

# MATERIALIZANDO LO DIGITAL: LA ARQUITECTURA COMO INTERFAZ

The background image shows two people in silhouette standing in a futuristic, blue-toned architectural space. The space features curved walls and a ceiling with a grid of pipes and lights. The overall atmosphere is high-tech and modern.

Materializando lo digital: La arquitectura como interfaz

Fecha Recepción: 5 julio 2016

*Materializing the Digital: Architecture as Interface*

Fecha Aceptación: 5 agosto 2016

## PALABRAS CLAVE

Computación | construcción | digital | material | social

## KEYWORDS

Computation | Construction | Digital | Material | Social

## Shelby Elizabeth Doyle

Department of Architecture, College of Design, Iowa State UniversityAmes, Iowa, EE.UUdoyle@iastate.edu

### Resumen\_

Las tecnologías digitales han reconfigurado nuestra experiencia del mundo material. En esta condición aumentada e hibridada, la información (como la arquitectura) no tiene relevancia social a menos que sea puesta en circulación, compartida e integrada a la vida diaria a través de interfaces entre lo digital y lo físico. El "trabajo más serio" que se presenta aquí es el oficio digital como un método para materializar lo digital y extender la acción del pensamiento computacional y el diseño paramétrico hacia un nuevo proyecto social para la arquitectura. En una era de redes sociales digitales, el futuro de los espacios públicos dependerá en gran parte de una arquitectura que pueda manejar la interfaz entre lo material y lo digital.

### Abstract\_

Digital technologies have reshaped our experience of the material world. In this augmented and hybridized condition, information (and architecture) has no social relevance unless circulated, shared, and integrated into everyday life through interfaces between the digital and physical. The 'more serious work' presented here is digital craft as a method for materializing the digital and extending the agency of computational thinking and parametric design into a new social project for architecture. In an age of digital social networks, the future of public spaces will largely depend on an architecture that navigates the interface between the material and the digital.

«Que el parametricismo “se haya socializado” no es una concesión a las corrientes actuales de corrección política (que desvían y disuelven el impulso innovador de lo arquitectónico). Es, más bien, una señal de la madurez, confianza y disposición del parametricismo para asumir totalmente el rol social de la arquitectura, lo que implica la inauguración del parametricismo 2.0. (...) Después de 15 años de flexiones musculares ya es tiempo de hacer que estas innovaciones hagan un trabajo más serio» Patrik Schumacher (2015: 1).

## INTRODUCCIÓN

La búsqueda de la autonomía de la arquitectura ha desvinculado a la disciplina de su proyecto social al insistir en que la arquitectura puede ser reducida a un conjunto de elementos y operaciones formales separadas de las influencias de lugar y tiempo y de los problemas socio-culturales y políticos (Hays, 2010). Esta dependencia del formalismo y de un mundo dominado por el capitalismo tardío ha dejado a la arquitectura digital sin una posición política clara. Entendida como una forma de resistencia al dominio de la producción capitalista, la autonomía en la arquitectura es, en cambio, una forma de evadir su compromiso de hacer el “trabajo serio” de hoy, el que consiste en hacerse cargo de temas que van desde la degradación ambiental a la desigualdad económica.

El diseño paramétrico es un método que usa parámetros o algoritmos variables para generar geometrías y objetos. La autonomía de la arquitectura, por lo tanto, podría lograrse a través del diseño paramétrico como un mecanismo interno de producción, factibilidad y justificación arquitectónica. A continuación se sostiene que lo paramétrico no necesita ser reducido a un proyecto formal, que puede y debe funcionar como una herramienta de compromiso social a través de interfaces arquitectónicas. Básicamente, este es un llamado a desarrollar una posición teórica más fuerte sobre la aplicación de un diseño paramétrico avanzado, explorando cómo la computación y la construcción pueden apoyar la acción de la arquitectura en el desarrollo de un proyecto social.

