



# TRP 21

**LA NUEVA  
PREFABRICACIÓN**

JUNIO 2015





---

QUIENES SOMOS

## TRP 21

### DIRECTOR GENERAL

Mag. Arq. Marcelo Alejandro Fraile

### REDACCIÓN

Daiana Tatangeli . David Casissa . Marcelo Fraile .  
Mariana Minafro Spinelli . Sofia Piantanida.

### DISEÑO GRÁFICO

Mariana Minafro Spinelli

### CARTA DE LECTORES

Su opinión, ya sea respecto a alguno de los artículos publicados o sobre nuestro trabajo, nos interesa.

Por favor, enviar su carta a:

[trp21info@gmail.com](mailto:trp21info@gmail.com)

### SUSCRIPCIÓN

Para recibir de forma gratuita nuestras publicaciones por favor enviar su mail a:

[suscripcion.trp21@gmail.com](mailto:suscripcion.trp21@gmail.com)

### ISSN

2451-6112

### N. EDICIÓN

01 | LA NUEVA PREFABRICACIÓN  
JUNIO 2015

### WEB

<https://modelosparametricos.wordpress.com>

### DIRECCIÓN DEL DERECHO DE AUTOR

Esta publicación forma parte de un proyecto de investigación académica sin fines de lucro, tanto la bibliografía como las fotos utilizadas tienen su cita correspondiente al cierre de cada artículo. Cada uno es resultado de una investigación desarrollada en el ámbito académico y sólo manifiesta un punto de análisis que responde a determinado objetivo.

Una vez publicados, los trabajos pasan a ser propiedad intelectual de la revista.

Registro de propiedad intelectual en trámite

### DEPARTAMENTO COMERCIAL

TRP-21 es una publicación de investigación académico, bianual de acceso libre y gratuito que nace en el año 2014 en el marco del Proyecto de Investigación Modelos Paramétricos Digitales. El mismo tiene como principal objetivo difundir ideas, experiencias, investigaciones y proyectos de carácter académico para convertirse en un espacio de debate y reflexión que permita la construcción de conocimiento en torno a las distintas esferas del Diseño, los Modelos Paramétricos y las nuevas Tecnologías Digitales.

Si le interesa participar de este proyecto y promover la difusión de la Investigación académica lo invitamos a comunicarse con nosotros para conocer sobre este y otros proyectos en desarrollo. Por favor, escribanos a:

[trp21info@gmail.com](mailto:trp21info@gmail.com)

### AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a los Arquitectos Julio Valentino y Carlos Gil Casazza, sin cuyo apoyo incondicional esta revista no hubiera podido ser posible. Asimismo agradecemos a Nicolás Bazán, Tomas Chernoff y Cristian Reynaga por el tiempo que nos han dedicado en las entrevistas. A la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

### PROPIETARIO

Marcelo Alejandro Fraile

### DOMICILIO LEGAL

Intendente Güiraldes 2160. Pabellón III - Capital Federal.  
Buenos Aires - Argentina - C1428EGA

### EDITORIAL

Proyecto SI TRP21

[trp21info@gmail.com](mailto:trp21info@gmail.com)

<http://www.modelosparametricos.wordpress.com>

—

TRP21 no se hace responsable, en ningún caso, de los daños y perjuicios de cualquier naturaleza que pudieran ocasionar, errores u omisiones en los contenidos.

La imagen de tapa pertenece al proyecto Complex Vertices de Michael Paul Young. Los créditos de las imágenes pertenecen al sitio de donde fueron extraídas: <http://www.michaelpaulyoung.com/>, consultada el 09/05/15.

---



TRP-21

# Modelos Paramétricos

- 001**      **La nueva prefabricación.**
- 004**      **Self service. Arquitectura a la carta.**  
La revolución digital y su incidencia en la forma de entender y proyectar la arquitectura y las distintas ramas del diseño.
- 020**      **Hacia la materialización de lo intangible**  
Reflexión a partir de la investigación sobre la historia y actualidad de las impresiones 3D y su repercusiones.
- 028**      **Voussoir Cloud**  
Análisis e investigación a la instalación diseñada por Lisa Iwamoto y Craig Scott.
- 040**      **Fabricación y Materialización Digital**  
Entrevista a los fundadores de Che3D, compañía nacional dedicada a la investigación y comercialización de impresiones 3D.
- 048**      **El espacio de la investigación**  
Entrevista a Cristian Reynaga, referente en el campo de la investigación sobre nuevas tecnologías e interactividad.
-

EDITORIAL

# La nueva prefabricación.

La llamada revolución digital ha traído grandes implicancias en el diseño contemporáneo. Un universo de nuevos planteos que desafían las concepciones tradicionales del diseño, dando lugar a una arquitectura con una expresión espacial germinal, fluida, en continuo proceso de cambio y de transformación hasta su concreción física final.

Una arquitectura de modelos digitales que se produce a través de una amplia gama de herramientas tecnológicas: modelos paramétricos, algoritmos genéticos, procedimientos eco-ambientales y tecnologías CAD/CAM, han permitido optimizar los recursos de un modo lógico, más allá de la construcción gráfica o del discurso exclusivamente conceptual.

Para algunos un nuevo paradigma se hace presente ante nuestros ojos, para otros sólo se trata de una herramienta de representación, una moda pasajera que en poco tiempo será olvidada.

Como investigadores latinoamericanos, desestimamos desde un comienzo el carácter prohibitivo que tiene para algunos estos temas, que bajo un pensamiento arcaico asocian las nuevas tecnologías digitales con países desarrollados. Por el contrario, estamos convencidos de que este es nuestro tiempo, una oportunidad fundamental para el desarrollo y la producción de nuevas ideas que conducirá a la elaboración de una arquitectura de vanguardia.

Y es precisamente en este sentido, que pareciera necesario, disponer de un espacio multidisciplinario de reunión y difusión, un espacio que pudiera contar con la mirada de investigadores y diseñadores de nuestro medio.



Este es el deseo de TRP-21, una revista temática coleccionable de aparición bianual, un punto de difusión, pero también de discusión, donde distintas miradas se harán cita número a número, para intentar dilucidar la compleja situación que nos ha tocado vivir como partícipes de estos tiempos.

En esta primera edición, hemos querido desarrollar el concepto de fabricación digital, un tema que se ha instalado en el campo del diseño de los últimos tiempos, y que promete revolucionar el modo del “pensar” y del “hacer” arquitectura del nuevo milenio. Los autores invitados a este número han desarrollado cinco puntos de vista sobre este tema.

El primer enfoque, investiga la evolución que ha sufrido el concepto de fabricación digital y su aplicación cada vez más intensiva en el diseño contemporáneo: tras la industrialización desmesurada del modelo mecanicista-euclidiano del movimiento moderno, un nuevo modelo personalizado de alta producción se ha instaurado dentro del diseño de vanguardia, permitiendo moldear nuestro mundo, fabricando objetos “Hechos por uno mismo” que traen consigo, en su significado, la implicancia de la autogestión. Objetos personalizados, con un valor extra, el del objeto único, exclusivo.

Bajo una mirada diferente, Mariana Minafro Spinelli, elabora a partir de una serie de interrogantes, un viaje que nos llevara desde la producción de objetos de forma masiva y en serie, hacia el futuro de la impresión 3D y la democratización de la producción: desde los avances en nanotecnología, hasta la elaboración de materiales bajo técnicas de reordenamiento molecular, desde la impresión de emociones hasta la conquista de la cuarta dimensión, generando lo que ella denomina la tercera revolución industrial.

Aportando el análisis de un caso, Sofía Piantanida, devela los secretos del VOUSOIR CLOUD: Una instalación temporaria, desarrollada por Lisa Iwamoto y Craig Scott, en el marco de la exposición de instalaciones temporales de arquitectos jóvenes del 2008, ubicada en la galería del Instituto de Arquitectura del Sur de California.

El estudio Iwamoto- Scott, con sede en San Francisco, es uno de los estudios dedicadas a la investigación del diseño intensivo y aplicado a la fabricación a gran escala y en una variedad de contextos. Sus temas se centran en las estrategias de adaptación, intensificación y rendimiento de la arquitectura, a partir de la exploración de técnicas computacionales, desarrollo de prototipos e investigaciones relacionadas con el comportamiento de nuevos materiales, para el desarrollo de efectos espaciales, formales y estructurales.

En la sección de entrevistas, dos enfoques diferentes de una misma problemática, por un lado, Daiana Tatangeli, entrevista a Nicolás Bazán y Tomas Chernoff, propietarios de la empresa de impresión digital Che3D, una empresa joven abocada al desarrollo, producción e investigación de tecnología 3D; y por el otro, David Casissa entrevista a Cristian Reynaga, un joven investigador, actualmente a cargo del Laboratorio de Nuevas tecnologías del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Un espacio de experimentación que concibe a la ciudad una interfaz, lo que posibilita el desarrollo y el análisis de interacciones entre personas y ambiente: desarrollando interfaces interactivas, hardware y sensores con procesamiento de la información en tiempo real.

En una época, donde los diseños quedan frecuentemente justificados bajo una lógica biológica, nos pareció adecuado tomar prestado el código del proyecto de investigación que nos reunió como equipo, y bajo una mirada polisémica, asociarlo a una extraña encima de crecimiento, que transforme nuestros sueños y deseos, en un publicación teórico/práctica de difusión.

Esperamos contar con ustedes, número a número.

Afectuosamente.

Marcelo Fraile  
Director Editorial

CASOS DE ESTUDIO

# Self service. Arquitectura a la carta

## Introducción

Cuando en 1901, el empresario estadounidense RANSOM ELIS OLDS inauguraba su cadena de montaje para construir el Curve Dash, el primer vehículo producido en serie, difícilmente hubiera podido imaginar las implicancias que este nuevo modo de pensar traería para las generaciones venideras. Las ideas de OLDS fueron rápidamente acogidas y perfeccionadas por FORD, que las convirtió en un sistema, que podía ser adaptado para la fabricación de casi cualquier cosa que la mano del hombre pudiera producir: “desde la cuchara a la ciudad”.

