

CAPACIDAD ACTUAL DE LAS INTERFACES INFORMÁTICAS PARA TRANSFORMAR Y CREAR MODELOS TRIDIMENSIONALES EN UNA OBRA ARQUITECTÓNICA

*Current capacity of information technology interfaces to transform and
create three-dimensional models in an architectural work*

ARQ. LUIS FERNANDO MUÑOZ MUJICA
Maestría en Diseño Arquitectónico
Universidad De la Salle, Bajío, México
alfernandomunoz@gmail.com

Fecha de recibido: 14 enero 2014
Fecha de aceptado: 6 mayo 2014

pp: 9-20



FAD | UAEMéx | Año 9, No 16
Julio - Diciembre 2014

RESUMEN

El presente análisis se enfoca en el estudio de los nuevos métodos de diseño y la creación de formas tridimensionales apoyadas en los grandes avances tecnológicos que se tienen en el campo de la informática y las herramientas digitales, que para inicios del siglo XXI han alcanzado un gran auge debido a la complejidad con la que trabajan las interfaces informáticas y que, por ende, se está aprovechando al máximo su aplicación en diversas áreas del diseño y, específicamente, en la arquitectura, que es donde se ha visto una gran variedad de edificaciones realizadas con este principio técnico. El concepto de programa de diseño comenzó a surgir cuando la tecnología nos brindó la oportunidad de poder agilizar los métodos de ejecución del proyecto arquitectónico, así como la capacidad de ofrecer la visualización del modelo de manera tridimensional (como lo es el modelo virtual y los recorridos de visualización que se vuelven más realistas) dándonos como objetivo principal el ofrecer el mensaje más claro y directo con la sociedad que no se encuentre involucrada en el vocabulario arquitectónico. Únicamente se pretende dar a conocer las características con las que cuenta la tecnología actual en el área de la representación gráfica en la arquitectura.

Palabras clave: herramientas digitales, método de diseño, tecnología.

ABSTRACT

This analysis focuses on the study of new design methods and the creation of three-dimensional shapes supported by the great technological advances that have been achieved in the field of information technology and the digital tools which in the early twenty-first century have reached new heights due to the complexity of the computer interfaces with which they work, thus taking advantage of applications in diverse areas of design specifically in architecture, we have seen a great variety of structures built using this technology. The concept of the design program began to emerge when technology gave us the opportunity to streamline architectural project delivery methods and provide the ability to display a virtual model three-dimensional (such as virtual model and virtual tours, which have become ever more realistic) giving us as the main objective to offer the message more clearly and directly to a community that is not well versed in architectural vocabulary. This analysis seeks only to highlight current technology in graphic design representations in the field of architecture.

Key words: digital tools, design method, technology.

INTRODUCCIÓN

En décadas recientes, la arquitectura ha dado la explotación de los métodos digitales como herramienta de diseño, específicamente se utiliza tecnología que en principio era para el modelado en la industria militar, tales como aviones, autos o elementos de diseño industrial de consumo general. Pero no hay que olvidar que la arquitectura refleja directamente el sentimiento de la sociedad y que, apoyada con la tecnología, se puede volver una fuente importante de expresión social y cultural, la tecnología es una más de las herramientas que nos hablan del nivel intelectual en el que nos encontramos, al ser capaces de desarrollar gran diversidad de maneras de agilizar los procesos cotidianos que caracterizan a una sociedad intelectual y creativa.