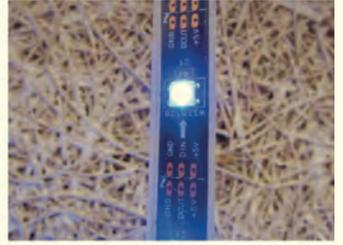
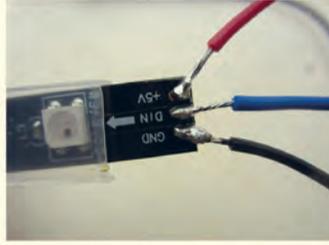
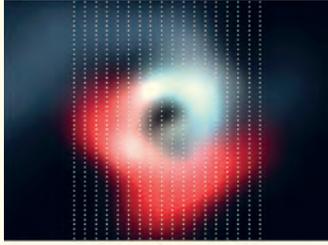
## LA ARQUITECTURA COMO UNA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN

Las tecnologías digitales han transformado indeleblemente el lenguaje visual del diseño en la educación y la práctica, reemplazando los dibujos y modelos tradicionalmente hechos a mano. El modelamiento digital y equipos como las máquinas de control numérico computarizado (CNC) y las impresoras 3D ponen énfasis en la excelencia técnica de las destrezas manuales, haciendo que las antiguas nociones de creatividad, artesanía y oficio sean reconsideradas. Tanto McCullough (1996) como Sennet (2008) cuestionan el hecho de que hacer algo a mano sea un pre-requisito para el oficio y la artesanía, y proponen marcos teóricos para reconceptualizar ambos conceptos en un contexto de objetos diseñados digitalmente.

Al mismo tiempo, las posibilidades de colaboración y producción que la computación abre para la arquitectura siguen siendo de tres tipos: una consolidación que reafirma la centralidad disciplinaria, una expansión que diluye su especificidad, o unas redefiniciones y reconfiguraciones transdisciplinarias que por un lado intensifican y por otro hacen borrosos sus límites y su identidad.

De las tres posibilidades, las redefiniciones transdisciplinarias son las más prometedoras. La computación es el lenguaje fundacional de lo digital y este lenguaje compartido crea oportunidades para el compromiso entre las disciplinas de diseño y más allá de ellas. En relación con el crecimiento de la cultura digital, la contribución de la arquitectura puede muy bien estar en el dominio de la realidad aumentada, es decir, en el manejo de la interfaz entre lo físico y lo virtual, más que en enfocarse exclusivamente en lo último. No es accidental que una institución como el MIT Media Lab trabaje principalmente en temas de interfaz y esté asociado a una escuela de arquitectura. Como predijo alguna vez Nicholas Negroponte (1995), ex director del MIT Media Lab, la interfaz se ha convertido en un problema de arquitectura.

Antoine Picon señala en *Digital Culture* (2010) que el desarrollo de las tecnologías digitales ha remodelado nuestra experiencia del mundo físico. En esta condición aumentada e hibridada, la información (como la



Pabellón 80/35 en el espacio del taller donde fue diseñado y construido por alumnos de Arquitectura, Diseño Industrial y Diseño Interior de la Universidad Estatal de Iowa (2016). Fotografías: ISU Department of Architecture.

arquitectura) no tiene relevancia social a menos que circule y sea compartida e integrada en la vida diaria a través de interfaces entre lo digital y lo físico. La interfaz necesita que la arquitectura materialice lo digital de maneras nuevas e impensadas.

### PROYECTO SOCIAL CONTEMPORÁNEO, CAPITALISMO Y LA CLASE DOMINANTE

«En cierto modo, no existe algo que pudiésemos considerar como edificios políticamente “opuestos”, ya que los que se construyen son siempre los de la clase dominante» Aldo Rossi (1982: 113).

El proyecto arquitectónico social contemporáneo está separado del socialismo como estructura política, de las ciencias sociales como estructura de información y del modernismo como estructura teórica. Tafuri (1979) Lefebvre (1992) e incluso Aureli (2011) expresan sus reservas acerca del mito del arquitecto como experto o defensor y guardián de algún “imaginario común” abstracto (Coleman, 2015). Estas opiniones son difíciles de sostener cuando se encuentran con declaraciones tales como las de *Architecture without Architects* (Rudofsky, 1965).

Resumiendo a Tafuri, Hays comenta:

Cuando la arquitectura se resiste, cuando intenta reafirmar su propia voz perturbadora, el capitalismo simplemente la retira, la relega a un rincón, de manera que las manifestaciones de los arquitectos sobre la autonomía de sus trabajos y su distancia de la vida degradada se hacen redundantes y triviales por adelantado (1998: xiv).

