

PAPER

## EL DIBUJO ARQUITECTÓNICO EN LAS ÚLTIMAS TRES DÉCADAS. PRODUCIENDO CON UN NUEVO UNIVERSO INFORMATIVO

**LISNOVSKY, Martín**[arqhis@gmail.com](mailto:arqhis@gmail.com) ; [martin@lisnovsky.com](mailto:martin@lisnovsky.com)

Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas (IAA), FADU, UBA

### Resumen

*El exponencial crecimiento del campo de datos y sus múltiples relaciones han configurado un universo informativo a partir del cual todas las estrategias y los desarrollos productivos han tenido que adaptarse. La representación de las ideas proyectuales en el mundo virtual, continuando las tradicionales herramientas del dibujo de papel, podemos distinguirla en dos campos complementarios, aunque a veces antagónicos: el universo de la expresión artística de las ideas y el universo del lenguaje para ser comprendido en la construcción del objeto o de la obra.*

*Continuando las experiencias e investigaciones respaldadas desde la filosofía de Derrida, Deleuze, Jencks o Bataille, pero impulsadas claramente por la exploración del nuevo potencial operativo, las representaciones de geometrías animadas, líquidas, genéricas, arquitecturas evolutivas, no lineales y paramétricas, han estado desarrollando -acompañando la aparición de plataformas y periféricos-, su propio camino determinado por un sentido necesariamente pedagógico y fuertemente individual en busca de un trazo de carácter.*

*Pero detrás de éstas expresividades que marcaron la primera generación digital, el enorme cambio que comenzaba a forjarse en la disciplina se daba en el siguiente campo: la normalización de los sistemas CAM/CAD/BIM, el establecimiento de redes y secuencias en la nube, las estructuras de trabajo colectivo y transdisciplinario, las arquitecturas de código abierto y las plataformas de fabricación colaborativa impulsando un flujo continuo de la información y por ende, el establecimiento de nuevas normas de estandarización*

*que logren el lenguaje común en la multiplicidad de ecosistemas en constante evolución.*

*Hasta fines de los 60, las computadoras habían ocupado tres campos: las máquinas estadísticas, las máquinas de calcular y las máquinas dedicadas a operaciones lógicas automatizadas: esto es el procesamiento de la información. Retornando a un tiempo pre-industrial, la capacidad productiva de los arquitectos en la era digital es consolidada por un sistema integral y colectivo de procesamiento de datos, necesario para la complejidad de las estructuras en las cuales la arquitectura se desenvuelve y tiene que dar respuesta.*

*Un modelo espacial, preciso, económico y eficiente, sin abstracciones ni interpretaciones, quizás inclusive sin una representación por imágenes, quizás sólo expresada en datos, supera finalmente a la perspectiva, las proyecciones Monge y la documentación estática y fragmentada.*

*Palabras clave: lenguaje común, universo energético-informativo, ecosistemas productivos, convergencia, transversalidad*

*...me imagino que cuando Descartes concibió el método de las coordenadas, como una generalización de los diagramas proporcionales del artista y del arquitecto, y mucho antes de que pudieran preverse las inmensas posibilidades de análisis, tenía en mente un propósito muy sencillo; tal vez no se trataba nada más que de encontrar una manera de traducir la forma de una curva (así como también la posición de un punto) en números y en palabras...*  
D'Arcy Thompson, 1917

A través de una búsqueda continua y usualmente guiada por la intuición, la Arquitectura ha debido adaptar su capacidad y sus métodos en el marco de un nuevo modelo productivo, cuya inercia principal ha sido la aparición de plataformas en constante evolución.

Desde finales de los años 80 hasta comienzos de la década del 10, se reconoce una Primera Generación trabajando activamente con herramientas digitales, que ha alcanzado un elemento inédito en la historia de la profesión: un Lenguaje Común a lo largo de todo el proceso, abarcando desde el origen de las ideas y la elaboración del proyecto hasta la verificación de la logística productiva.