INTERFACE INFORMÁTICA Y MODELOS VIRTUALES EN LA ARQUITECTURA

A raíz de la constante velocidad de evolución tecnológica en los campos de la comunicación y del transporte de información de un lugar a otro, nuestra sociedad cada vez ha mostrado un gran avance en cuanto a los conocimientos obtenidos, la información está siendo transmitida de manera clara y eficaz, logrando, incluso, la superación de la barrera del sonido y del espacio con los conocimientos y la amplia gama de programas digitales de comunicación que nos permiten estar en tiempo y momento, o en el caso de las herramientas digitales, agilizando nuestros trabajos. A principios del siglo XIX, cuando se implementó la maquinaria como principal fuerza motriz para llevar a cabo las actividades industriales, surgieron diferentes puntos de vista en cuanto a su utilización como método de desarrollo, argumentando que con las máquinas se espera un peligro entre la autenticidad del hombre y lo artificial de sus creaciones. Estableciendo así que se perdía el sentido romántico de las actividades. Algunas formas de trabajo que durante mucho tiempo atrás daban grandes resultados, poco a poco se fueron desplazando por la necesidad de la evolución que se estaba llevando a cabo durante este gran periodo del descubrimiento científico y tecnológico. En esta época, el personal favorecido por estos grandes descubrimientos se vio en la obligación de ir adaptándose a estos cambios del modo de vida acelerado, esto para no tener rezago intelectual, laboral y profesional.

INTERFAZ Y ARQUITECTURA

Interfaz: “Conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes”. Dentro del proceso de diseño, interface informática se refiere a algún *software* de apoyo para la representación digital de algún patrón que en este caso se referirá al modelo arquitectónico, de manera comercial y por sus siglas en inglés se denomina *Computer Aided Design* (CAD) a todo aquel programa de apoyo que engloba la representación gráfica.

Los comienzos del diseño asistido por ordenador aparece en el año 1950 y su evolución con el paso de los años ha ido avanzando de manera imparable hasta nuestros días y seguirá en desarrollo progresivo durante muchos años más. Inicialmente estos programas se limitaban a pequeñas aplicaciones centradas en el dibujo técnico en dos dimensiones que venían a sustituir el tradicional tablero de dibujo, ya que ofrecía ventajas para la reproducción y conservación de los planos y reducía el tiempo de dibujo, permitiendo además usar elementos repetitivos y agilizar los cambios (ICEM, 2004).

No podemos olvidar que, estrictamente, la informática en la arquitectura tuvo sus inicios a principios de la década de 1990, cuando eran unos cuantos los despachos de arquitectura que daban pie a la utilización de medios virtuales. En esos días, aún se seguían manejando los métodos manuales y analógicos que conocemos históricamente, como el manejo del papel y las maquetas elaboradas de manera manual, que aún cuentan con el sentir de las manos con las que se están elaborando. Hemos visto reflejado en nuestra arquitectura actual totalmente lo contrario, ¿cuántas revistas de publicaciones arquitectónicas no presentan entre sus páginas modelos de arquitectura creada o realizadas completamente en programas digitales?, dándonos como respuesta el estado tecnológico en el que nos encontramos y demostrándonos la compatibilidad de la interfaz arquitectónica con los ordenadores. Ya que, para poder alcanzar ese nivel de visualización de arquitectura, atrás hay un gran proceso intelectual que se complementa con la posibilidad de presentar de manera más clara el mensaje que se intenta transmitir a los interlocutores que, en este caso, es la sociedad, que no está tan adentrada con el lenguaje arquitectónico y con el método de visualización, en el que se facilita el trabajo del arquitecto actual.



Figura 1. Comparativa de los procesos de representación de un proyecto arquitectónico. Imagen izquierda muestra un prototipo volumétrico elaborado de manera manual. En la imagen derecha se observa un prototipo de arquitectura virtual.

Fuente: Imagen izquierda, proyecto académico sobre la flexibilidad en una casa habitación, Arq. Fernando Muñoz Mujica, 2013. Imagen derecha, proyecto ejecutivo de casa habitación del Arq. Jair Aragón Dávila, 2AD, 2014.

En la arquitectura intervienen dos métodos principales de creación, el diseño y la construcción de la idea surgida, pero para poder completar el ciclo de manera eficaz es

importante el análisis y la retroalimentación de ambas, esto para poder ir manejando la concepción a la par de lo que se quiere expresar de manera efectiva. Es aquí donde la creciente proliferación de ordenadores y de avanzados programas informáticos de modelado ha permitido a arquitectos, diseñadores y estudiantes concebir y construir proyectos que serían muy difíciles de desarrollar usando métodos tradicionales (Dunn, 2010: 6).