Para Tafuri, la “vuelta a la arquitectura pura” que necesita el capitalismo es poco más que un retorno «a la forma sin utopía (...) a la inutilidad sublime» (citado en Hays, 1998: xiii).

El proyecto social contemporáneo de la arquitectura reside en gran parte en su capacidad comunicativa tanto digital como material. «El medioambiente construido ordena procesos sociales a través de su patrón de separaciones y conexiones espaciales, facilitando a su vez un

patrón deseado de eventos sociales separados y conectados. Esta es la organización social a través de la organización espacial» (Schumacher, 2016: 109).

La arquitectura tiene el potencial de ser una gigante interfaz navegable, llena de información que se refleja en la creciente importancia de sucesos, eventos y escenarios.

### EL VALOR DE LA ARQUITECTURA Y EL CONOCIMIENTO ARQUITECTÓNICO

Una disciplina es autónoma cuando se puede desarrollar independientemente de otras disciplinas. Una disciplina que no tiene autonomía es una que depende de otros dominios teóricos para su investigación, como ocurre con la dependencia que tiene la arquitectura de marcos teóricos de disciplinas como la filosofía y la biología. La búsqueda de la autonomía de la arquitectura es un síntoma de la pérdida de confianza en la posibilidad de una arquitectura que realmente pueda construirse y ser al mismo tiempo culturalmente válida. Además, la arquitectura como un proyecto construido se presenta inevitablemente como comprometida. La arquitectura como crítica, más que como construcción, se libera del “peso de la utilidad y la realidad”. La utopía, como algo que no tiene lugar, es inalcanzable y la perfección está reservada para lo desconocido o lo que no se puede conocer, o se logra solamente cuando el problema se ha reducido de tal manera, o los objetivos se han puesto tan bajos, que se pueden alcanzar (Coleman, 2015).

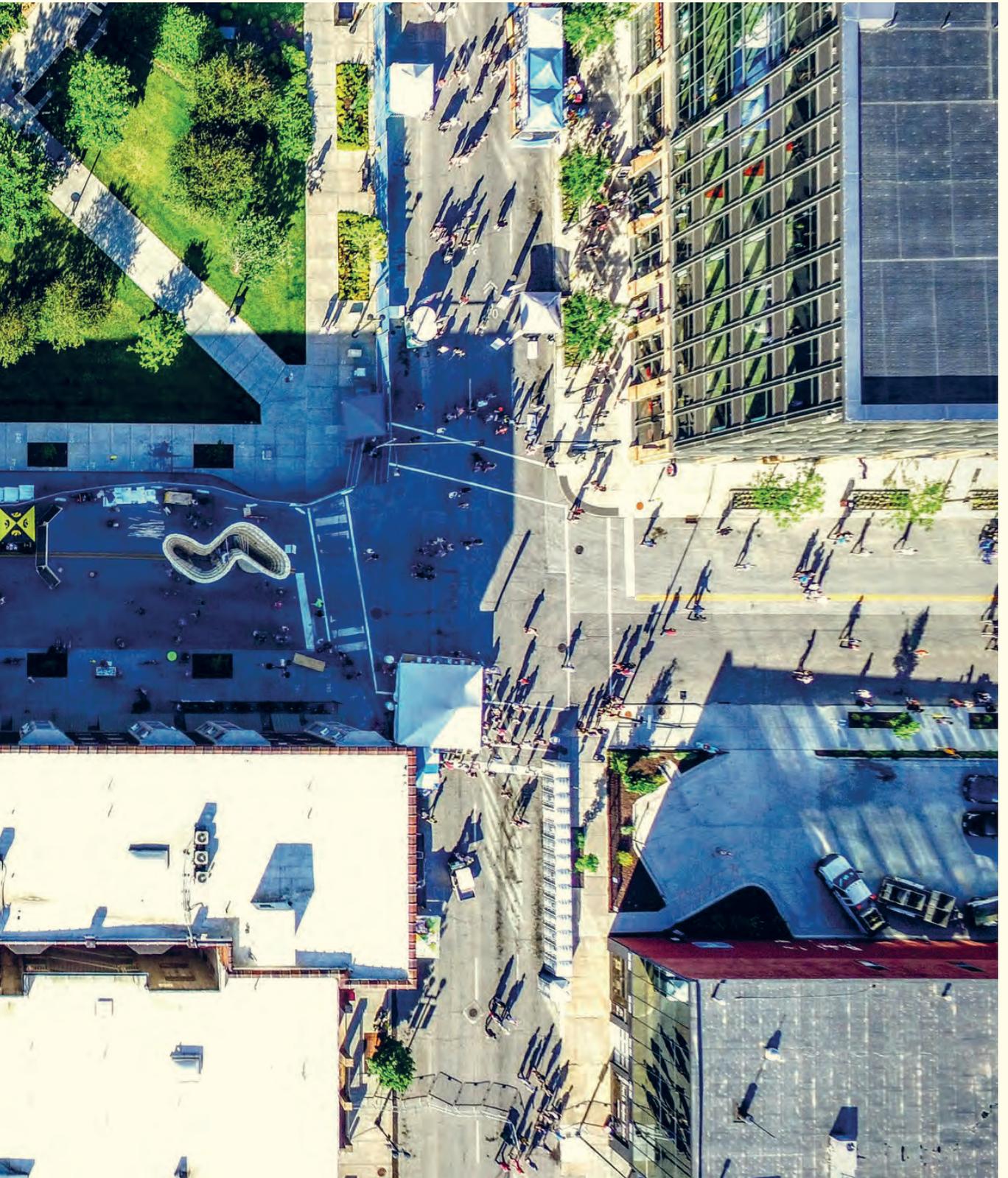
Un problema importante es la evaluación de la intención, más que su efecto o impacto. Lo social ha sido disminuido por el lenguaje de la ingenuidad, la bondad, el colonialismo localizado o los métodos errados de gentrificación acelerada. Además, la ética de los diseñadores que experimentan con poblaciones en condiciones de pobreza necesita generalmente un resultado más tradicional y/o conocido que va en contra de un producto radical. A pesar del contenido, estos proyectos con frecuencia requieren un enfoque conservador puesto que la arquitectura no puede fallar doblemente a quienes ya están en desventaja (Ranciere, 2004). El esfuerzo de la arquitectura por liberarse del peso de la ética llevó a la búsqueda de