Después de más de un siglo, la creciente evolución de la tecnología digital está produciendo

cambios asombrosos en nuestra sociedad. Desde la utilización de visores de realidad aumentada (VRAM) hasta la impresión de modelos tridimensionales operativos, se ha generado una búsqueda de resultados cada vez más eficientes y funcionales, que parecen desterrar el paradigma mecanicista del siglo XX.

En el campo específico de la arquitectura, 90 años después de la publicación de Hacia una arquitectura de LE CORBUSIER, un sinnúmero de nuevos dispositivos tecnológicos-digitales están revolucionando el modo del “pensar” y del “hacer”, abriendo un abanico de posibilidades en el diseño y la producción arquitectónica. A partir de estos supuestos, este artículo pone en evidencia la ruptura del viejo paradigma mecanicista y la

Por  
**Mag. Arq. Marcelo Fraile**



creación de uno nuevo, con base en lo tecnológico-digital. Propugna la generación de una arquitectura de vanguardia, al reunir prácticas biológicas y digitales, y donde se establece una relación entre ambiente, técnica y arquitectura; una renovación de los procesos de concepción, diseño y ejecución.

A partir del estudio de casos, se analizan las herramientas más utilizadas para estos fines: la tecnología digital, los algoritmos genéticos, y los modelos paramétricos basados en la eficiencia.

La llamada revolución digital ha traído grandes implicancias en la arquitectura contemporánea. Reemplazando el modelo mecanicista-taylorista de producción seriada de objetos que promovía el movimiento moderno, por otro que, apoyado en las tecnologías actuales, en conceptos paramétricos de crecimiento y estructuras morfológicas digitales, permite producir formas complejas, flexibles y adaptables constantemente, bajo un régimen de altísima productividad.

A comienzos del nuevo milenio, una nueva tecnológica, con una lógica sintáctica y formal matemático/geométrica, está generando un inédito modo de hacer arquitectura: pensada en términos digitales, bajo un control riguroso, permite ser construida mediante sistemas self service, capaces de incrementar tanto su variabilidad, como su complejidad o, incluso, su adaptabilidad al medio. Esto abre infinitas posibilidades de diseño en una arquitectura acorde con los nuevos tiempos y en armonía con el medioambiente.

Primer paso. La robótica

En 1942, el matemático estadounidense NORBERT WIENER, se une con el médico y fisiólogo mexicano ARTURO ROSENBLUETH, para el estudio de las comunicaciones y conexiones entre animales y máquinas. Sus trabajos estaban centrados en el desarrollo de un lenguaje que permitiría abordar el problema del control y la comunicación general. Estas investigaciones conducirían posteriormente, al nacimiento de lo que se conoce actualmente como *cibernética o el arte de gober-*

*nar una nave.*

El término cibernética, fue acuñado por WIENER en su libro *Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas*: en este trabajo, WIENER estudia los sistemas de control y comunicación a través de las analogías entre mecanismos y seres vivos, estableciendo los primeros lineamientos que conducirán a los métodos de control basados en la retroalimentación, algo que facultará en el futuro el desarrollo de las comunicaciones entre los seres humanos, los sistemas digitales y las máquinas herramientas. (1)

Durante la década de 1960, en los LABORATORIOS LINCOLN, del MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, el profesor y programador IVAN SUTHERLAND (2), utilizando una de las primeras computadoras de la historia, la TX-2, va a desarrollar el Sketchpad: un software capaz de crear a través de una interfaz interactiva, dibujos complejos, basados en vectores: *Si apuntamos el lápiz óptico en el sistema de pantalla y pulsamos un botón llamado 'dibujar' el equipo va a construir un segmento de recta que se extiende [desde el punto inicial hasta] la actual ubicación de la pluma.* A partir de este descubrimiento, los sistemas se han complejizado y perfeccionado: sistemas con touch screen, lápiz óptico con sensor de peso, entre otros, son el resultado de una búsqueda hacia comunicaciones más dinámica e intuitiva, entre individuos y sistemas.

Los grandes avances en materia de ingeniería de microprocesadores, generados en estos últimos años, han conducido a la aparición de sistemas y programas cada vez más eficaces. Complejas herramientas de diseño paramétrico se han unido a la cibernética, en un intento por generar una nueva materialidad, que pudiera ser competitiva con la industria convencional. Esto es, una nueva generación de sistemas CAE-CAM, conectados bajo un código binario, un lenguaje de programación con parámetros variables. En otras palabras, un nuevo idioma que permite a los diseñadores controlar la máquina y fabricar sus objetos con mayor precisión y flexibilidad, un medio para traducir las imágenes en un mapa

#### **Cibernética.**

Del griego, kibernetes, que se refiere al arte de gobernar una nave. Diccionario Real Academia Española, <http://lema.rae.es/drae/?val=cibernetica>, consultado el 08/07/13.

(1)

WIENER, Norbert, *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Massachusetts, The MIT Press, 1948. WIENER, Norbert, *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Massachusetts, The MIT Press, 1948.

(2)

SUTHERLAND, Ivan, *Sketchpad - A Man-Machine Graphical Communication System*, Cambridge, University of Cambridge, 2003

#### **CAE**

Ingeniería asistida por computadora (Computer Aided Engineering);

#### **CAM**

Manufactura asistida por computados (Computer Aided Manufacturing – CAM).

En FLORES PÉREZ, Alfredo, VILLANUEVA RAMÍREZ, Pedro, KOFMAN, Hugo, *Espacio y estructura: Aprendizaje y análisis con tecnologías computacionales*, Santa Fe, Universidad Nacional del Litoral, 2007.

topográfico construible. Análogamente, en arquitectura, esta nueva mirada está produciendo una revolución en el modo de componer y diseñar los espacios arquitectónicos. Para el filósofo mexicano, MANUEL DE LANDA es el nacimiento de un *Nuevo materialismo* (3), que utiliza complejas herramientas capaces de reproducir patrones formales en tres dimensiones, creando espacios arquitectónicos habitables. Espacios que son entendidos por KOLAREVIC como *espacios geométricos no euclidianos, sistemas cinéticos y dinámicos*(4). Formas innovadoras, con capacidad de respuesta a diferentes estímulos de un modo eficiente y funcional.

Estamos inmersos dentro de una nueva revolución industrial, una *revolución 2.0* (5), producto de una sociedad superconectada, desilusionada y desencantada del planteo industrial, con síntomas de una modernización incompleta, que como sugiere FREDERIC JAMESON, retoma la temática sobre la prefabricación y el ensamblaje en serie(6), tiéndolo de una contemporaneidad que no ... *piensa en función de una serie o repetición, sino en versiones o variaciones* (7). Se busca la *superación [de los] edificios monolíticos y estáticos, por [otros] flexibles, dinámicos y abiertos, inspirados en una nuevas categorías de objetos definidos no por lo que son, sino por la manera en que cambian y por las leyes que describen sus variaciones continuas.*(8)

Estamos pasando de una *producción en masa*, heredada del sistema de ensamblaje *tayloriano*, a una producción de un conjunto diferenciado de productos flexibles y tecnológicamente adaptables en el tiempo, que permiten ser modificados frecuentemente en su fabricación sin bajar con esto la producción.

En esta dirección se encuadran los trabajos de los arquitectos suizos GRAMAZIO y KOHLER Y RAFFAELLO D'ANDREA, quienes en el año 2008, con ocasión de la Bienal de Arquitectura de Venecia, se unieron con la ETH de Zurich, para realizar la primera instalación arquitectónica diseñada a partir de una serie de algoritmos paramétricos y construida mediante el uso de robots, con capacidad para volar. Estos sistemas, denominados ROB(9), fueron utilizados para construir un muro bucle de 3,5 m de ancho por 6 m de altura, empleando para ello 1.500 ladrillos de espuma de poliestireno.

Robots industriales voladores, brazos mecánicos articulados con movilidad de seis ejes, sistemas de impresión 3D de alta performance, están permitiendo la materialización de nuevas formas, superficies variables, topológicas y estructuralmente optimizadas. Una amplia gama de herramientas mecánico-digitales, con precisiones milimétricas preparadas para fresar, cortar y adicionar: un paso más hacia la automatización y la robotización plena de la producción arquitectónica.

Segundo paso. La materialización digital

Los grandes avances en materia de fabricación digital, están cambiando vertiginosamente los sistemas de producción. Una tecnología cada vez más accesible, permite que cualquier persona en la intimidad de su casa, pueda convertirse en diseñador, fabricante, distribuidor y comercializador de sus productos. Para la diseñadora IRIS VAN HERPEN, el futuro del planeta, y en especial el de la moda, sufrirán una profunda transformación gracias a los avances tecnológicos: *todo el mundo podrá tener escaneado su propio cuerpo y a partir de [una] impresoras 3D [fabricar su propia] ropa* (10)

VAN HERPEN, es una de las primeras diseñadoras en investigar el potencial de las nuevas tecnologías digitales aplicadas al diseño de la indumentaria. Durante el año 2010, en la semana de la moda de Ámsterdam, presentó su colección *Cristalización*, la primera colección de prendas de vestir diseñadas utilizando geometrías complejas que imitan los elementos de la naturaleza y materializada íntegramente mediante una impresora 3D. En el 2013, VAN HERPEN, REM KOOLHAAS y la compañía líder STRATASYS 3D, se asociaron para la creación de 12 pares de zapatos impresos configurando en lo que según ella establecerá una nueva frontera en el diseño de moda.

De igual modo, en el campo de la medicina, la fabricación digital, hace tiempo que se viene utilizando para producir un sinnúmero de objetos anatómicos: desde implantes dentarios hasta *prótesis personalizadas* para trasplantes óseos. Sin embargo, el tema no concluye allí, un equipo de bioingenieros y médicos del WEILL CORNELL MEDICAL COLLEGE (11), de la Universidad de Cornell, liderados por el profesor LAWRENCE BONASSAR, han desarrollado un oído artificial a partir del uso de una impresión en 3D y geles inyectables de células vivas.

(3)

LEACH, Neil, "Digital Morphogenesis", Architectural Design, Vol 79, N°1, Enero-Febrero, 2009.

(4)

KOLAREVIC, Branko, Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing, New York, Ed. Branco Kolarevic, 2003, p. 3.