El Lenguaje Común se desarrolla, como consecuencia de la Nueva Ciencia del Big Data, en una plataforma compuesta (real y virtual), un Universo Energético-Informativo que le da sentido, integrando activamente los colectivos profesionales, las características del contexto, las verificaciones y modelos de proyecto, y las

## UNIDAD | HISTORIA Y CRÍTICA

manufacturas productivas. Estos Ecosistemas Productivos integradores permiten activamente la Convergencia y la Transversalidad de especialidades que comenzaron en los últimos años a dar un nuevo sentido y expandir la profesión.

Con los nuevos interfaces tridimensionales de lectura de la realidad, y sus procesos de trabajo basados en la información en tiempo real, la Documentación Gráfica, tal como se la conoció desde el siglo XIV, ha comenzado a sufrir cambios drásticos.

Al incorporar en la cotidianidad de las tareas las herramientas y los medios digitales, una cultura PosDigital vuelve a poner la atención en los problemas centrales propios de la arquitectura.

El cambio de tecnología no sucede en un instante, sino que pequeños y azarosos pasos son producto de accidentes o, a veces, realizados con total independencia unos de otros. Comienza a transformarse en una herramienta recién cuando ante una necesidad, alguien la considera útil, y la incorpora en sus oficios. La innovación se transforma en una herramienta cuando existe la demanda cultural alineada con las mismas características.

En el mismo año que publica su tesis doctoral bajo el título “Teoría y diseño en la primera era de la máquina”, Reyner Banham inicia, como editor invitado en la *Architectural Review*, una investigación a través de varios ensayos que expondría la arquitectura moderna a la luz del avance técnico y científico. En hojas de fondo amarillo, “Architecture after 1960” fue iniciado con los artículos ‘Stocktaking’ (*Architectural Review* 127, 1960) y “The Science Side” (*Architectural Review* 128, 1960). En ambos textos parece retomar algunas ideas ya expuestas por Laszlo Moholy-Nagy en el último de los *Bauhausbücher* “Von Material zu Architektur” (1929): la necesidad de incorporar los nuevos materiales y las nuevas tecnologías como así también avances en los campos de las ciencias en general y la biología en particular. De alguna manera, respondía al anhelo de los arquitectos modernos –no alcanzado por entonces- en emular la capacidad de los ingenieros en asimilar y aplicar rápidamente los avances técnicos. Banham expone que, al abrir la arquitectura a nuevos campos, provocaría una transformación del tal envergadura en la manera de llevar adelante la profesión que sería irreconocible para su generación. Con el mismo entusiasmo con el cual habían admirado a la “Máquina Industrial”, en marzo del 60 percibía que admirarían a la “Computadora”.

Hasta fines de la década del 50, las computadoras habían ocupado básicamente tres campos: las máquinas estadísticas, las máquinas de calcular y las máquinas dedicadas a operaciones lógicas automatizadas: esto es el procesamiento de la información. Desde entonces y hasta comienzos de los años 90, cuando el crecimiento exponencial de la capacidad de los procesadores permitió un salto cualitativo forjando un gran cambio cultural, el proceso de adaptación de la informática al tablero de los estudios de arquitectura, avanza entre mecánicas matemáticas, exploraciones visuales, diagramas de flujos, estudios de interfaces, analogías de formas de representación con computadoras y la aparición de los programas como agentes versátiles de la producción arquitectónica.

En 1981, con la aparición de las Xerox 8010 Information System, desarrollada en el Xerox Palo Alto Research Center (PARC), nace la era de las Plataformas GUI

## UNIDAD | HISTORIA Y CRÍTICA

(Graphical Users Interface). Alan Kay proponía una plataforma visual e intuitiva con la capacidad de simular mecanismos de la vida real en una simple pantalla. La Informática se acerca al lenguaje visual y gráfico cercano a las metodologías de trabajo de los arquitectos, un primer lenguaje común que facilitará su potencial en el futuro. Junto con el desarrollo del entorno gráfico, inicialmente ha habido una marcada deficiencia de los diversos interfaces que reemplazarían la capacidad del lápiz, simbolizando la dificultad en su injusta comparación con el ícono de la nueva plataforma: el mouse de Douglas Engelbart.