Pabellón 80/35. Fotografía: ISU Department of Architecture



Vista del Pabellón 80/35 en el espacio público desde un dron. Fotografía: Dronography Iowa.



una autonomía que podría permitir que la arquitectura fuera juzgada en relación a sí misma en lugar de hacerlo en relación al mundo que construye. Es un mito agradable y reconfortante, pero un mito de todas maneras.

## OFICIO

El arquitecto y teórico Stan Allen comenta en su artículo "Ecologías artificiales" que la práctica de la arquitectura siempre ha estado en la posición paradójica de dedicarse a la producción de cosas reales, concretas, pero trabajando con herramientas de representación abstracta (dibujos, moldes, simulaciones computacionales y otros). La paradoja hace surgir la siguiente pregunta: ¿pensar (y sus abstracciones asociadas) o hacer (y su parte concreta) da agenciamiento a la arquitectura? (Allen, 2003).

La capacidad de fabricar, de pensar por medio del hacer, infunde a la arquitectura su agenciamiento explícito para comprometerse más allá de la academia y la disciplina. La introducción del oficio digital en la práctica contemporánea extiende su accionar en el proyecto social (o político) de la arquitectura en lugar de limitarlo. El proceso de pensar por medio del hacer y el acompañamiento de métodos no lineales deja a los arquitectos en posición de identificar vías de pensamiento hacia temas contemporáneos, haciendo visible lo que permanece invisible para otras disciplinas. El hacer estimula la imaginación y a través de ella el arquitecto entra en las esferas de la vida que no son inmediatas a la experiencia personal: el proyecto social (o político) de la arquitectura. Esta imaginación es también un agente poderoso (Scarry, 1985). La habilidad de imaginar un mundo mayor equipado con la capacidad para actuar, es crear un objeto con intencionalidad y propósito. A medida que la disciplina continúa luchando con su propia identidad y la dirección de su fragmentada autoridad, el oficio permanece como la herramienta más valiosa a disposición del arquitecto. El oficio ubica al arquitecto como un agente de cambio social y político y el oficio digital es una extensión de este agenciamiento.

