en la arquitectura digital. El hecho de que la computación permita manejar geometrías extraordinariamente complejas –en lo que respecta a la ideación– y sea igualmente eficiente en la producción en masa de elementos singulares con apenas un incremento en el coste final –en lo que se refiere a la fabricación robotizada– ha modificado la manera de abordar, por parte de arquitectos y diseñadores, la materialidad de la obra construida. Esta característica propia de los sistemas de fabricación asistida encuentra en el ámbito de la arquitectura un lugar especialmente propicio para florecer sin las restricciones del rigor formal que impone el diseño ingenieril. Sin duda, es una de las causas principales a las que se debe la explosión formalista y la regeneración del imaginario arquitectónico –con sus excesos y sus aciertos– que se ha venido observando en poco más de una década (Fig. 4).



Fig. 4. Manifold (research project, installation), Andrew Kudless, 2006. Photos by Francis Ware

.En efecto, esta enorme libertad geométrica se debe en gran medida a la apertura implícita de lo que se ha dado en llamar *arbitrariedad* de la forma arquitectónica. Quizás la voz *arbitrariedad* tiene unas connotaciones que harían aconsejable la utilización de un término más propio de otras disciplinas como el de *heteromorfismo*, que acaso podría explicar con más precisión esa variabilidad de formas posibles que encontramos en la arquitectura cada vez que observamos las diferentes propuestas para un mismo concurso.

A diferencia de lo que sucede en el ámbito del diseño ingenieril, basado como lo está en la producción en masa de *objetos tipo* que han sido cuidadosamente diseñados, proyectados y fabricados en serie, en la arquitectura la singularidad de cada proyecto –debido sobre todo a las consideraciones que impone el lugar– hace de cada proyecto una realidad única, difícilmente repetible con pleno sentido. Pero más importante incluso que el propio lugar, que obviamente no tiene un papel semejante en las obras ingenieriles, es el hecho de que muchos contenedores son posibles para una misma función arquitectónica o un mismo programa, sólo en este sentido es apropiado hablar de *arbitrariedad* o más propiamente de *heteromorfismo* de la forma arquitectónica. Del mismo modo, muchas articulaciones de los límites son posibles –la proporción, disposición y composición de huecos en los paramentos– y, por lo tanto, de la imagen de la fachada. Todo ello redundando en una enorme variabilidad de la geometría final de lo proyectado. Así, mientras el casco de un navío tiene una forma que es en gran medida el resultado de las fuerzas y esfuerzos que han de moldear su diseño desde un punto de vista naval –y que hace que se parezcan mucho unos cascos a otros–, una obra de ar-

quitectura tiene un grado de apertura formal incomparablemente mayor, a pesar de que su estructura deberá igualmente satisfacer unas inexorables leyes de la física.

Hasta cierto punto, la posibilidad de la producción singular (*customizada*) en masa es, pues, más propia en la arquitectura. La modulación es una estrategia proyectual clásica que el movimiento moderno favoreció por su interés en la industrialización de la arquitectura. Sin embargo, el cambio más significativo de la construcción a la fabricación arquitectónica ha sido logrado gracias a la combinación de técnicas C.A.D./C.A.M. en nuestra disciplina.

En este sentido, la articulación de superficies complejas desde un punto de vista geométrico así como el necesario despiece de los materiales de construcción a causa de la escala propia de la arquitectura han contribuido a producir un amplio y novedoso repertorio de estrategias de diseño y fabricación que hubieran sido inalcanzables sin la ayuda de los ordenadores en el diseño o la fabricación asistidos. Era una consecuencia lógica del empleo de superficies de doble curvatura en el ámbito de la arquitectura y la necesidad de encontrar una forma de construirlas, tal y como sucedió con las primeras obras de Gehry que fueron pioneras en el campo de la fabricación asistida como el Guggenheim en Bilbao o el Disney Concert Hall en Los Ángeles. Respecto del despiece de las superficies de este último proyecto Lisa Iwamoto (16) ha señalado:

Este método de construcción reveló que la complejidad y la singularidad de la geometría de la superficie no tenía porqué afectar de forma significativa a los costes de fabricación, y es precisamente esta reflexión, el que se puedan fabricar una serie de piezas singulares con casi el mismo esfuerzo

que se requiere para producir en masa otras idénticas, lo que constituye un aspecto importante de la fabricación asistida por ordenador que ha sido explotada para lograr efectos de diseño desde entonces.