(5)

BERNARDO, Angela, La revolución industrial 2.0 llega de la mano de las impresiones en 3D, Think Big, 2013, <http://blogthinkbig.com/impresiones-3d-revolucion-industrial/>, consultado el 08/07/13.

(6)

ALONSO, P, "Post-Digital", MARQ 4, Fabricación y tecnología digital, en AA VV, Hugo Mondragón y Claudio Labarca, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2009.

(7)

ORTEGA, Lluís, La digitalización toma el mando, Barcelona, Gustavo Gilli, 2009.

(8)

ALONSO, P., op. cit.

(9)

Flight Assembled Architecture by Gramazio & Kohler and Raffaello d'Andrea, <http://www.dezeen.com/2011/11/24/flight-assembled-architecture-by-gramazio-kohler-and-raffaello-dandrea/>, consultado el 08/07/13.

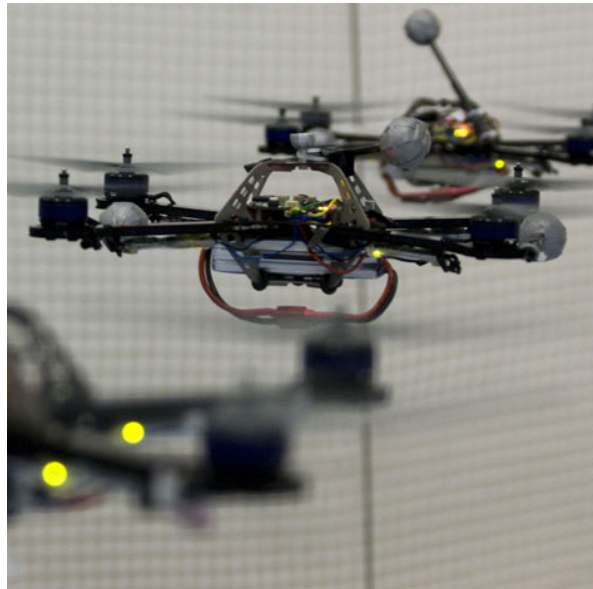
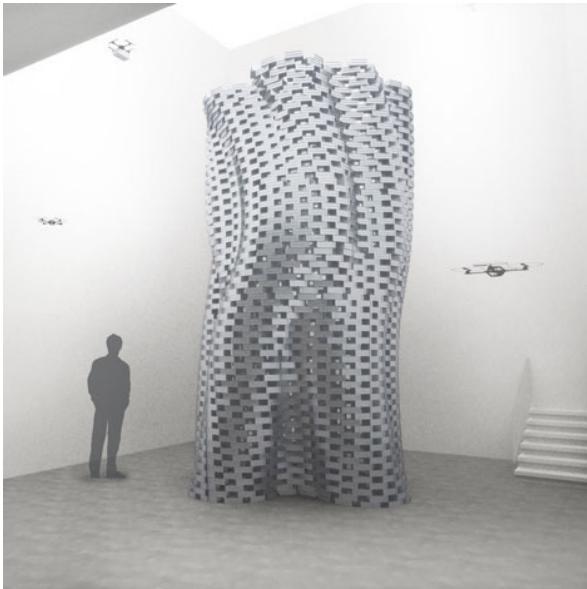
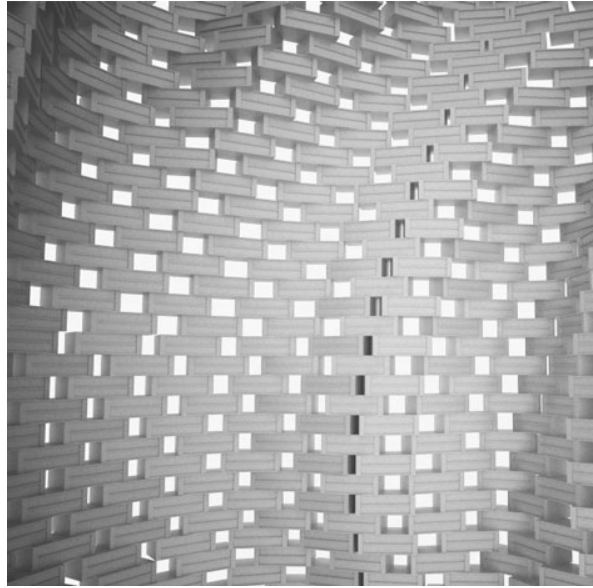
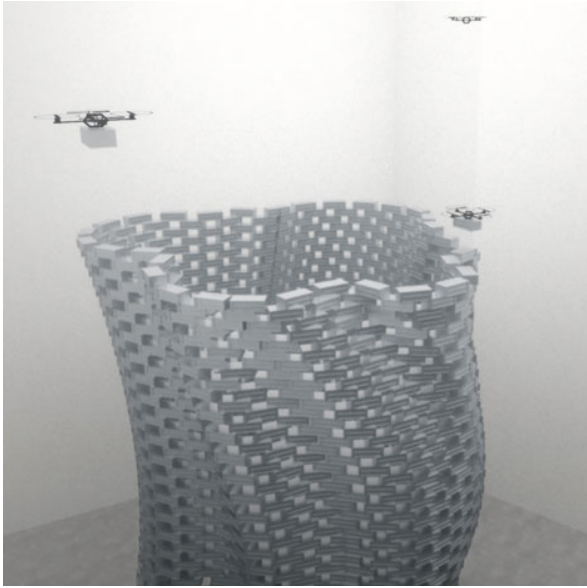
(10)

Everybody could have their body scanned and order clothes that fit perfectly, <http://www.dezeen.com/2013/04/24/iris-van-herpen-interview/>, consultado el 08/07/13.

(11)

Bioengineers, physicians 3-D print ears that look, act real, <http://www.news.cornell.edu/stories/2013/02/bioengineers-physicians-3-d-print-ears-look-act-real>, consultado el 25/05/15.





Instalación realizada por los arquitectos Gramazio y Kohler y Raffaello D'Andrea. Imágenes extraídas de:  
<http://www.dezeen.com/2011/11/24/flight-assembled-architecture-by-gramazio-kohler-and-raffaello-dandrea/>, consultada el 08/07/13

BONASSAR y sus colegas desarrollaron a partir de una imagen digital tridimensional y de una impresora 3D, el molde de la oreja de un hombre. Posteriormente inyectaron al molde 3D, colágeno derivado de cola de rata, y a continuación, 250 millones de células de cartílagos extraídos de orejas de vaca. El colágeno actúa como un soporte sobre el cual puede crecer el cartílago, que dada sus características no vascularizado, no requieren de un suministro de sangre para sobrevivir.

Los investigadores se encuentran actualmente buscando expandir la población de células del cartilago del oído humano, a fin de ser utilizadas en el molde, como un reemplazo del cartilago de vaca. Se espera que en un futuro próximo la tecnología permita utilizar células humanas, especialmente la del mismo paciente, uno de los más importantes avances en materia de medicina regenerativa y de trasplante de órganos, evitando de este modo el riesgo ante el posible rechazo que tiene actualmente dichas intervenciones.

Uno de los primeros resultados alentadores en el tema, se produjo el 9 de febrero de 2012, cuando los médicos Green y Hollister, del Hospital CS Mott de Niños, de la Universidad de Michigan, colocaron una férula impresa 3D, alrededor de las vías respiratorias de Kaiba, un paciente de tres meses de edad con defectos respiratorios congénitos: utilizando una tomografía computarizada de la tráquea, se desarrolló un modelo digital de la férula, que posteriormente fue impresa a partir de un biopolímero llamado policaprolactona. La férula fue cocida alrededor de las vías respiratorias, con el fin de expandir sus bronquios y darle un soporte para su crecimiento adecuado. Con el tiempo, aproximadamente tres años, se espera que la férula sea completamente reabsorbida por el cuerpo (12).

(12)  
Baby's life saved with groundbreaking 3D printed device from University of Michigan that restored his breathing, <http://www.mottchildren.org/news/archive/201305/baby%E2%80%99s-life-saved-groundbreaking-3d-printed-device>, consultado el 25/05/15.

(13)  
Personal Manufacturing and 3d Printing, D-Shape's Plans, <http://fabbaloo.com/blog/2013/5/1/d-shapes-plans.html#.UeCw1o0998F>, consultado el 08/07/13.

#### **Moebius**

Diagrama estudiado por el astrólogo y matemático August Ferdinand Möbius (1790-1868).

(14)

Ahora bien, paradójicamente en arquitectura, los trabajos que habían tendido a la robotización y la automatización de la construcción, quedaron restringidos a elementos prefabricados en serie, que requieren de operarios para su montaje en obra. Por más increíble que parezca, en esencia, la construcción contemporánea continúa manteniendo un sistema constructivo con base en el trabajo del hombre, algo que no ha variado en los últimos dos mil años.

No fueron pocos los intentos a lo largo de la historia, que quisieron introducir la automatización en la arquitectura. Quizás uno de los traba-

jos más interesantes de los últimos tiempos, fue el proyecto para las bodegas Gantenbein, en la ciudad Suiza de FLÄSCH. FABIO GRAMAZIO y MATTHIAS KOHLER, sus creadores, diseñaron una serie de paneles prefabricados de ladrillo, los cuales fueron contruidos por medio de algoritmos digitales y un brazo robot industrial. Lamentablemente, la industrialización no fue completa: para el ensamblaje definitivo de los paneles se requirió de un sistema convencional de izado, y de un equipo de operarios, encargados de vincular los diferentes paneles entre sí.

En cualquier caso, el futuro parece prometedor: la compañía D-SHAPE (13), fundada por ENRICO DINI, se encuentra desarrollando una impresora 3D a gran escala, que utiliza como materia prima un producto similar al hormigón, sobre la base de una mezcla de piedra arenisca y cloro.

La impresora cuenta con grúas y elementos para desplazarse por la obra, "imprimiendo" los muros con tareas repetitivas, de acuerdo con un diseño previamente cargado: La impresión es realizada en capas, siempre en número par: la primera, de arena con el aglutinante líquido y, la segunda, de arena seca. Si bien todavía la impresora requiere de la atención humana, se prevé que en un futuro próximo la tecnología mejorará considerablemente obteniéndose una herramienta absolutamente autónoma, funcional y confiable. Así lo cree JANJAAP RUIJSSENAARS de Arquitectura Universo, que actualmente se encuentra colaborando con Dini, para construir una casa bajo esta tecnología, con forma de cinta de *moebius*: una tira retorcida y unida para formar un bucle, una superficie de una sola cara en una curva continua, sin principio ni fin.