¿Es el dominio digital una extensión del espacio imaginario o un reemplazo del espacio físico? ¿Y este ciberespacio extiende el agenciamiento arquitectónico o lo limita?

Los muros digitales no protegen de la lluvia física, o como afirma McCullough, existe la «aparente paradoja del hacer intangible» (1996: 22). Ciertamente, podemos estar entrando ahora en la era del maestro constructor o del arquitecto artesano que John Ruskin (1849/1989) quiso resucitar, pero estaríamos llegando ahí de una manera que Ruskin no podría haber anticipado. Los temas de dimensión, peso, textura y materialidad continúan siendo esenciales a la arquitectura como medioambiente construido, sin importar cuán atractivo pueda ser el mundo pixelado. La fabricación digital y sus herramientas asociadas proporcionan una contraparte táctil al ambiente basado en la imagen que prevalece en el trabajo digital.

## EL OFICIO DIGITAL

«La mejor manera de apreciar los méritos y consecuencias de lo digital es reflexionar sobre las diferencias entre bits y átomos» Nicholas Negroponte (1995: 11).

Para el propósito de este artículo, lo digital llegó a la arquitectura a comienzos de los años noventa y se define como la computarización del diseño, la construcción y los procesos de fabricación. Está marcado por una transición de los diseños basados en la cuadrilla cartesiana hacia aquellos construidos a partir de una condición de campo digital abstraída del espacio computacional. Específicamente, por la introducción de ejes computacionales continuos que son variables dentro de límites definidos y pueden ser anotados como funciones paramétricas o relaciones matemáticas entre las partes (Carpo, 2012). El oficio digital surge del pensamiento computacional, la fabricación digital y la construcción robótica, procesos que permiten la total participación de los arquitectos en la producción de edificios y en consecuencia expanden la acción de la arquitectura para comprometerse en un proyecto social y político mayor.

Por lo tanto, ¿de qué manera el oficio digital puede recoger los mejores aspectos del oficio manual, del pensar a través del hacer y de las capacidades de las tecnologías digitales? Primero, el oficio digital debe aceptar las condiciones espaciales del ambiente computacional. El



El Pabellón 80/35 completo en el Festival 80/35 de Des Moines, Iowa, EE.UU. Fotografías: ISU Department of Architecture.



FORM GENERATION

Developable Curves



FORM GENERATION

Developable Curves (Seating)



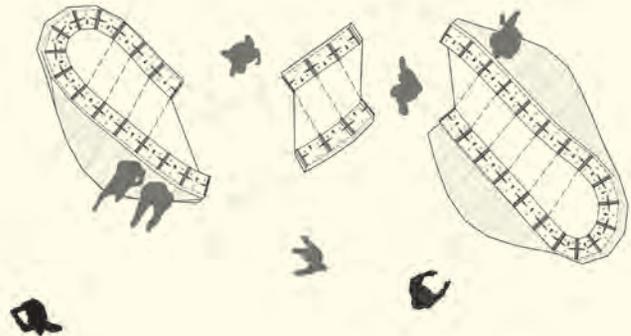
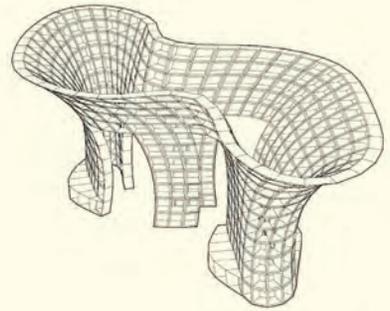
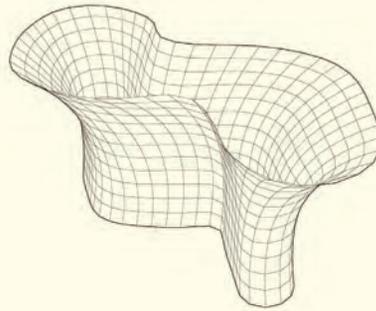
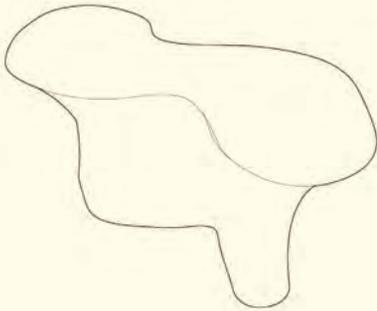
FORM GENERATION