Se ha dicho que los métodos digitales han reemplazado o revolucionado la forma de concebir y crear arquitectura, pero una revolución es la transformación de la forma de ver o crear las cosas y está claro que la arquitectura sigue contando con su materia prima e intelectual, capaz de visualizarla antes que cualquier herramienta digital y por ende no se le puede llamar revolución si no hay un cambio de paradigma, como lo menciona Ortega (2009). No obstante entra aquí en conflicto el dilema que aqueja a los grandes pensadores de la época actual acerca de lo que es o no arquitectura, viendo el uso de los ordenadores como un método de exploración y experimentación sobre espacios que no entran en contacto con la vida cotidiana, con la sociedad y con la capacidad de generar emociones, que es una de las cualidades más importantes de la arquitectura, más que la simple capacidad de generar experiencias o deslumbrar la percepción visual, es aquí donde las paradojas se agravan, si se considera a lo virtual como una posibilidad de que se puede o no llevar a cabo y hasta no tenerlo demostrado seguirá siendo la respuesta “pero...no es real” (Dollens, 2002: 11), situación que está o que puede provocar conflicto, porque si precisamos que un modelo tridimensional no entra como arquitectura, entonces dónde se encuentra el parámetro de ¿qué proyecto digital o analógico lo es?, ¿se vuelve arquitectura hasta que se ve reflejado en el sentir de los usuarios?.

A partir del siglo XIX, existe un licenciamiento de la fuerza muscular del hombre en beneficio de la máquina-herramienta; después una desocupación definitiva de su memoria, de su conciencia, con el reciente desarrollo de las computadoras, de las máquinas herramientas de comando numérico, la automatización de la producción postindustrial se redobla con la automatización de la percepción y después con el diseño asistido por computadora, posibilitado por el mercado de programas informáticos, mientras llega el de la inteligencia artificial (Virillio, 1997: 33).

EL SOFTWARE EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Dentro de las herramientas tecnológicas especializadas para el diseño y modelado tridimensional, existe también un proceso evolutivo que fue desarrollándose gracias a los avances en el campo de la informática y la capacidad de los procesadores de almacenar información, tal es el caso

del proceso *Building Information Modeling* (BIM) que en últimos años ha dado un gran paso al poder ser utilizado en conjunto en la ingeniería, la industria de la construcción y arquitectura, al ser compatible con cada uno de los *software* correspondientes para cada materia, como por ejemplo Revit, ArchiCAD y Allplan, los cuales, gracias a su utilización, han ofrecido a los despachos dedicados al diseño y construcción una gran ventaja en cuanto a los trabajos realizados de manera conjunta por los profesionales, ya que estos resultados no solo permiten visualizar de manera clara y a detalle partes que únicamente se podrían apreciar hasta su proceso constructivo, sino que gracias a ellos se puede prever cualquier debilidad que pudiera existir antes de encontrarse en el proceso de ejecución, permitiendo de manera directa la estrecha relación laboral dentro de los mismos archivos, dando como soporte el flujo de información y decisiones tomadas para el mejoramiento y el ciclo de vida del proyecto construido.

BIM es un proceso que implica la creación y el uso de un modelo 3D inteligente para informar y comunicar las decisiones del proyecto. Diseño, visualización, simulación y colaboración habilitada por soluciones BIM de Autodesk brindan mayor claridad para todas las partes interesadas en todo el ciclo de vida del proyecto. BIM hace que sea más fácil alcanzar las metas del proyecto y de negocios (Autodesk, 2014).