Más aún, la apuesta parece redoblar, en el ambicioso proyecto del estudio de los arquitectos FOSTER + PARTNERS, quienes se han unido con la Agencia Espacial Europea (ESA), con el fin de construir una base permanente para cuatro personas en el polo sur de la Luna (14).





Oído impreso. Imágenes extraídas de:

<http://www.news.cornell.edu/stories/2013/02/bioengineers-physicians-3-d-print-ears-look-act-real>, consultada el 25/05/15



Proyecto Base Lunar – Estudio Foster + Partners. Imágenes extraídas de:

<http://www.fosterandpartners.com/news/archive/2013/01/foster-partners-works-with-european-space-agency-to-3d-print-structures-on-the-moon/>, consultada el 08/07/13

Tercer paso. Self service – hágallo usted mismos

En 1917, CLAURENCE SAUNDERS, desarrolló un nuevo sistema de venta para su tienda: los artículos estaban al alcance del comprador, el cual recogía los bienes que quería comprar en la tienda, y luego los presentaba al cajero para pagar antes de salir. Este procedimiento iba a reemplazar el viejo concepto de que el empleado era el único con acceso a los productos, y era él quien los buscaba a pedido del cliente.

Este sistema se popularizó con el nombre de *self service*, una voz inglesa que hace referencia al autoservicio, donde el comprador es el que se sirve él mismo. Con el tiempo, el self service, se transformó en una realidad cotidiana, su universo, se ha incrementado considerable en todo el mundo y en todas las áreas: desde la banca electrónica, las casas de comida rápida, el alquiler de

películas o incluso el check in de las aerolíneas comerciales.

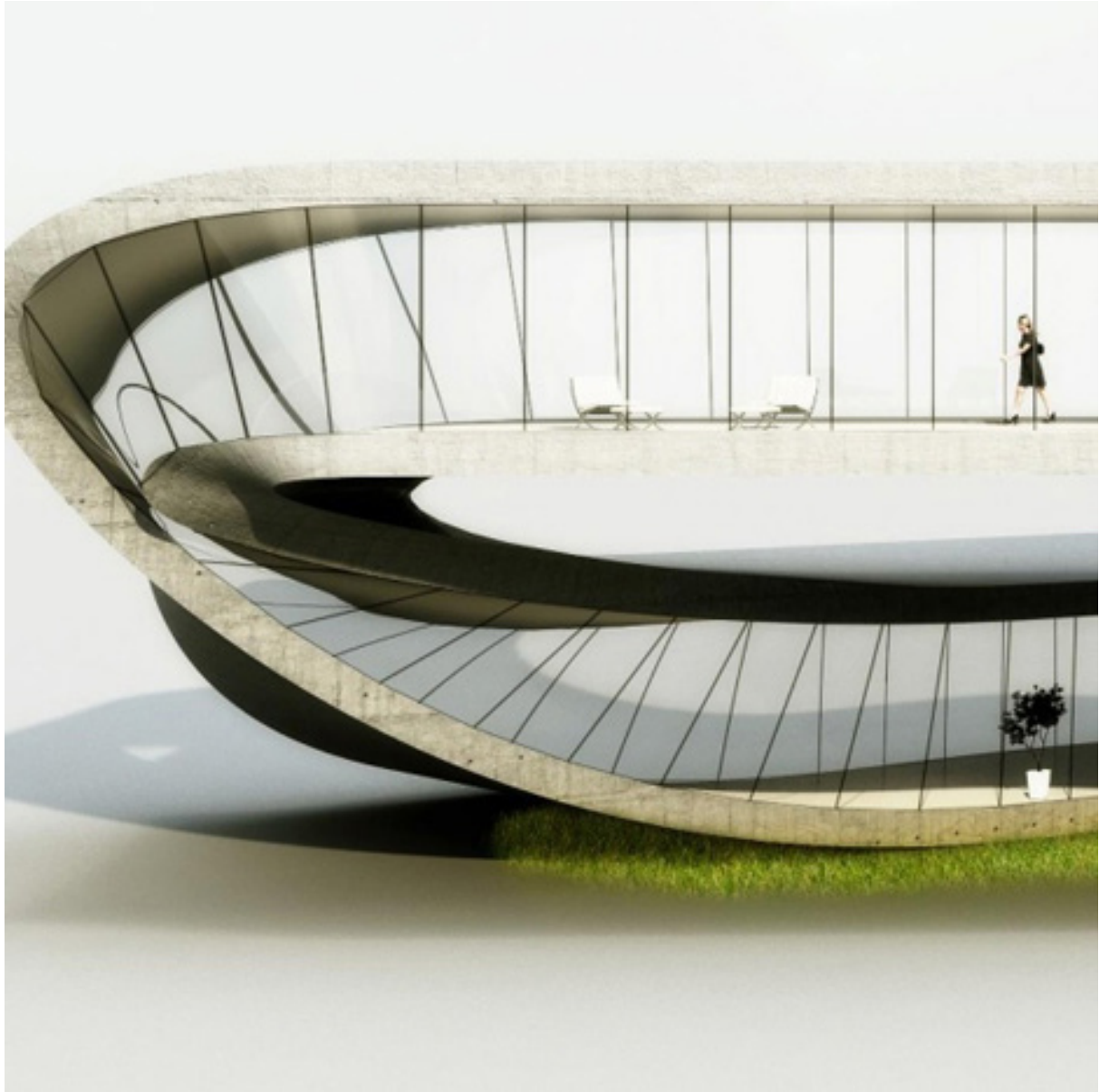
El concepto de self service, tácitamente se encuentra asociado con el término, *do it yourself*, que se traduce como *hazlo tú mismo*, y que trae consigo, en su significado, la implicancia de autogestión, que lleva contenida además la satisfacción personal por algo *hecho con mis propias manos*. Fabricarte tus propios muebles, construir tu propia casa, o simplemente hacer algún objeto para regalar, dando satisfacción a ese impulso creador, a esa ... *característica humana ineludible que nos ha impulsado a partir de la edad de piedra a la era moderna*. (15)

Es la capacidad para moldear nuestro mundo, y asegurarnos la supervivencia, creando un ambiente que nos permita sobrevivir.

Foster + Partners to 3D print buildings on the moon Foster + Partners Works With European Space Agency To 3D Print Structures On The Moon, <http://www.fosterandpartners.com/news/archive/2013/01/foster-partners-works-with-european-space-agency-to-3d-print-structures-on-the-moon/>, consultado el 08/07/13.

(15)

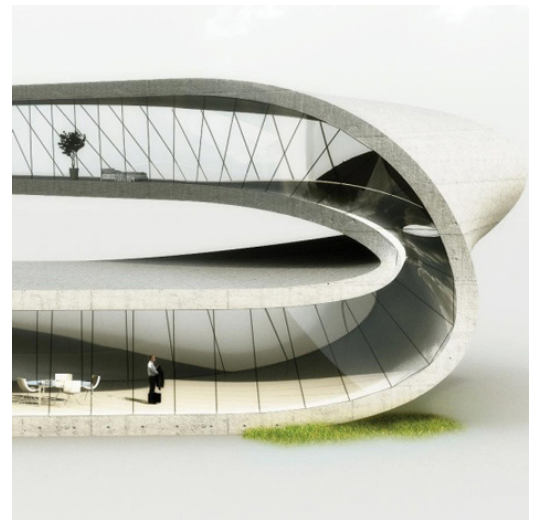
FERNÁNDEZ, Miguel, Estudio e integración de sistemas de bajo coste para el diseño digital y el prototipado rápido, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 2012.