Surface Resolution



FORM GENERATION

Panelization



Arriba: El diagrama muestra el desarrollo de la forma y la estructura del pabellón. Abajo: Corte y planta. Imágenes: ISU Department of Architecture.

término “ciberespacio” apareció por primera vez en 1982 en el cuento *Burning Chrome* de William Gibson, y luego se hizo popular por su novela de 1984 *Neuromancer*. El concepto de “otro” espacio está entrelazado a través de la historia y aparece en la literatura y en comentarios culturales desde la “Alegoría de la caverna” de Platón hasta el “genio maligno” de Descartes. Sin embargo, el concepto de ciberespacio es único ya que ofrece no sólo un ámbito de representación y comunicación, sino también un ambiente social en el cual pueden existir estas actividades. En la cultura digital hay una nueva continuidad entre sujeto y objeto arquitectónico, sin un vacío entre ellos, como si la distancia de visión fuera suprimida por la textura. El oficio y su inherente materialidad crearán los corolarios interactivos entre el ciberespacio y el espacio físico.

## COMPUTACIÓN + CONSTRUCCIÓN

«La computación y la materialidad ahora parecen inseparables en todo nivel, desde lo macro hasta lo micro y los niveles nanoscópicos» Antoine Picon (2010: 98).

El alto modernismo prestó poca atención a las fórmulas genéricas y algo abstractas de los temas sociales. Su traslado al contexto norteamericano trajo consigo una especial mezcla de idealismo y pragmatismo. Un método distintivo de la educación moderna, el de la Bauhaus, tenía como objetivo fusionar la enseñanza del oficio y el diseño con una práctica artística de vanguardia. Al hacer eso, la metodología Bauhaus de aprender haciendo relacionaba a menudo la educación experiencial con la agenda social de la arquitectura moderna y la experimentación tecnológica (Bergdoll & Dickerman, 2009). Esta pedagogía cultivaba una cultura de hacer a través de una enseñanza basada en talleres —uno de cuyos objetivos era entrenar diseñadores para la producción industrial y la construcción—. Estos lugares de trabajo colaborativo se convirtieron en los estudios de diseño y construcción que actualmente usan herramientas digitales (Ockman, 2012). El de diseño/construcción es un modelo único de enseñanza de la arquitectura basado en el aprendizaje a través de proyectos que capacitan a

los estudiantes para construir sus diseños en colaboración con las comunidades locales. La fabricación digital da ventajas a las tecnologías computacionales de diseño y construcción, integrando herramientas de las industrias aeroespaciales, automotoras y de construcción naviera. Ha cambiado la manera en que se conciben los edificios y se construyen. La combinación de estas disciplinas permite una integración directa de la práctica con las tecnologías establecidas y desafía a los estudiantes para que exploren metodologías que tengan un impacto innovador en el futuro de la enseñanza y la profesión de la arquitectura.

Las preguntas que surgen de las condiciones de la práctica contemporánea y de su continua introducción de nuevas tecnologías exigen una arquitectura que explore formas de mover las fronteras de los mundos físicos y electrónicos. A medida que la pedagogía y la práctica de la arquitectura se dedican cada vez más a la enseñanza de métodos computacionales, la práctica de la construcción nunca había sido un contrapunto tan importante. Los ejemplos incluyen el aumento de grupos de investigación interdisciplinaria (y anti-disciplinaria) de diseño, como el MIT Media Lab, que existen al unirse la tecnología, los multimedios, la ciencia, el arte y el diseño. Más que el renacimiento del proyecto social del modernismo, esta investigación considera maneras en que los arquitectos, trabajando en la cultura digital, puedan ser diseñadores de sistemas constructivos y proporcionen la base de una nueva cultura tectónica.

Ejemplos de este nuevo giro incluyen las metodologías usadas en arquitectura, los laboratorios de investigación y los programas de postgrado que confían en la llegada, a los departamentos de arquitectura, de talleres de fabricación digital, así como en el surgimiento de nuevos programas exploratorios de diseño/construcción. Estos enfoques educacionales invierten el espacio entre la enseñanza y la práctica profesional introduciendo un control directo de la producción, el oficio digital, los proyectos especulativos y los métodos para volver a centrar el rol del arquitecto en el acto de construir más que en la coordinación.