Las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías en el campo de la arquitectura han producido una explosión de nuevas geometrías y formas arquitectónicas complejas. La enorme flexibilidad y capacidad para el manejo de la forma abre unas posibilidades sin precedentes en la historia de la disciplina.

Esta nueva forma de abordar la materialización del diseño arquitectónico combinando el potencial de las herramientas de ideación y de fabricación digital ha modificado la manera de producir la arquitectura misma. La fabricación en masa de elementos singulares mediante procedimientos de fabricación asistida es a lo que se ha referido Bernard Cache (17) como “el comienzo de un modo de producción no estándar”. Así, la concepción de una *nueva materialidad* de la arquitectura ha surgido de forma natural a través de la utilización experimental y novedosa en el uso y el aparejado de los materiales constructivos implementado gracias a las técnicas de fabricación digital.

Sin embargo, si se olvidan los principios de ésta y su inevitable fundamentación sobre lo necesario la imaginación desatada acríticamente puede conducir a la banalización de la forma arquitectónica, como ya se aprecia en buena parte de la producción arquitectónica reciente –Gotia (18).

En paralelo a los excesos especulativos de una economía de mercado desbocada que ha caracterizado la opulencia acrítica de la última década, propuestas cada vez más extravagantes de un formalismo banal carente de todo sentido arquitectó-

nico tan vano y despilfarrador como sus promotores. Estas arquitecturas o "blandografías" –Otxotorena (19)– han proliferado por medio mundo al socaire de las ambiciones de políticos y empresarios instrumentalizando la iconicidad de una arquitectura convertida en *vedette* de pasarela en un mundo globalizado, con la ayuda de las nuevas tecnologías y la complicidad de algunas firmas de renombre en la profesión "*Show Business Architecture*" –Miranda (20), sobre todo en países emergentes o con potencial "petro-económico". En algunos de estos últimos la competición por edificar la torre más alta de la historia ha sido una constante digna de un ejercicio de psicoanálisis, acaso interpretable como la usurpación de tal distinción que ha caracterizado hasta no hace tanto a la arquitectura norteamericana, un símbolo en acero y cristal para cerrar una época aún en medio del desierto.

Los arquitectos no pueden obviar la funcionalidad de sus diseños, siendo como es la razón de ser de la arquitectura misma. Tampoco pueden ignorar el hecho de que un formalismo impuesto por una moda pasajera podría afectar a la corrección constructiva de sus proyectos. Es evidente que una de las condiciones de partida de la arquitectura es su estabilidad en términos de estática aplicada; sin embargo, también debería resultar igualmente evidente el que a pesar de que se mantengan en pie determinados diseños de formas sinuosas su empleo como trasdós de un andamiaje estructural más o menos convencional es una práctica arquitectónica que no resulta cohe-

rente ni sincera desde un punto de vista proyectual o constructivo. Algo que puede decirse de buena parte de la obra reciente de Gehry, por citar uno de los arquitectos de más renombre que han sido pioneros en algunos aspectos de la cultura digital en el ámbito de la arquitectura. La coherencia arquitectónica y la sinceridad constructiva requieren una interrelación entre los soportes y lo soportado considerando que tanto su durabilidad como su propia consistencia conceptual están fundadas en una lógica constructiva. Esto afecta indistintamente tanto a la *arquitectura digital* como a la más convencional ya que los principios básicos de la disciplina son independientes del lenguaje adoptado que, en cambio, debe evolucionar a lo largo del tiempo.

Es labor de la crítica distinguir el grano de la paja porque la calidad de la *arquitectura digital* es muy desigual y la complejidad del análisis es, en muchos casos, mayor. Por otro lado, los modelos y los referentes ya no son los del Movimiento Moderno, lo que hace más difícil al tiempo que necesario fijar unos criterios que puedan ser útiles para juzgar esta nueva arquitectura. En todo caso, en arquitectura las formas deben al menos satisfacer dos condiciones: cumplir adecuadamente con una función fundada en lo necesario y tener, por encima de un significado derivado –algo inevitable en el contexto de un lenguaje que la arquitectura también es, un sentido constructivo coherente con la lógica de la disciplina. Al menos esto seguirá siendo válido en el futuro.

REFERENCIAS

(1) MANTZOU, Polyxeni y BITSKAS, Xenofon, "Proyectar en la era del código digital", en Actas Congreso EGA XII, Madrid, 2008, pp. 489-494.