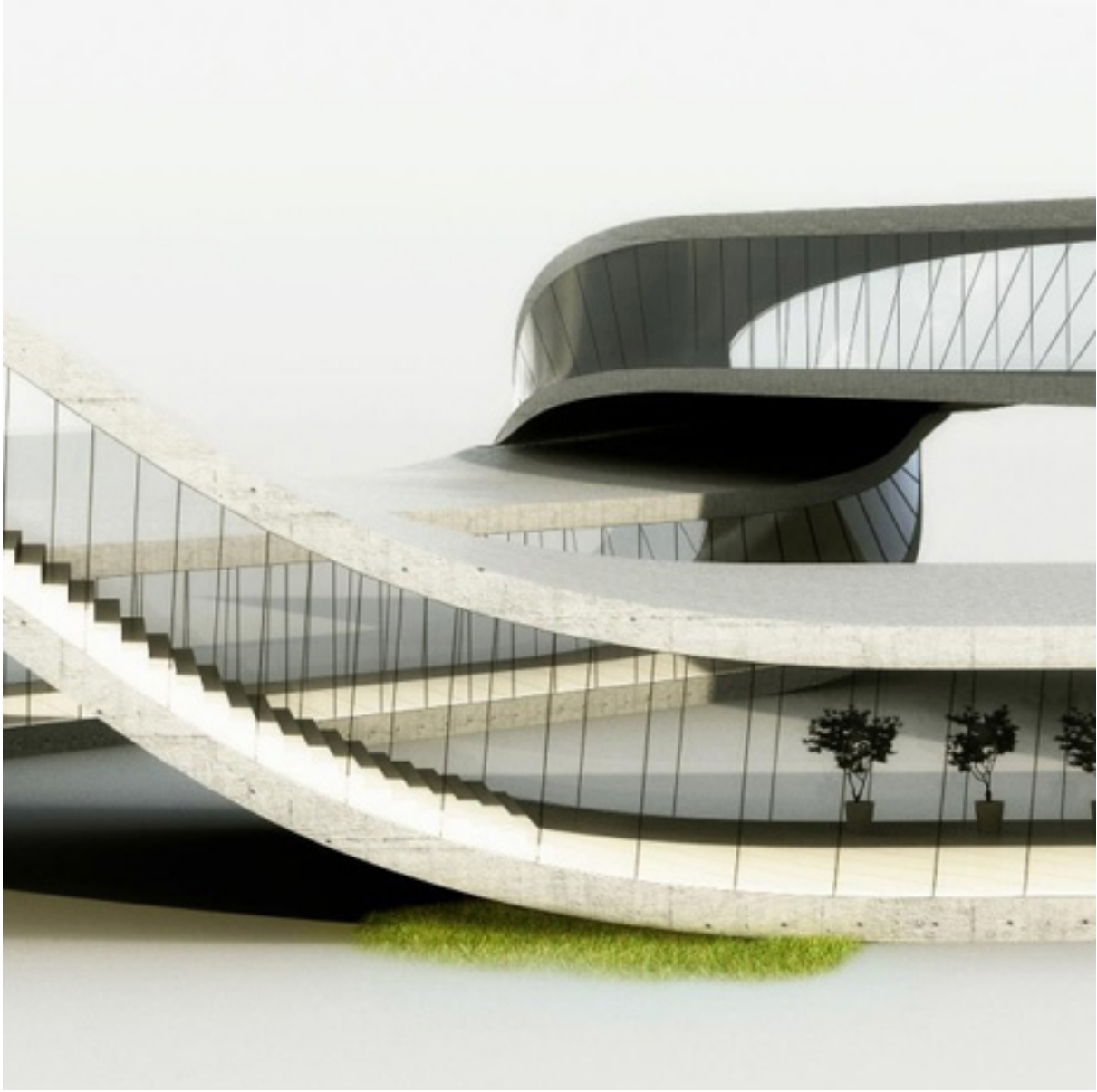


#### Landscape House

El proyecto Landscape House plantea la posibilidad de imprimir una casa utilizando la impresora D-Shape, que permite producir secciones de hasta 6 x 9 metros utilizando una mezcla de arena y un agente aglutinante. Arquitecto Janjaap Ruijsenaars de Universe Architecture colaboró con el inventor italiano Enrico Dini, quien desarrolló la impresora D-Shape, para construir la casa que tiene una forma de bucle basado en una cinta de Moebius

Las imágenes pertenecen a: [www.universearchitecture.com/](http://www.universearchitecture.com/)







(16) FRIEDMAN, Thomas, *The World is Flat: A Brief History of the Twenty-first Century*, Paperback, 2005

(17) SCHERER, Fabiana, *Hágalo usted mismo*, <http://www.lanacion.com.ar/949441-hagalo-usted-mismo>, consultado el 08/07/13.

(18) First 3D-printed gun fired, [www.dezeen.com/2013/05/07/first-3d-printed-gun-fired/](http://www.dezeen.com/2013/05/07/first-3d-printed-gun-fired/), consultado el 08/07/13.

(19) Wiki Weapon firm launches 3D printing Pirate Bay, [www.dezeen.com/2013/03/13/defcad-3d-printing-pirate-bay-launched-defense-distributed-cody-wilson-sxsw/](http://www.dezeen.com/2013/03/13/defcad-3d-printing-pirate-bay-launched-defense-distributed-cody-wilson-sxsw/), consultado el 08/07/13.

(20) [http://artsbeat.blogs.nytimes.com/2013/09/16/3-d-printed-gun-goes-on-display-at-london-museum/?\\_r=0](http://artsbeat.blogs.nytimes.com/2013/09/16/3-d-printed-gun-goes-on-display-at-london-museum/?_r=0), consultado el 25/05/15

(21) Support wikihouse development, <http://www.wikihouse.cc/>, consultado el 08/07/13.

(22) ABAD, Mar, WikiHouse: un kit para construir tú propia casa, <http://www.yorokobu.es/wikihouse/>, consultado el 08/07/13.

(23), (24), (26), (29) Ibid

(25) ¿Qué es Openarch?, <http://www.openarch.cc/es>, consultado el 08/07/13.

THOMAS L. FRIEDMAN, periodista y autor del libro *THE WORLD IS FLAT* (16) asegura que *...la fuerza de esta era se fundamenta en la capacidad de los individuos para tomar el control de su vida* (17)

Tras una industrialización desmesurada de todos los campos del conocimiento, el concepto del objeto único, fabricado o reparado por uno mismo, parece una oferta tentadora. Aparece un rechazo a la idea de tener que comprar artefactos despersonalizados, idénticos. Bajo esta nueva filosofía, inventores y creadores experimentan con nuevas formas, utilizando herramientas de hardware libre, para crear prototipos y pequeños artefactos. Un nuevo paradigma que nos impulsa a hacer nuevas cosas, fabricando objetos cuya materialización se realiza por medio del uso de equipos controlados digitalmente. *Hecho por uno mismo*: objetos personalizados, con un valor extra, el del objeto único, exclusivo.

Una revuelta importante se generó a principios del año 2013, cuando los periódicos de todo el mundo daban la noticia de la creación de *LIBERATOR*, la primera arma de fuego capaz de ser fabricada íntegramente por una impresora 3D doméstica. Su creador, *CODY WILSON*, había diseñado una pistola, en la que todas sus partes podían ser impresas en plástico ABS, con la única excepción de un clavo de metal utilizado como percutor.

Poco después, un grupo de activistas que defienden el derecho a las armas, subieron a la red, los planos necesarios para construir *Liberator*, permitiendo que cualquiera pudiera descargarlos, copiarlos, modificarla o reproducirla libremente, sólo por unos pocos dólares (18). Y, en caso de no contar con una impresora 3D, se podría enviar los archivos vía web a algunos de los locales de la mega tienda *STAPLES EASY 3D* para su impresión, y luego optar por cuál sucursal pasar a buscar los resultados (19)

Pocos días después de su publicación, la Oficina de Control del Comercio Defensivo del Departamento de Estado de los Estados Unidos, retiró los planos de internet, sin embargo los planos todavía pueden encontrarse en algunos sitios piratas de la web como *THE PIRATE BAY*.

En el año 2013, el museo *VICTORIA Y ALBERTO*, y el museo de Ciencia de Londres, compraron dos copias de la pistola *LIBERATOR*, para ser exhibidas entre sus colecciones. Para *KIERAN LONG*, curador de la muestra, es un paso importante en la histo-

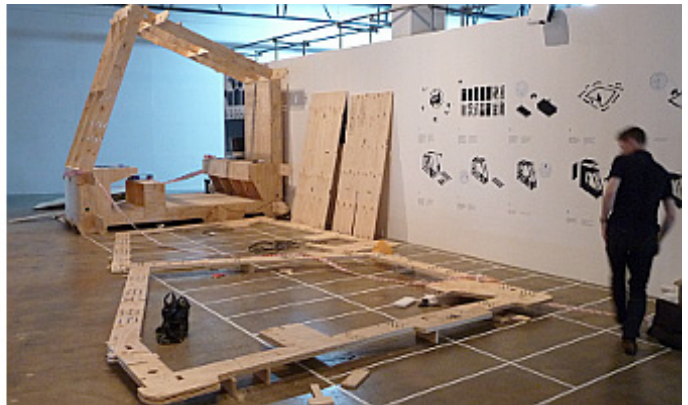
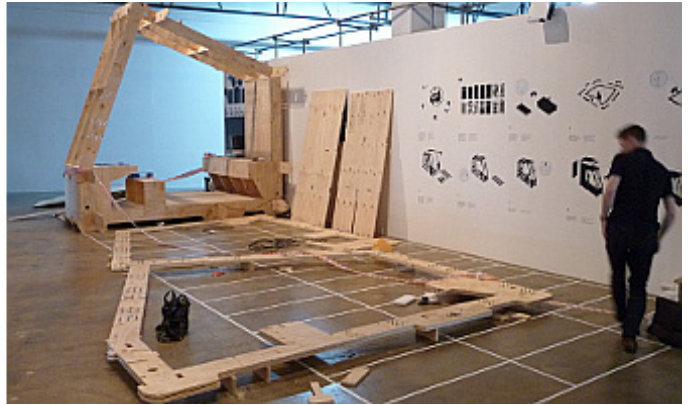
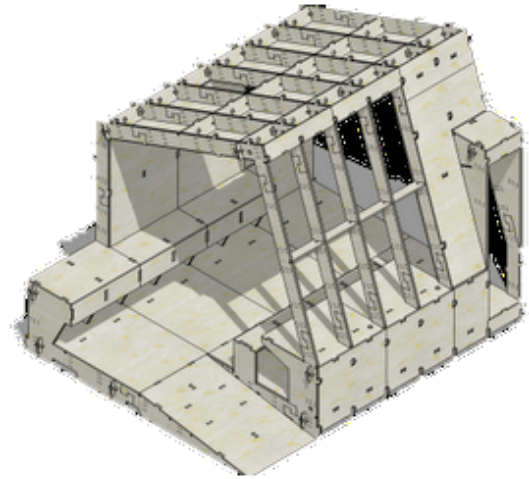
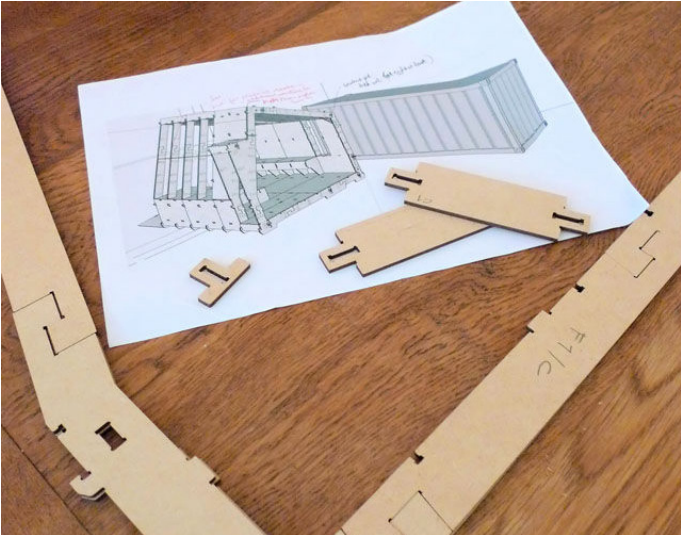
ria del diseño: *Un no-diseñador ha logrado producir este año, un gran impacto en el diseño* (20) Desde luego, sería demasiado simplista pensar que el tema está terminado; muchos son los interrogantes que quedan por responder y que ponen en discusión viejas polémicas como el control de armas, la propiedad intelectual o el derecho de autor. En cualquier caso, lo que sí queda claro, es que continuamente nuevas propuestas hacen su aparición en este mundo digital, y rápidamente son absorbidas por los diferentes campos de la vida humana. Nuevos conceptos y nuevos procesos que, gracias al uso de las redes digitales y de la cultura "Open Source" o "código abierto", pretenden expandir el conocimiento, con una nueva mirada inocente, a una escala mayor. Mediante esta filosofía, uno podría descargar cualquier proyecto, modificarlo, adaptando sus parámetros iniciales de acuerdo con sus necesidades, para después construirlo.