## LA ARQUITECTURA COMO INTERFAZ

Un ejemplo de la combinación de la computación y la construcción es el Pabellón 80/35. El proyecto, una instalación diseñada y construida por estudiantes para el Festival 80/35 de Des Moines, Iowa, EE.UU., es una estructura reactiva a la luz que brilla en respuesta a la música que hay a su alrededor y aumenta el ambiente festivo del evento. Como parte de un estudio optativo interdisciplinario de cuatro meses, dieciséis estudiantes que se especializaban en arquitectura, diseño industrial y diseño interior, desarrollaron y fabricaron el pabellón de 3 x 6 metros, atrayendo visualmente al público y proporcionando sombra, un lugar para sentarse y una experiencia sensorial que combinaba diseño, música y color. El diseño solamente exige de sus usuarios documentación, discusión y comunicación.

El Festival 80/35 incluye un escenario para bandas nacionales itinerantes y varias plataformas más pequeñas para presentaciones regionales y locales. Además de música, hay casetas para organizaciones locales, arte interactivo, venta de comida y bebidas y lugares para descansar. El festival ha estado atrayendo un público anual de aproximadamente 30.000 personas desde 2008. Una mezcla de plataformas pagadas y otras libres de pago, con la colaboración de empresas locales, organizaciones sin fines de lucro y otras agrupaciones sociales hace del evento una fuente de gran valor para la economía y la cultura de Iowa. El festival tiene una presencia nacional e internacional a través de una activa circulación medial y social y una cobertura externa de medios de comunicación.

El festival proporcionaba un lugar ideal para un proyecto de diseño experimental y colaborativo. Hecho de cajas modulares construidas con paneles de madera terciada envueltos en membranas de polietileno de alta densidad (Tyvek), el pabellón usa *software* de programación para coordinar la instalación de 6.500 piezas diferentes cortadas con un *router* CNC. Cintas de LEDs (diodos emisores de luz, por sus siglas en inglés) instaladas dentro de los módulos fueron programadas por microcontroladores para responder a los sonidos del festival. Cada módulo es geoméricamente único, pero representa una idea tectónica unificada. El módulo sirve como unidad estructural y

como píxel de luz, representando tanto una idea arquitectónica como una respuesta digital interactiva.

El proyecto fue construido en los estudios de la Universidad Estatal de Iowa, desarmado y luego vuelto a construir en el lugar del festival de música, que duraba dos días. Sin embargo, el proyecto actúa como catalizador de los medios sociales y de comunicación y su impacto se extendió gracias a estas funciones. Después del festival, el pabellón fue desarmado y algunos módulos escogidos serán distribuidos junto con los microprocesadores entre estudiantes de educación secundaria, transfiriendo así a un público mayor el conocimiento contenido en el proyecto.

Si el formalismo de la arquitectura puede ser fácilmente descartado por su autoría fetichista, su activismo es a menudo víctima de la misma tentación, aun cuando sus intenciones son más políticas que formales (Culpers, 2014). El proyecto presentado aquí no se escapa de esta crítica. No se propone resolver un problema o dar una solución, sino presentar a la arquitectura como una interfaz entre el sistema digital y el físico. El estudio, financiado por una firma de arquitectos y sin un programa motivado por la necesidad, consigue producir compromiso público al ser ubicado en el ámbito público y tener amplia circulación a través de los medios sociales.

## CONCLUSIÓN

Los mundos digitales no deberían ser vistos como alternativos o sustitutos del mundo construido, sino como una dimensión adicional que permite a los arquitectos una nueva libertad de movimiento en el mundo físico. En otras palabras, la trascendencia de lo físico en el mundo digital permite a los arquitectos extender su acción en el mundo físico (Carpo, 2012). El marco teórico presentado aquí saca las herramientas de lo paramétrico (la computación) y las emplea como métodos de construcción más que para producir imágenes. Combinando la computación y la construcción, la arquitectura materializa lo digital y funciona como un medio participativo y social, rechazando la autonomía y buscando el compromiso público. [m](#)