Si bien esta deficiencia fue resuelta posteriormente por monitores touchscreen, tabletas, interfaces 3D y lápices ópticos, la cuestión de fondo no se circunscribía meramente a la simple réplica de la herramienta analógica sino que apuntaba a las posibilidades de la libre expresión, a la capacidad de la mano para enlazar cada acción con el pensamiento que la empuja. No es casualidad la reacción que en sintonía y como alegato a favor de la cultura háptica en relación al lápiz, han aparecido varios textos entre ellos el de Juhani Pallasmaa (La mano que piensa, 2009) enfatizando esta idea "...en realidad, cada acto de hacer un boceto o dibujar produce tres juegos diferentes de imágenes: el dibujo que aparece en el papel, la imagen visual registrada en mi memoria cerebral y una memoria muscular del acto de dibujar en sí..." En un período de fuertes cambios, el ímpetu por la exploración y la investigación en la utilización de "lo nuevo" impulsa los procedimientos, las profesiones y las herramientas que se entrecruzan invariablemente hasta lograr madurar, con el tiempo, en una plataforma productiva.

Los arquitectos y diseñadores adoptaron muy temprano las tecnologías digitales, y en las grandes empresas y las escuelas de arquitectura mantienen el ritmo tanto en las nuevas herramientas como en las ideas que las mantienen en vitalidad. La Revolución Industrial consolidó en las máquinas una extensión de las capacidades motoras y de fuerza del ser humano. La Revolución Digital, y especialmente esta incipiente segunda generación expande las capacidades de la inteligencia, de la razón y de la inteligencia colectiva.

Como ejemplo a la búsqueda de consideraciones y procesos afines a las nuevas herramientas, se ha destacado en el campo científico el "The New Kind of Science" (2002), de Stephen Wolfram, quien trabaja con un concepto de más de medio siglo: la Célula Automata, a partir de la cual se pueden obtener en simulaciones resultados diferentes a las predilecciones científicas o el cálculo de las matemáticas. Es de señalar el origen de tan exitoso modelo: las células autómatas en sistemas dinámicos aparecen con el mismo concepto que Wolfram hacia finales de los 40 en "Theory of Self-reproducing Automata", elaborado por el matemático John von Neumann, en los años donde había redactado un informe sobre un computador de programa almacenado, luego de trabajar en el ENIAC en la Universidad de Pensilvania.

Las compilaciones y textos historiográficos recientes sobre la aplicación de las herramientas digitales en arquitectura, desde "Cyberspace, First Steps" (Michael Benedikt, 1991) y el "Cyber Reader" (Neil Spiller, 2002) hasta "When is the Digital in Architecture?" (CCA, 2017) muestran las exploraciones de las nuevas herramientas y las analogías y metáforas de disciplinas exógenas que de a poco fueron conformando el nuevo universo de pensamiento y reflexión. De los textos más significativos para

## UNIDAD | HISTORIA Y CRÍTICA

promover una nueva conciencia y a partir de allí, diversas estrategias de pensamiento aplicadas al diseño no pueden dejar de señalarse el compilado de escritos “Far from Equilibrium” (Actar, 2007) de Sanford Kwinter y “Atlas of Nouvel Tectonics” (Princeton, 2006) de Jesse Reiser. Ambos claros ejemplos en el esfuerzo de modificar la tradición de lectura y análisis de las articulaciones de diseño.

Kwinter indaga en la historia sobre el origen de algunos procesos: “...Fuller was the first designer in history to understand structure as a pattern comprised entirely of energy and information...” o el desarme de ciertos prejuicios: “...The mechanical and the electronic, contrary to popular cultural theory and belief, are by themselves not paradigms and do not represent distinct, successive, agonistic ages or irreducible worlds in collision....are in fact expressions of two continuous, interdependent historical-ontological modalities: those of Matter (substance) and Intelligence (order, shape)...”