En arquitectura, siguiendo esta línea de pensamiento, el británico *ALASTAIR PARVIN*, ha creado, *WIKIHOUSE* (21), un proyecto, sin fines de lucro, que plantea una plataforma en línea, cuyo objetivo es permitir que cualquier persona pueda diseñar su propia casa, luego descargar los planos, *imprimirlos tridimensionalmente*, y posteriormente montar las diferentes partes de la vivienda, con un mínimo de requisitos y conocimientos técnicos. En palabras de *PARVIN*, sus instrucciones dicen: *cortar las partes de la casa, ensamblarlas, construir la estructura entre tres o cuatro personas y tener una vivienda básica* (22)

El proyecto prevé, en su portal de Internet, una biblioteca compartida de modelos tridimensionales, que permiten ser modificados, personalizados y descargados, para su utilización de forma gratuita.

En resumidas cuentas, una comunidad basada en el intercambio y la colaboración de bienes, una *Wikipedia de la construcción* (23), una *democratización de la industria* (24), que involucra a los usuarios en tareas que tradicionalmente le son propias a los arquitectos.

*Seguimos creyendo en el poder de la arquitectura para cambiar el mundo de una manera sustancial. Para hacer una diferencia, un nuevo tipo de práctica se necesita para enfrentar los desafíos de nuestro tiempo.* (25) Así lo expresa el manifiesto de *OPEN, ARQUITECTURA ABIERTA*, un equipo de arquitectos y diseñadores internacionales or-

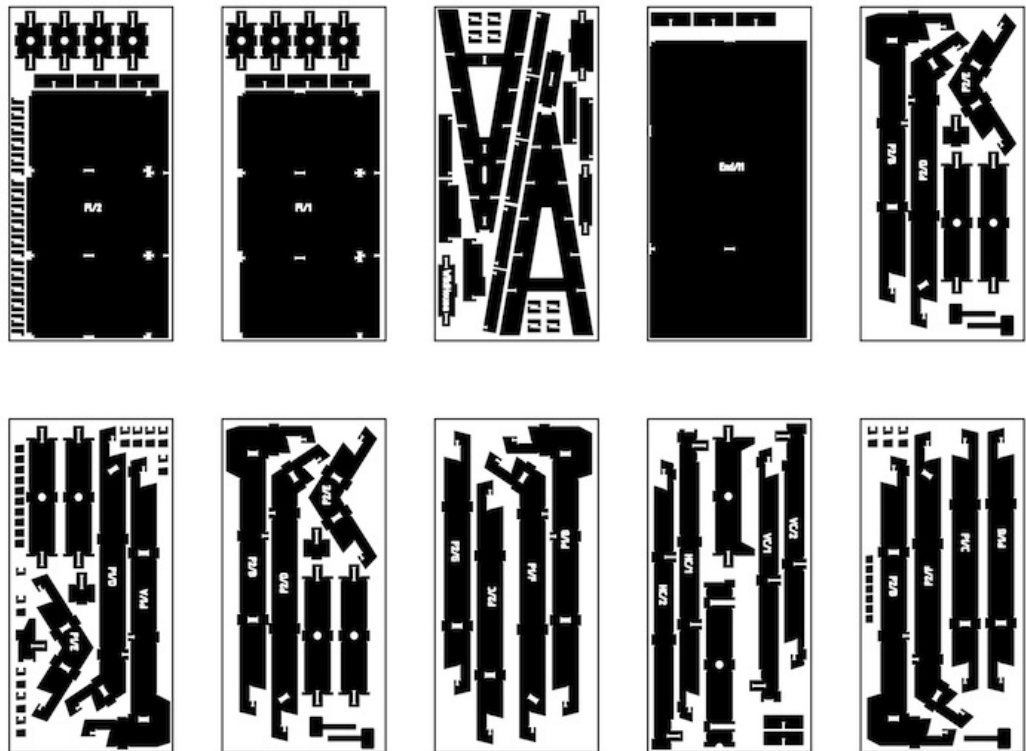


ganizado por los arquitectos LI HU y HUANG WEN-JING en la ciudad de New York. Un equipo interdisciplinario reunido para generar proyectos de urbanismo, arquitectura, diseño de interiores e impacto ambiental, en relación con los desafíos de los nuevos tiempos.

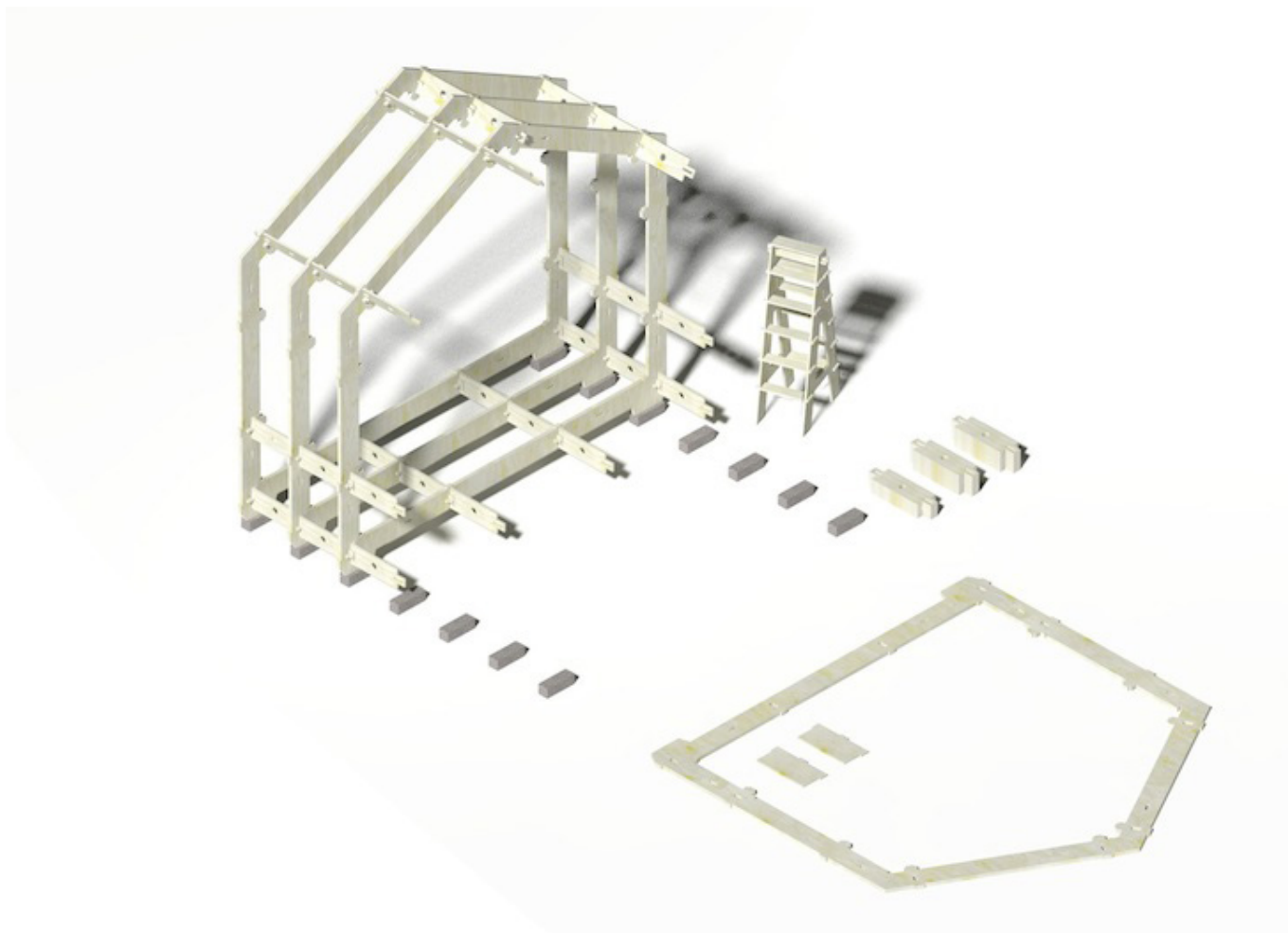
Y es también, el espíritu propuesto por el arquitecto Ion Cuervas Mons, creador de OPENARCH (...)

*una plataforma basada en la filosofía del software y el hardware libre. Un playground habitado donde poner a prueba tecnologías relacionadas con la vivienda inteligente. Un espacio donde empresarios, artistas y organizaciones pueden evaluar sus productos y sus avances tecnológicos, para después compartirlos libremente, en forma de KITS.*





WikiHouse es un sistema de construcción de código abierto en el que participan muchos diseñadores para que sea posible diseñar, imprimir y montar viviendas de bajo consumo energético. Imágenes extraídas de: <http://www.wikihouse.cc/>, consultada el 08/07/13



Bajo esta mirada colaborativa, los nuevos diseñadores buscan redefinir el papel del arquitecto contemporáneo, considerando la tecnología como una aliada proyectual, donde *las formas dejaron de ser dibujadas o representadas para pasar a ser calculadas* (27) y ahora también impresas.

Esto implica un nuevo modo de plantear la relación entre teoría y práctica que está influyendo tanto en la arquitectura del futuro como en la conformación que tendrán las ciudades en los siglos venideros. Y que modifica de una vez y para siempre la *noción de espacio*, que elaboró la Modernidad (28) y que durante mucho tiempo funcionó como marco ... *determinante de nuestra vida* .