ALCANCE ARQUITECTÓNICO EN LOS MODELOS VIRTUALES

De manera tridimensional se generan elementos prototipo que a su vez, gracias a la complejidad de los programas, se puede alcanzar a elaborar los componentes principales para encontrar la perfección, ya que ofrece elementos tan detallados que precisa una completa descripción del elemento. Obteniendo la información necesaria para poder llevar a cabo la elaboración en escala real.

Durante muchos años y aunque el proceso de hacer dibujos había pasado de ser analógico a ser digital, en el ámbito del diseño de edificios esta transición no se vio realmente reflejada. El diseño asistido por ordenador sustituyó los dibujos hechos sobre el tablero, pero los edificios seguían teniendo prácticamente el mismo aspecto; un tipo de representación bidimensional reemplazó a otro, fue necesaria la aparición del modelo tridimensional por ordenador y de la modulación digital para dar un vuelco al enfoque del diseño y ampliar los límites de la forma arquitectónica y la construcción (Iwamoto, 2009: 55).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

1. Realismo virtual del modelo.
2. Capacidad de crear formas topológicas o irregulares.
3. Visualización precisa de los elementos principales.
4. Innovación tecnológica de los materiales.
5. Innovación del discurso arquitectónico.
6. Capacidad de detectar posibles irregularidades en el diseño antes de llevarlo a cabo.
7. Facilidad de la comunicación con el usuario.

NECESIDAD DE INNOVACIÓN EN CUANTO A MATERIALES

Una de las cualidades que ha dado a la arquitectura la utilización de la tecnología informática, es sin duda la necesidad de innovar en cuanto a materiales que puedan satisfacer y cumplir con lo proyectado, ya que muchas de las investigaciones de los proyectos que se han desarrollado con este principio, traen consigo una nueva técnica en cuanto a materiales y tecnologías de fabricación, como por ejemplo, con la forma en la cual Frank Gehry elaboró el Disney Concert Hall (1989-2003) con sus cientos de piezas y el estilo en el cual se enlazaba y comunicaba el modelo virtual del real, teniendo la interrelación de manera directa entre el prototipo generado y los conflictos que se presentaban, esto al buscar el orden establecido en la forma arquitectónica, este ejemplo fue uno de los pioneros en la implementación tecnológica en cuanto a Métodos Constructivos y de Materiales.

INNOVACIÓN ARQUITECTÓNICA

La arquitectura ha evolucionado a la par de la sociedad en la que se encuentra, tomando como principio y punto de partida los modelos antecesores de los grandes periodos arquitectónicos mundiales, en décadas pasadas ha ido incrementándose los avances tecnológicos en la mayoría de las actividades humanas, y el discurso arquitectónico no es la excepción, necesita estar en constante movimiento y en constante actualización con la sociedad contemporánea de principios del siglo XXI, donde ya hemos visto el principio de este cambio en el estado del conocimiento y donde está reflejado el sentir de una sociedad completamente digital. Ya que actualmente hemos sido espectadores de proyectos que rompieron los paradigmas de la arquitectura tradicional, con su diversidad en cuanto a formas y procesos de ejecución por contar con elementos nunca antes utilizados en el área de la arquitectura y proyección de espacios que, en principio, parecieran imposibles de llevar a cabo en la actualidad, pero se ha demostrado que conforme avanza la capacidad imaginativa de la arquitectura, hay un avance significativo en los mismos métodos constructivos actuales. Lo que nos ofrece una gran posibilidad de desarrollo tecnológico.

Para que el crecimiento sea saludable y no canceroso, los proyectos arquitectónicos deben incorporar normas para la evolución, un arquitecto responsable debe preocuparse por las propiedades evolutivas, no puede dar un paso atrás como un mero observador, como si la evolución fuera algo que simplemente les ocurre a sus edificios (Gordon, 1969; citado en Ortega, 2009: 20).

PROBLEMÁTICA EN LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA CREAR MODELOS TRIDIMENSIONALES

Como todo nuevo método o manera que modifica el paradigma tradicional de cualquier disciplina, la arquitectura y las herramientas digitales no están alejadas de estos cuestionamientos al contar con muchas interrogantes en cuanto a su utilización, ya que existe una gran cantidad de críticos del arte que presentan sus inquietudes en cuanto a la utilización de estos sistemas de diseño y representación gráfica.