(2) SAGGIO, Antonino, "Information is the Raw Material of a New Architecture", en Proceedings ACADIA 2010 (30th Annual Conference of the Association of Computer Aided Design in Architecture), New York, 2010, pp. 45-48. Texto original: "Our relationship with information technology (IT) is structural, cultural, and formal at the same time; structural because all of society rotates around the value of information; cultural because orienting one's self in this new scenario is fundamental; and formal because the procedures put into effect by this IT way of thinking can also influence the way of conceiving architectural form" (traducción del autor de este artículo).

(3) MARCOS, Carlos L., "Forma abierta y diseño parametrizado. Un nuevo modo de proyectar.", en X Congreso Internacional APEGA, Alicante, 2010, pp. 171-183.

(4) TERZIDIS, Kostas, *Algorithmic Architecture*, Oxford: Architectural Press, 2006.

(5) MARCOS, Carlos L., "Complexity, Digital Consciousness and Open Form.", en Proceedings Acadia 2010 (30th Annual Conference of the Association of Computer Aided Design in Architecture), 2010, pp. 81-87. Texto original: "A closed form (as found in a conventional design) is defined *geometrically* and necessarily belongs to a *metric space* because it is *material*. On the contrary, an *open form* (as a parametric or algorithmic design) is defined *topologically*, it is not contained in a *metric space* – instead, and to a certain extent, it inhabits a *topological space*."

(6) OTXOTORENA, Juan M., "Arquitectura y 'blandografías'. Notas para un debate obligado." , *Revista EGA*, Vol. 17, 2011, pp.66-79.

(7) LEACH, Neil, "Digital Morphogenesis", *Architectural Design*, V. 79, l. 1, 2009, pp. 34-37.

(8) PAREYSON, Luigi, *Conversaciones de estética*, Ed. Visor, Madrid, 1987.

(9) TERZIDIS, Kostas, *Op. cit.*

(10) KOLAREVIC "This quality of homeomorphism [the topologically isomorphic] is particularly interesting, as focus is on the relational structure of an object and not on its geometry – the same topological structure could be geometrically manifested in an infinite number of forms." (traducción del autor de este artículo).

(11) ECO, Umberto, "El problema de la obra abierta" (Actas XII Congreso Internacional de Filosofía, Venecia, 1958), en *La definición del Arte*, Ed. Martínez Roca, Barcelona, 1970.

(12) MARCOS, Carlos L., "Algoritmos, formatividad y abstracción parametrizada", en *Revista EGA*, Vol. 15, 2010, pp.94-101.

(13) KOLAREVIC, Branco, "Digital Morphogenesis", in Kolarevic, B (Ed.), 2003, *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*, Taylor&Francis, Abingdon (U.K.) , 2009. Texto original: "Three-dimensional digital modelling software based on NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines), i.e. parametric curves and surfaces, has opened a universe of complex forms that were, until the appearance of CAD/CAM technologies, very difficult to conceive, develop and represent, let alone manufacture. A new formal universe in turn prompted a search for new tectonics that would make the new undulating, sinuous skins buildable (within reasonable budgets)."

(traducción del autor de este artículo).

(14) IWAMOTO, Lisa, *Digital Fabrications. Architectural and Material Techniques*, Princeton Architectural Press, New York, 2009.

(15) KOLAREVIC, Branco, "Introduction" en Kolarevic, B (Ed.), 2003, *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*, Taylor&Francis, Abingdon (U.K.), 2009. Texto original: "This formal ignorance of wider design trends also stems from yet another ignorance –the technological one- of three-dimensional digital modelling software that made the smooth curves easily attainable by industrial designers, who used them widely on everything from consumer products to airplanes." (traducción del autor de este artículo).

(16) IWAMOTO, Lisa, *Op. cit.*. Texto original: "This building method revealed that the complexities and uniqueness of surface geometries did not significantly affect fabrication costs, and it is this realization, that one can make a series of unique pieces with nearly the same effort as it requires to mass-produce identical ones, that forms a significant aspect of the computer-aided manufacturing that has since been exploited for design effect." (traducción del autor de este artículo).

(17) CACHE, Bernard, *Earth Moves: The Furnishing of Territories*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1995. Texto original: "a non standard mode of production." (traducción del autor de este artículo).

(18) GOITIA, Aitor. "Soft Show", en Actas XIII Congreso Internacional EGA, Valencia, 2010, pp. 91-96.

(19) OTXOTORENA, Juan M., *Op.cit.*, p. 70.

(20) MIRANDA, Antonio. *Columnas para la resistencia*, Ed. Mairea Libros, Madrid, 2008.