Reiser destaca nuevas taxonomías de los elementos y lecturas sobre estructuras arquitectónicas (ej: Intensive Difference: Gradient Field / Extensive Difference: Scalar System) y la lectura transversal que permite percibir las fuerzas que actúan en el diseño de los elementos ( “...a research project that is embedded everywhere in matter but that can be harvested only by subjecting matter to the action of a structuring diagram...”)

En las últimas tres décadas, la cultura de las herramientas digitales ha ido avanzando por diferentes objetivos, determinados por los avances en cada una de las plataformas de producción. Podemos distinguir 4 etapas a través de algunos temas, escritos y proyectos destacados:

### 1- La Exploración Geométrica y Morfológica

Escritos: “Folding Architecture” y “Animate Form” de Greg Lynn, “An Evolutionary Architecture” de John Frazer, “Liquid Architecture” de Marcos Novak y “Field Conditions” de Stan Allen.

Obras: Peter Eisenman, Edificio de Oficinas (Proyecto), Tokio 1991 / Frank Gehry, Museo Guggenheim, Bilbao 1991-1997 / Renzo Piano, Aeropuerto de Kansai, Osaka, 1988-1994

### 2- La incorporación de la Complejidad y Precisión de las Ciencias

Escritos: “Architecture of the Jumping Universe” de Charles Jencks”, “Architecture and Sciences” de Antoine Picon, “Embriological Houses”, de Greg Lynn, “Objectile” de Bernard Cache, “Morphogenesis” de Achim Menges.

Obras: Foreign Office Architects, Estación Marítima, Yokohama 1995-2002 / Zaha Hadid, Phaeno Science Centre, Wolfsburg 1999-2005 / UN Studio, Museo de Mercedes Benz, Stuttgart 2001-2006

### 3- El establecimiento de un Lenguaje Informativo Universal y de Redes Colectivas

## UNIDAD | HISTORIA Y CRÍTICA

Textos: "Scripting Architecture", de Christopher Hight, "BIM Design" de Richard Garber, "Arquitectura Paramétrica" de Patrik Schumacher, "Smart City" de Antoine Picon

Obras: SANAA, Museo de Arte Contemporáneo del Siglo XXI, Kanazawa 1999-2004 / Steven Holl, Vanke Centre, Shenzhen 2006-2009 / Toyo Ito, Mediateca, Sendai 1995-2001

#### 4- El desarrollo de Modelos y Sistemas Productivos.

Textos: "Performative Architecture", de Branko Kolarevic, "Made by Robots", de Fabio Gramazio, "Digital Property" de Mario Carpo, "3d Printed Body" de Neri Oxman, "Workflows" de Richard Garber y "Active Matter" de Skylar Tibbits.

Obras: Thom Mayne, Museo Perrot de Ciencia y Naturaleza, Dallas 2010-2012 / Herzog & de Meuron, ELBPhilharmonie, Hamburgo 2003-2017 / MAD, Harbin Opera House, Harbin 2010-2015

En el camino desde las gimnasias morfológicas hacia la producción con materiales inteligentes, la paleta se ha ampliado; hay campos nuevos y especializaciones más específicas. En el nuevo orden en el cual se relacionan los elementos, existe una verdad inexpugnable: hoy la profesión va dejando de lado las ineficiencias de las predilecciones y los imprevistos, para articular estructuras de producción propias de las ciencias duras y las ingenierías.

Una solución acorde con las nuevas necesidades de precisión, es la estructura colectiva de inter-relaciones que convergen en un objetivo. La estructura colectiva y la convergencia como método de desarrollo colectivo, a gran escala y en tiempos de la modernidad, tiene sus raíces en Muthesius, la Asociación Alemana de Talleres y la fundación de la Bauhaus. Un ejemplo posterior, en tierra americana y con las herramientas que marcan la genealogía de lo digital, es el que describe Reinhold Martin en "The Organizational Complex" (2003). En él se representan las características estéticas y tecnológicas de una red conocida en tiempos de la segunda posguerra como Complejo Industrial-Militar, un modelo productivo-corporativo de redes de comunicación e infraestructura determinado por sistemas integrales de instituciones, actores y recursos.