Nos depara una civilización del ordenador, del cálculo y del cómputo, que opera sólo digitalmente y que sustituye las cualidades de lo vivo por cantidades contables; que en el lugar de lo vivo pone la técnica total y la calculabilidad en lugar de la experiencia, ¿Qué agota de tal modo el cálculo lógico y el formalismo de las conclusiones que ya no son posibles nuevos entendimientos directos; por ejemplo los relativos al uso y al hacer, al ojo y a las manos? (Aicher, 2001: 35).

CUESTIONAMIENTOS PRINCIPALES

1. Al ser la arquitectura una disciplina completamente sensitiva, se desarrolla una pregunta, ¿se puede perder esta cualidad al implementar métodos mecánicos o digitales?
2. ¿Existe fundamentación arquitectónica en los modelos creados?
3. ¿Se pierde la cualidad espacial al visualizar únicamente el modelo?
4. ¿La funcionalidad del edificio se pierde con la formalidad obtenida?
5. ¿Se toma en cuenta los alcances tecnológicos actuales?
6. ¿Son utopías formales?
7. ¿Son esculturas de tamaño monumental?
8. Con la problemática climática actual ¿aportan sustentabilidad a nuestro planeta?

Estos cuestionamientos son algunos de los cuales se presentan relacionados con procesos digitales en la arquitectura. Pero como toda analogía previa, se tiene o se tendría la misma preocupación en cuanto a algún proyecto arquitectónico elaborado de manera tradicional (bosquejos, planos, maquetas, elementos manuales), ya que al ser proyecto no se pueden percibir las sensaciones transmitidas que ofrece una obra ya realizada. Entonces entraríamos en el mismo cuestionamiento ¿es real

o no?, ¿funcional o no? y por último, ¿es o no arquitectura?. Antoine Picon habla estrictamente sobre este tema argumentando la relación que existe de manera directa entre la naturaleza y la arquitectura, “El avance en el diseño digital se presenta a menudo como una amenaza a una de las dimensiones esenciales de la arquitectura: los aspectos concretos de las tecnologías de la edificación y la construcción; en una palabra, su materialidad” (Picon, 2004; citado en Ortega, 2009:67).

EJEMPLOS DE MODELOS VIRTUALES EN LA ARQUITECTURA

Con los bastos y avanzados métodos de llevar a cabo algún proyecto arquitectónico, muchos profesionales han alcanzado prestigio mundial gracias a la tecnología con la que elaboran sus obras representativas, así como a los nuevos métodos de diseño implementados, como la llamada Arquitectura Paramétrica, que se basa en elementos aleatorios que se pueden manipular hasta cierto rango para obtener resultados estéticamente definidos y con cierta aceptación formal. Los siguientes ejemplos enmarcan las características que han tenido algunos proyectos que se han desarrollado con este principio, desde los experimentos de Greg Lynn, a principios de la década de 1990, que comenzó como una búsqueda de interacción con la tecnología, la vida y la arquitectura, hasta alcanzar un modelo totalmente virtual que modificó la forma de ver la arquitectura, esto en cuanto a los conceptos de evolución propia que argumenta en su obra *Embryological House*. Donde se puede observar la mutabilidad que se presenta en su morfología. Así, pasando a otro ejemplo, el Restaurante Tori Tori, obra construida y diseñada por del arquitecto Michel Rojkind, que fue desarrollado con principios tecnológicos actuales en cuanto a su ejecución constructiva, nos muestra el alcance que se puede obtener aprovechando los elementos digitales actuales.