Bajo esta nueva mirada, audaz y atrevida, se esconde una búsqueda hacia nuevos procesos que liberen la imaginación del diseñador hacia derroteros desconocidos.

Solo el principio...

A comienzos del siglo XXI, *La nueva arquitectura se pliega a las circunstancias. Abandonando las imágenes desafiantes y catastróficas... las nuevas vanguardias se acomodan al mundo a través de pliegues y dobleces* (30)

Una fascinación por las nuevas tecnologías, simula nuevos modelos estéticos, de complejas formas geométricas, que *...se producen con la misma facilidad que las formas planas, cilíndricas, esféricas y cónicas de la geometría euclidiana* (31) Con la aparición de los sistemas digitales de última generación, un nuevo modo de pensamiento hace su irrupción en la arquitectura contemporánea: una arquitectura de vanguardia digital, que se aparta de la geometría cartesiana, para intentar experimentar con una geometría topológica, de superficies curvadas que utiliza *NURBS* y, que

(27)

DERY, Mark, Soft House: Home Grown, [www.artbyte.com/mag/nov\\_dec\\_00\\_lynn\\_content.shtml](http://www.artbyte.com/mag/nov_dec_00_lynn_content.shtml), consultado el 08/07/13.

(28)

DOBERTI, Roberto, "Elaboraciones de la especialidad", en *Espacialidades*, Buenos Aires, Infinito, 2008, pág. 75 y ss.

(30)

FERNÁNDEZ GALIANO, Luis, "Placeres del pliegue. La última vanguardia holandesa", *Arquitectura Viva* 69, 1998.

(31)

KOLAREVIC, Branco, "Digital Morphogenesis", en Kolarovic, B. (ed.), *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*, Spon Press, New York y London, 2003, pp. 17-45; [www.i-m-a-d-e.org/fabrication/wp-content/uploads/2010/08/02](http://www.i-m-a-d-e.org/fabrication/wp-content/uploads/2010/08/02), consultado el 08/07/13.





proporciona un alejamiento de los volúmenes discretos (32); una seducción por formas nuevas, irregulares, flexibles, capaces de generar *una arquitectura de superficies ... maleables inspiradas en la espontaneidad de la naturaleza*(33)

En resumidas cuentas, una coordinación de protocolos codificados, parámetros específicos, leyes de organización, agregación y crecimiento, con una fuerte influencia de cuestiones biológicas y ecológicas; una traducción digital hacia nuevos caminos, *...manifestaciones geométricas de un esquema previamente articulado* (34), bajo una tendencia de cambio con infinitas posibilidades, que ahora sí pueden ser materializadas.

Una complejidad digital a la carta: un abanico de nuevas tecnologías, novedosos materiales inteligentes, y algoritmos matemáticos, se han convertido en los nuevos métodos que emplean los arquitectos contemporáneos para hacer sus creaciones.

En este contexto, muchos son los interrogantes que quedan sin responder, sin embargo, quizás la pregunta más importante sea ¿Cuál es el papel del arquitecto?, y fundamentalmente: ¿Cuál será su papel mañana? (35)

Con una revolución digital en las puertas de nuestras ciudades, es tiempo de ocuparnos del tema.

#### **NURBS**

Non-Uniform Rational B-Splines

(32)

KOLAREVIC, Branco, op. cit.

(33)

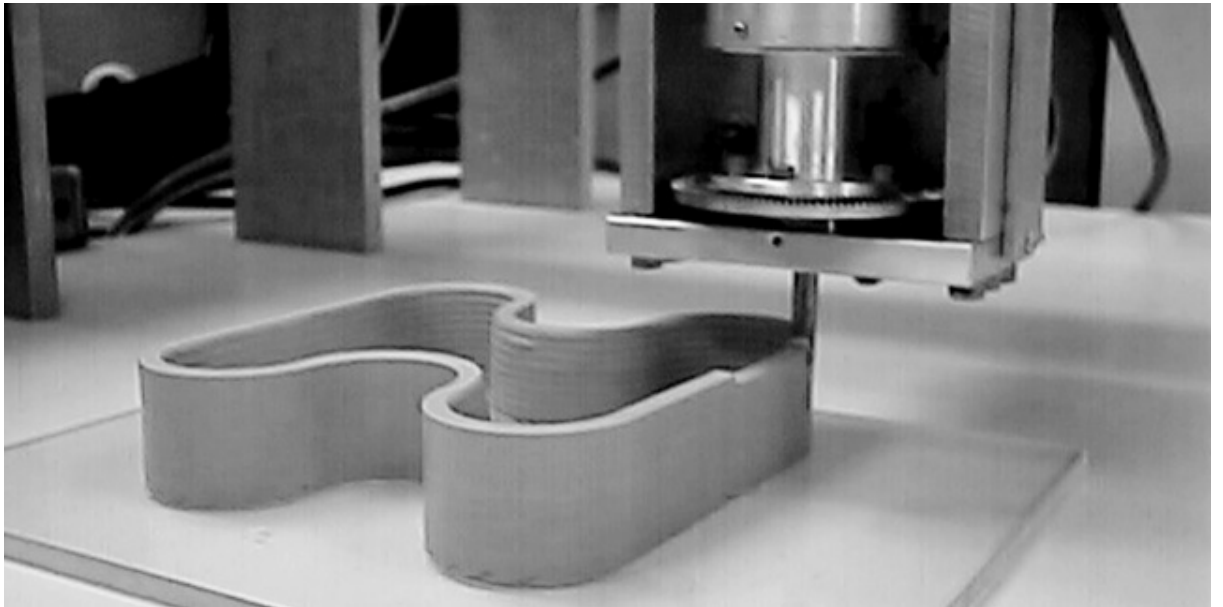
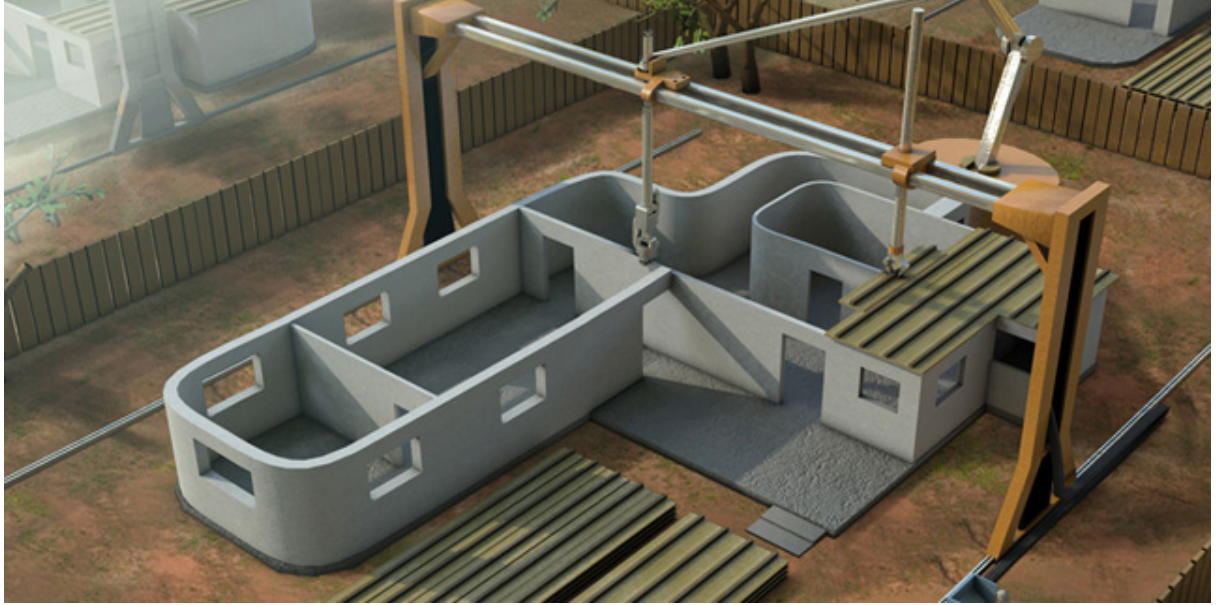
LYNN, Greg. Animate form, Nueva York, Princeton Architectural Press, 1999, pág. 130.

(34)

KOLAREVIC, Branco, op. cit.

(35)

DOMENICO, ¿Cuál es el papel de arquitecto?, <http://ecosistemaurbano.org/ecosistema-urbano/%C2%BF-cual-es-el-papel-del-arquitecto/>, consultado el 08/07/13.



Sistema de Impresión 3D / Construcción por contornos

Imágenes extraídas de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-357233/en-detalle-sistema-de-impresion-3d-construccion-por-contornos>

## Bibliografía

¿Qué es Openarch?, <http://www.openarch.cc/es>, consultado el 08/07/13.

ABAD, Mar, WikiHouse: un kit para construir tu propia casa, <http://www.yorokobu.es/wikihouse/>, consultado el 08/07/13.

ALONSO, P, "Post-Digital", MARQ 4, Fabricación y tecnología digital, en AA VV, Hugo Mondragón y Claudio Labarca, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2009.

BÄR, Nora, Tecnología 3D: parece ciencia ficción, pero es ciencia real, <http://www.lanacion.com.ar/1585815-detapa-tecno3d>, consultado el 08/07/13.

BERNARDO, Angela, La revolución industrial 2.0 llega de la mano de las impresiones en 3D, Think Big, 2013, <http://blogthinkbig.com/impresiones-3d-revolucion-industrial/>, consultado el 08/07/13.

DERY, Mark, Soft House: Home Grown, [www.artbyte.com/mag/nov\\_dec\\_00/lynn\\_content.shtml](http://www.artbyte.com/mag/nov_dec_00/lynn_content.shtml), consultado el 08/07/13.

Diccionario Real Academia Española, <http://lema.rae.es/drae/?val=cibernetica>, consultado el 08/07/13.

DOBERTI, Roberto, "Elaboraciones de la especialidad", en Espacialidades, Buenos Aires, Infinito, 2008, pág. 75 y ss.

DOMENICO, ¿Cuál es el papel de arquitecto?, <http://ecosistemaurbano.org/ecosistema-urbano/%C2%BFcual-es-el-papel-del-arquitecto/>, consultado el 08/07/13.