## AGRADECIMIENTOS

El Pabellón 80/35 fue diseñado y producido por los siguientes estudiantes bajo la dirección del autor: Alexandra Abreu, Rahul Attraya, Cole Davis, Shaohua Dong, Donald Hull, Kaitlin Izer, Bryan Johnson, Joshua Neff, Nate Peters, Kelsie Stopak y Coralis Rodríguez-Torres (Licenciados en Arquitectura); Kyle Vansice (Master en Arquitectura); Nicole Behnke, Hannah Greenfield, Makaela Jimmerson (Licenciadas en Diseño Interior); Tom Bos (Master en Diseño Industrial). El mayor financiamiento del proyecto fue proporcionado por OPN Architects. Apoyo adicional fue proporcionado por donaciones de las siguientes entidades: Fieldstead & Company Endowment for Community Enhancement, Stan G. Thurston Professorship in Design Build, Iowa State University College of Design, Iowa State University Department of Architecture y Des Moines Music Coalition 80/35 Music Festival.

## REFERENCIAS

- ALLEN, S. (2003). Artificial Ecologies. En V. Patteeuw (Ed.), *Reading MVRDV* (págs. 82-87). Róterdam, Holanda: Nai.
- AURELI, P. V. (2011). *The Possibility of an Absolute Architecture*. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press.
- BERGDOLL, B., & DICKERMAN, L. (2009). *Bauhaus: 1919-1933 Workshops for Modernity*. Nueva York, NY, EE.UU.: Museum of Modern Art.
- CARPO, M. (2012). *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*. Chichester, Inglaterra: Wiley.
- COLEMAN, N. (2015). The Myth of Autonomy. *Architecture Philosophy*, 1(2), 157-178.
- CULPERS, K. (2014). *The Social Project: Housing Postwar France*. Minneapolis, MN, EE.UU.: University of Minnesota Press.
- GIBSON, W. (1982). *Burning Chrome*. *Omni*.
- GIBSON, W. (1984). *Neuromancer*. Nueva York, NY, EE.UU.: Ace Books.
- HAYS, K. M. (1998). *Oppositions Reader: Selected Essays 1973-1984*. Princeton, NJ, EE.UU.: Princeton Architectural Press.
- HAYS, K. M. (2010). *Architecture's Desire: Reading the Late Avant-Garde*. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press.
- LEFEBVRE, H. (1992). *The Production of Space*. (D. Nicholson-Smith, Trad.) Nueva York, NY, EE.UU.: Wiley-Blackwell.
- MCCULLOUGH, M. (1996). *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press.
- NEGROPONTE, N. (1995). *Being Digital*. Nueva York, NY, EE.UU.: Knopf.
- OCKMAN, J. (2012). *Architecture School: Three Centuries of Education Architects in North America*. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press.
- PICON, A. (2010). *Digital Culture in Architecture: An Introduction for the Design Professions*. Basel, Suiza: Birkhauser.
- RANCIERE, J. (2004). *The Philosopher and His Poor*. Durham, NC, EE.UU.: Duke University Press.
- ROSSI, A. (1982). *The Architecture of the City*. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press.
- RUDOFISKY, B. (1965). *Architecture Without Architects: A Short Introduction to Non-Pedigreed Architecture*. Nueva York, NY, EE.UU.: Museum of Modern Art.
- RUSKIN, J. (1849/1989). *The Seven Lamps of Architecture (Revised Edition)*. Nueva York, NY, EE.UU.: Dover Publications.
- SCARRY, E. (1985). *The Body in Pain: The Making and Unmaking of the World*. Nueva York, NY, EE.UU.: Oxford University Press.
- SCHUMACHER, P. (2015). Parametricism with Social Parameters. En I. Lazovski, & Y. Kahlon (Eds.), *The Human (Parameter): Parametric Approach in Israeli Architecture* (Online). Tel-Aviv, Israel: Paragroup-Israel.
- SCHUMACHER, P. (marzo/abril de 2016). Advancing Social Functionality via Agent Based Parametric Semiology. *Architectural Design*, 86(2) (Número especial: Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century; P. Schumacher, Editor Invitado), 108-113.
- SENNET, R. (2008). *The Craftsman*. New Haven, CT, EE.UU.: Yale University Press.
- TAFURI, M. (1979). *Architecture and Utopia: Design and Capitalist Development*. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press.