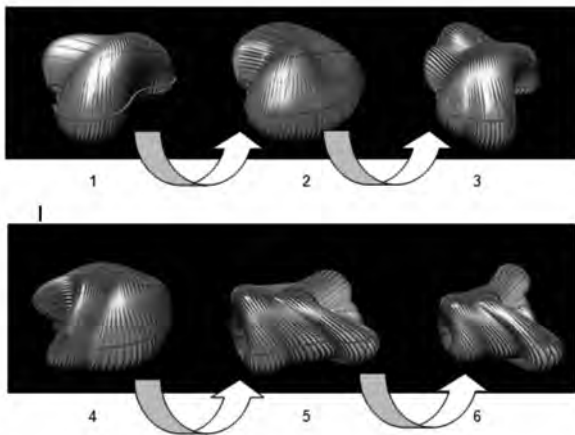


Figura 2. La evolución formal del proyecto *Embryological House* donde se observa la capacidad de mutación del prototipo. Apoyado completamente con modelos CAD, (específicamente MicroStation y Maya) para su modificación y elaboración.

Fuente: <http://www.docam.ca/en/component/content/article/106-embryological-house-greg-lynn.html>, consultada el 2 de Julio de 2014. Editada por Arq. Fernando Muñoz.



Figura 3. Restaurante japonés Tori Tori (Diseñado por Michael Michel Rojkind Esware Studio). Logrando crear una fachada con características orgánicas. Así como la implementación de las tecnologías constructivas más avanzadas para poder desarrollar la piel principal.
Fuente: <http://www.eluniversaledomex.mx/>, consultado el 22 de julio de 2014.

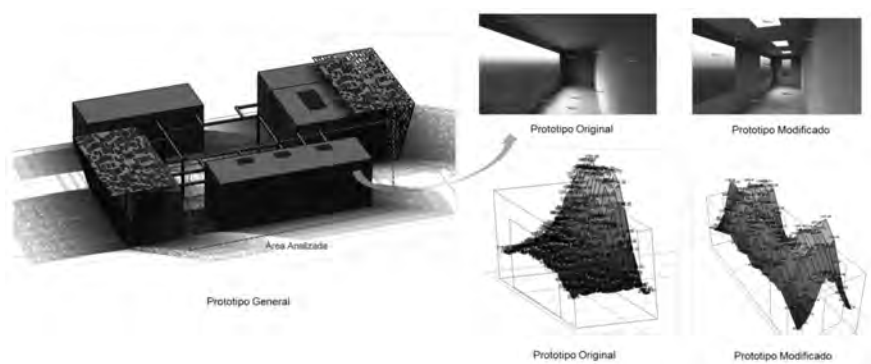


Figura 4. Imágenes en las que se utilizó el programa Ecotect, elaborando un proyecto de carácter académico para evaluar la incidencia lumínica de la luz natural dentro de las diversas zonas del proyecto, donde con base en el prototipo principal y con ayuda de las características de este *software*, se fueron realizando modificaciones arquitectónicas para optimizar la cantidad de iluminación, el confort espacial y sensorial.
Fuente: Proyecto académico elaborado por Arq. Carlos Cordero, Arq. Christian Rodríguez, Arq. Miguel Martínez y Arq. Fernando Muñoz, Universidad De la Salle Bajío, Noviembre de 2013, México.

CONCLUSIONES

A lo largo de la historia, la arquitectura ha demostrado su gran capacidad de adaptabilidad a los medios tecnológicos en los que se ha encontrado, desde el aprovechamiento de los primeros métodos naturales de construcción hasta la elaboración de maquinarias completamente avanzadas para poder desarrollar las obras más emblemáticas que han caracterizado a la sociedad actual. Por ello, es importante poder continuar con un constante movimiento y cambio de paradigmas del diseño arquitectónico y de los métodos de ejecución que, por ende, tienen que modificarse a la par de los estados y capacidades de inteligencia colectiva de las sociedades.