Esta primera transversalidad de relaciones a gran escala, donde encontramos trabajos alineados y concatenados de Norbert Wiener, Sigfried Giedion, Laszlo Moholy Nagy, Marshall McLuhan, Harold Edgerton, Gyorgy Kepes, Walter Gropius, Paul Rand, Eliot Noyes, Thomas Watson Jr, Norman Bel Geddes y Eero Saarinen, ha sido no solo un modelo de investigación colectiva sino más aún, un verdadero incentivo a la exploración conjunta de especialistas en campos diversos, cuyos objetivos retroalimentaban y redireccionaban a su vez el crecimiento de cada uno de sus propias especialidades: El medio es el mensaje, la cibernética, las formas modernas de experiencia colectiva, la mecanización toma el mando, lenguaje de la visualización, las redes anti-bomba. Las percepciones dentro del micro y del macro cosmos, los patrones de reproducción, la integración de los sistemas de comunicación enlazados con el progreso evolutivo y biológico de los animales. Los

## UNIDAD | HISTORIA Y CRÍTICA

sueños de la producción en masa a gran escala, los elementos de confort. Y las arquitecturas corporativas. Todo un universo inter-relacionado de discusiones y debates en una dirección definida.

Otro ejemplo a nivel universitario es el que relata Arindam Dutta en “A Second Modernism. MIT, Architecture and the Techno-Social Moment”. Entre los 50 y comienzos de los años 80, en la línea de Saarinen y Kepes, un entorno universitario enfocado en la incorporación de los cambios sociales y los vínculos entre el arte, la ciencia y la tecnología.

La pedagogía de la prefabricación, el desarrollo del urbanismo, la estética de una nueva experiencia visual, simulaciones en máquinas predictivas, los programas de Kevin Lynch, los diseños asistidos matemáticamente por computadora de Christopher Alexander, el Sketchpad de Sutherland, la aparición del Architecture Machine group de Nicholas Negroponte, los simposios CASE (Conference of Architects for the Study of the Environment).

Estos temas muestran el sentido hacia donde se dirigen los estudios de arquitectura, la nueva fuerza motorizadora: Estructuras colectivas de trabajo a través de redes globales, tecnologías de aceleración de procesos y de personalización de bases estandarizadas. La capacidad de adaptación a los cambios y la capacidad de discutir valores arquitectónicos dentro de cada uno de ellos. La autoría pasa a ser colectiva, y los programas de investigación y desarrollo de los ecosistemas son indispensables para el apoyo estructural que los procesos de diseño necesitan.

La normalización de los lenguajes sigue avanzando, especialmente con las plataformas BIM consolidadas. Y con las nuevas normas los programas se van actualizando y convergiendo en una unidad total. Las herramientas de diseño (Maya, Rhino, Revit, Grasshopper, Formit, Flow) se entrelazan con las de verificación de modelos físicos y climáticos (Facades, Autozoner, TT Toolbox, Galápagos, Urban Daylight) y con control de costos y tiempos de obra. (Control P, Presto)

La energía se comprende a través de datos, la información está constituida por datos. La ciencia moderna ordenaba y categorizaba datos para trabajar con ellos o con conceptos nacidos como consecuencia de su procesamiento. La nueva ciencia del Big Data permite analizar transversalmente cualquier dato a través de algunos temas-guía. Si la primera generación intentó utilizar las herramientas digitales en conceptos desarrollados por la ciencia moderna, la segunda generación utiliza las herramientas digitales, pero con la nueva ciencia de datos que es más afín a la lógica de la informática que a la del ser humano. La ciencia moderna, a través de una serie de pruebas que verificaban un hecho o una secuencia, postulaba leyes generales que luego se aplicaban a resoluciones particulares. La Nueva Ciencia, luego de establecer una idea, busca en su infinita red de información todo lo que puede estar en relación a, para verificar, sugerir y optimizar la consolidación de la idea en la realidad. La ciencia moderna articula tectónicamente los elementos en un determinado campo. La nueva ciencia del Big Data se mueve en una estereotomía infinita de datos en la cual necesita hacerse un espacio para poder aplicarlos, y pensar.