¿Evolución? Se dice que para que exista una evolución intelectual, laboral o técnica, se debe recorrer un largo camino lleno de procesos experimentales, tal es el caso de la arquitectura que a lo largo de la existencia del ser humano ha presentado un sin fin de cambios en el paradigma arquitectónico, lo que ha orillado a los arquitectos a la adaptabilidad en cuanto a los alcances tecnológicos con los que se cuenta en su temporalidad y espacialidad, en esta contemporaneidad de avances en las características técnicas del que hacer arquitectónico, se está viendo reflejado de manera más marcada el cambio en los procesos de diseño y ejecución de la arquitectura.

Para seguir conservando a la arquitectura como una de las máximas expresiones artísticas del ser humano, es importante poder seguir manteniendo el sentir y las características que le han dado valor a lo largo del tiempo, como son los diversos valores que históricamente se le han dado a esta disciplina por los principales exponentes de la arquitectura. Que gracias a ellos se ha seguido relacionando con los sentimientos de la sociedad contemporánea.

Durante esta investigación, y empapado de diversa información sobre los procesos de diseño que existen en la actualidad y que han ido a través de los últimos años convirtiéndose en procesos más comunes dentro de la arquitectura, considero de manera muy personal que, como toda actividad, estamos obligados como arquitectos a dar el paso en nuestras formas de crear arquitectura de manera conjunta con las herramientas que tenemos a nuestro alcance, de no pelearnos con lo que nos ofrece la tecnología actual, de aprovecharla a nuestro favor, para con base en nuestros conocimientos, crear en conjunto arquitectura apoyada de la tecnología sin olvidarnos de los principios que volvieron a esta disciplina una de las más significativas de toda la historia de la humanidad.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOHEMEROGRAFÍA

1. Aicher, Otl (2001), *Analógico y digital*, Gustavo Gill, Barcelona, España.
2. Boni, Federico (2008), *Teorías de los medios de comunicación*, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
3. Bostelmann, Sebastián (1979), *Estructura y biografía de un objeto*, UNAM, México.
4. Broadbent, Geoffrey, Bunt Richard, Charles Jencks (1984), *El lenguaje de la arquitectura*, Limusa, México.
5. De la Ferrière, Reynald (1980), *El arte en la nueva era*, Diana, México.
6. Dollens, Dennis (2002), *De lo digital a lo analógico*, Gustavo Gili, España.

7. Dunn, Nick (2010), *Proyecto y construcción en arquitectura*, Blume, España.
8. Frampton, Kenneth (1981), *Historia crítica de la arquitectura moderna*, Gustavo Gili, España.
9. Iwamoto, Lisa (2009), *Digital fabrications: architectural and material techniques*, Princeton Architectural Press, USA.
10. Jiménez, Víctor (1987), *El dibujo de arquitectura*, Dedalo, México.
11. Olea, Óscar (1980), *El arte urbano*, UNAM, México.
12. Ortega, Luis (2009), *La digitalización toma el mando*, Gustavo Gili, España.
13. Pask, Gordon (1969), *The architectural relevance of cybernetics*, John Wiley & Sons, Inglaterra.
14. Ramírez Vázquez, Pedro (1989), *Ramírez Vázquez en la Arquitectura*, Diana, UNAM, México.
15. Scheler, Max (1988), *La teoría de los valores*, Bruquera, España.
16. Villagrán García, José (2007), *Doctrina de la arquitectura*, El Colegio Nacional, México.
17. Virillio, Paul (1997), *La velocidad de liberación*, Manantial, Buenos Aires, Argentina.

MESOGRAFÍA

1. Autodesk, [En línea] <http://www.autodesk.com/>, consultado el 12 de septiembre de 2013.
2. ICEM (2004), Historia de Catia y manuales, ICEM, USA.
[En línea] <http://www.3ds.com/search/?q=manual&qt=1403312188480>, consultado el 20 de junio de 2014.
3. Lynn, Greg (2001), *Embryological House*, Canadian Centre of Architecture, Canadá.
[En línea] <http://www.docam.ca/en/component/content/article/106-embryological-house-greg-lynn.html>, consultado el 2 de julio de 2013.