La compresión de datos ha sido clave para la productividad en el diseño: así como el alfabeto pudo describir con notable eficiencia sucesos y sentimientos, la perspectiva

## UNIDAD | HISTORIA Y CRÍTICA

pudo ubicar con precisión elementos en el espacio, hasta inclusive transformarlos en simples ecuaciones. Señalado por Alberti en sus mapeos por coordenadas polares, en un sistema de eficiencia de datos, un guión (script) - no una memoria descriptiva- podría resultar más efectivo que una documentación por planos, tal como las funciones, las integrales o el cálculo pueden ser más precisos que el dibujo de una B-Spline. De Bezier y Casteljaou a Dassault, de Renault y Citrohen al CATIA, la continuidad topográfica de las curvas ha vuelto nuevamente a la idea Albertiana de una información clara y objetiva. Pero, este universo de ecosistemas productivos, sólo será posible si los sistemas integrales de producción asimilan óptimamente sus características.

Los estudios globalizados y con equipos transversales muestran en cada proyecto el diagrama productivo que incluye los procesos de investigación y de logística productiva, mucho más que la artesanía cuidada en las fotografías.

Las publicaciones parecen haber relegado la simple experiencia estética para alinearse con la idea de la nueva industrialización relatada por Chris Anderson en "Makers" (2012): Una materialidad donde, al igual que en las arquitecturas vernáculas, la Unidad Energético-Informativa permita alinear los innumerables colectivos que crecen en diversas direcciones.

Estas nuevas estructuras favorecen la personalización de la producción en masa, idea creada por diseñadores: una idea que –como señala Carpo- está destinada a cambiar la forma en que diseñamos, producimos y consumimos casi todo, modificando las raíces culturales y técnicas de nuestra civilización industrial

"Fabricate. Rethinking Design and Construction" (2017) es la última publicación de las conferencias trianuales que comenzaron en el 2011 en la Universidad de Londres. Es una buena muestra de las experiencias de producción contemporánea y los temas que se desarrollan. Algunos ejemplos: Infinite variations, radical strategies. Automated design-to-fabrication for architectural envelopes. Robotics wood tectonics. Extending design intuition through machine learning. Adaptive robotics fabrication for conditions of material inconsistency. Fused Filament fabrication for multi-kinematic-state climative-responsive aperture. En ellos hasta se invierte el modelo estético-formal de "Forma-Estructura-Materia", por el modelo exploratorio de "Materia-Estructura-Forma", en sintonía con las investigaciones de potenciales materiales.

Más que la obra en sí, el tema es la estrategia en el proceso de diseño, el análisis de la capacidad del material, la logística productiva, la factibilidad, la eficiencia y el campo de aplicación.

Esta segunda generación tiene que descubrir en las infinitas investigaciones cuáles son aptas para conformar los nuevos ecosistemas, inclusivos, para una economía sin escala y una sociedad no estandarizada. Algunos procesos perderan vigencia pero otros quizás del pasado encuentren su verdadero potencial recién en el presente: el Modulor de LeCorbusier no pertenecía a un mundo industrializado de equivalentes, pero es una sólida idea para adaptarse a las producciones sin escala, de genéricos, producidos en pequeñas manufacturas hasta por los mismos usuarios y con una clara idea de diseño.



## UNIDAD | HISTORIA Y CRÍTICA

¿Cuáles son los temas ligados al dibujo que hoy se están discutiendo? Tomando como referencia la bibliografía y los temas en consideración en los dos últimos años, y dejando de lado el campo de innovación docente e investigación de posgrado, vemos que permanecen en constante debate los ejes tradicionales y recurrentes en el tablero del arquitecto del último siglo:

La relación entre Dibujo y Proyecto, Arquitectura y Representación, Cartografías, Mapas y Territorios, Proyecciones y Espacio Arquitectónico.

Habría entonces que reformular la pregunta: ¿Cuál es la función del dibujo en estos ecosistemas? En primer lugar, es el lenguaje común de los arquitectos dentro del lenguaje común. Es la versatilidad de su expresión gráfica la que le permite moverse libremente entre diagramas pedagógicos y articulaciones tridimensionales. El Diseño Gráfico para representar con criterios estéticos la información es uno de las áreas en desarrollo más interesantes de la última década. Como describe Isabel Meirelles, ha promovido mecanismos de referencia a diferentes niveles que permite robustecer y aclarar las lecturas de la complejidad en formatos simples superpuestos.

Un campo emergente abre toda una nueva experiencia: la Realidad Aumentada y otros formatos en tiempo real suman capas que transportan al diseño de la información en un tiempo simultáneo con el despliegue de la realidad y las estructuras de datos del colectivo profesional. Un modelo espacial, preciso, económico y eficiente, sin abstracciones ni interpretaciones, quizás inclusive sin una representación por imágenes, quizás sólo expresada en datos, supera finalmente a la perspectiva, las proyecciones Monge y la documentación estática y fragmentada. Es la caída del último vestigio de los planos de arquitectura tal y como se los caracterizaron en los últimos cinco siglos y, como todo nuevo lenguaje impuesto por una cultura externa, muchos de los procedimientos y elementos particulares de cada etapa de la profesión cambiaran de nombre y con ello, de significado.

## Bibliografía

BANHAM, Reyner. (1960). Stocktaking, *Architectural Review* 127, pag. 93-100.  
Reeditado en Banham, Reyner.(1996) *A Critic Writes*. Berkely: UofC Press.

JENCKS, Charles. (1995). *The Architecture of the Jumping Universe. How complexity science is changing architecture and culture*. West Sussex: Wiley.

SPILLER, Neil (ed.). (2002). *Cyber Reader. Critical writings for the digital era*. Londres: Phaidon.

MARTIN, Reinhold. (2003). *The Organizational Complex. Architecture, Media and Corporate Space*. Cambridge: MIT Press.

REISER, Jesse. (2006). *Atlas of Nouvel Tectonics*. New York: Princeton A.P.

PALLASMAA, Juhani. (2012). *La Mano que Piensa. Sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.

KWINTER, Sanford. (2012). *Far from Equilibrium. Essays on Technology and Design Culture*. Barcelona: Actar.

## UNIDAD | HISTORIA Y CRÍTICA

LORENZO-EIROA, Pablo + Sprecher, Aaron (ed.). (2013). Architecture InFormation. On the Nature of Information in Digital Architecture. New York: Routledge.

DUTTA, Arindam (ed.). (2013). A Second Modernism. MIT, Architecture and the “Techno-Social” Moment. Cambridge: MIT Press.

MEIRELLES, Isabel. (2013). Design for Information. New York: Rockport Publisher

MANOVICH, Lev. (2013). Software takes Command. New York. Bloomsbury

VAN BERKEL, Ben + Bos, Caroline. (2016). Unstudio. Knowledge Matters. Amsterdam: Frame.

MENGES, Achim + Sheil, Bob (ed.). (2017). Fabricate. Rethinking design and Construction. Stuttgart: UCL Press.

CARPO, Mario. (2017). The Second Digital Turn. Design Beyond Intelligence. Cambridge: MIT Press.

DEUTSCH, Randy. (2017). Convergence: The Redesign of Design. West Sussex: Wiley.

TIBBITS, Skylar (ed.). (2017). Active Matter. Cambridge: MIT Press

MARCOS, Carlos L. (ed.). (2018). Graphic Imprints. The Influence of Representation and Ideation Tools in Architecture. Alicante: Springer.