Everybody could have their body scanned and order clothes that fit perfectly, <http://www.dezeen.com/2013/04/24/iris-van-herpen-interview/>, consultado el 08/07/13.

FERNÁNDEZ GALIANO, Luis, "Placeres del pliegue. La última vanguardia holandesa", Arquitectura Viva 69, 1998.

FERNÁNDEZ, Miguel, Estudio e integración de sistemas de bajo coste para el diseño digital y el prototipado rápido, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 2012.

First 3D-printed gun fired, [www.dezeen.com/2013/05/07/first-3d-printed-gun-fired/](http://www.dezeen.com/2013/05/07/first-3d-printed-gun-fired/), consultado el 08/07/13.

Flight Assembled Architecture by Gramazio & Kohler and Raffaello d'Andrea, <http://www.dezeen.com/2011/11/24/flight-assembled-architecture-by-gramazio-kohler-and-raffaello-dandrea/>, consultado el 08/07/13.

FLORES PÉREZ, Alfredo, VILLANUEVA RAMÍREZ, Pedro, KOFMAN, Hugo, Espacio y estructura: Aprendizaje y análisis con tecnologías computacionales, Santa Fe, Universidad Nacional del Litoral, 2007.

Foster + Partners to 3D print buildings on the moon, <http://www.dezeen.com/2013/01/31/foster-partners-to-3d-print-buildings-on-the-moon/>, consultado el 08/07/13.

FRIEDMAN, Thomas, The World is Flat: A Brief History of the Twenty-first Century, Paperback, 2005

KOLAREVIC, Branco, "Digital Morphogenesis", en Kolarevic, B. (ed.), Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing, Spon Press, New York y London, 2003, pp. 17-45; [www.i-m-a-d-e.org/fabrication/wp-content/uploads/2010/08/02](http://www.i-m-a-d-e.org/fabrication/wp-content/uploads/2010/08/02), consultado el 08/07/13.

KOLAREVIC, Branko, Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing, New York, Ed. Branco Kolarevic, 2003, p. 3.

LEACH, Neil, "Digital Morphogenesis", Architectural Design, Vol 79, N°1, Enero-Febrero, 2009.

LYNN, Greg. Animate form, Nueva York, Princeton Architectural Press, 1999, pág. 130.

ORTEGA, Lluís, La digitalización toma el mando, Barcelona, Gustavo Gilli, 2009.

Personal Manufacturing and 3d Printing, D-Shape's Plans, <http://fabbaloo.com/blog/2013/5/1/d-shapes-plans.html#UeCw1o0998F>, consultado el 08/07/13.

SCHERER, Fabiana, Hágalo usted mismo, <http://www.lanacion.com.ar/949441-hagalo-usted-mismo>, consultado el 08/07/13.

Support wikihouse development, <http://www.wikihouse.cc/>, consultado el 08/07/13.

SURTHERLAND, Ivan, Sketchpad - A Man-Machine Graphical Communication System, Cambridge, University of Cambridge, 2003.

WIENER, Norbert, Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine, Massachusetts, The MIT Press, 1948.

Wiki Weapon firm launches 3D printing Pirate Bay, [www.dezeen.com/2013/03/13/defcad-3d-printing-pirate-bay-launched-defense-distributed-cody-wilson-sxsw/](http://www.dezeen.com/2013/03/13/defcad-3d-printing-pirate-bay-launched-defense-distributed-cody-wilson-sxsw/), consultado el 08/07/13.



INVESTIGACIÓN

# Hacia la materialización de lo intangible



Love Project involucra el diseño, la ciencia y tecnología. El proyecto consiste en, a través de sensores, capturar las emociones y reacciones que viven las personas mientras relatan sus historias de amor. Estas emociones se traducen en datos interpretados por una interfaz gráfica creada en Grasshopper y materializados mediante una impresora 3D .

Por  
**Mariana Minafro Spinelli**

La producción al alcance de todos. El diseño personalizado con sólo un click. El adiós a la producción masiva y en serie. La democratización de la producción. Muchos son los estándares en los que las nuevas impresoras 3d se basan para ser entendidas, según algunos teóricos, como las responsables de la tercera revolución industrial. Pero más allá de todos los posibles titulares, sí podemos afirmar que esta nueva tecnología irrumpe en el campo del diseño, de la ciencia y de la producción generando nuevos interrogantes y desafíos.

La impresora 3d se presenta como una nueva manera de hacer las cosas, una manera que da la posibilidad al usuario de imprimir productos de mayor especificidad y mayor utilidad para sí mismo, ubicando a los medios de producción al alcance de todos y ya no entre los muros de las fábricas. La fabricación se acerca al consumidor transformándolo rápidamente en un prosumidor, capaz de crear objetos con geometrías complejas, diseños y materialidades personalizados, y con menor desperdicio y mayor eficacia que la fabricación tradicional.

Los antecedentes del futuro industrial.

El primer indicio de las actuales impresoras 3d se remonta a 1984, cuando CHARLES HULL inventa un método de impresión denominado estereolitografía que permitía, a partir de información digital, imprimir objetos tridimensionales. Este estaba orientado a la impresión de maquetas para probar estereotipos antes de su fabricación seriada, ese mismo año fundó 3DSYSTEM.

Entre 1989 y 1990 SCOTT CRUMP, fundador de STRATASYS, desarrolló una nueva técnica llamada *Fused Deposition Modeling* que permitía la impresión de objetos tridimensionales mediante la superposición de capas de material fundido que luego se solidifica.

A lo largo de la década del 90, se desarrollan a nivel industrial todas estas tecnologías y comienzan a explorarse fuera del ámbito industrial/em-

presarial gracias a iniciativas como: Z CORPORATION una empresa fundada por dos estudiantes del MIT (luego adquirida por 3DSystem) que proponían un nuevo modelo de impresión 3D a partir de la adaptación de una impresora tradicional, al proyecto REP RAP que presentaba una máquina autorreplicable, y por lo tanto posibilitaba su distribución a bajo costo, y a la incipiente comunidad Maker. Estas iniciativas, sumada a la del DR. BOWYER que desarrolló la primera impresora capaz de imprimir casi la totalidad de las piezas que la componían, abrieron la puerta al Open-source y con esto a nuevos proyectos que, guiados por la búsqueda del proyecto *RepRap*, buscaron alcanzar esta nueva tecnología a los usuarios.

Entre todos estos proyectos cabe destacar el modelo MAKERBOT, de Makerbot Industries, pues es un proyecto Open-source que surge de la búsqueda de usuarios por crear una impresora no sólo capaz de autorreplicarse sino también de ser ensamblada por un usuario sin habilidades técnicas específicas. En este contexto es que la *comunidad maker* crece y surgen comunidades de intercambios de ideas, diseño y experiencias en impresión 3D claves para la popularización de las impresoras en todos los campos, aún hoy.

De la producción en masa al do it yourself.

Gracias a las comunidades virtuales la fabricación de una impresora 3D es viable para un usuario sin conocimientos técnicos, y también conocer el mecanismo de funcionamiento. Estas máquinas consisten en un cabezal, llamado extrusor, que se apoya sobre dos rieles horizontales que, mediante un mecanismo, extraen filamento de un rollo superior, con bastante presión y poco movimiento de manera de mantener la tensión. Hay otro eje transversal al del extrusor que es el que se mueve. Los ejes se mueven por motores, llamados pololus, controlados por chips que indican las coordenadas y velocidad a la cual moverse. El cabezal está controlado por una placa ram. Las impresoras pueden mover los motores a distinta resolución.

### **Fused Deposition Modeling (FDM)**

El modelado por deposición fundida (MDF) es un proceso de fabricación utilizado para el modelado de prototipos y la producción a pequeña escala.

El modelado por deposición fundida utiliza una técnica aditiva, depositando el material en capas, para conformar la pieza. Un filamento plástico o metálico que inicialmente se almacena en rollos, es introducido en una boquilla. La boquilla se encuentra por encima de la temperatura de fusión del material y puede desplazarse en tres ejes controlada electrónicamente. La boquilla normalmente la mueven motores a pasos o servomotores La pieza es construida con finos hilos del material que solidifican inmediatamente después de salir de la boquilla.

Esta tecnología fue desarrollada por S. Scott Crump a finales de la década de 1980 y fue comercializada en 1990.

El término en inglés, Fused Deposition Modeling, y sus siglas, FDM, son marcas registradas de Stratasy Inc.<sup>2</sup> El término equivalente, fused filament fabrication (fabricación con filamento fundido) y sus siglas FFF, fueron acuñados por la comunidad de miembros del proyecto RepRap para disponer de una terminología que pudieran utilizar legalmente sin limitaciones

### **Comunidad maker**

La comunidad Maker está formada por todos aquellos que en su tiempo libre se dedican a la creación, desde objetos decorativos, mecánicos o electrónicos, hasta software informático. Son cercanos a la cultura del DIY o "do it yourself" (hazlo tú mismo) y el DIWO o "do it with others" (hazlo con otros), y normalmente se ponen en contacto a través de comunidades "maker" en los "hackerspaces", espacios físicos donde la gente puede compartir ideas, herramientas y conocimientos. Son una especie de talleres donde llevan a cabo sus proyectos y tienen a su disposición maquinaria técnica comprada en conjunto, y que por separado sería difícil de obtener. Estas comunidades se están desarrollando en los principales centros de población de todo el mundo, y tienen un papel trascendental en el desarrollo y difusión de la impresión 3D, una tecnología que comenzará una nueva revolución.

### **Reprap**

El Proyecto Reprap es una iniciativa con el ánimo de crear una máquina autorreplicable que puede ser usada para prototipado rápido y manufactura. Una máquina de prototipado rápido es una Impresora 3D que es capaz de fabricar objetos en tres dimensiones a base de un modelo hecho en ordenador.

El autor del proyecto describe la autorreplicación como la habilidad de producir los componentes necesarios para construir otra versión de sí mismo, siendo una de las metas del proyecto. La autorreplicación distingue el proyecto RepRap de otro similar llamado Fab@home.

Debido al potencial de la autorreplicación de la máquina, el creador visiona la posibilidad de distribuir a bajo costo máquinas RepRap a personas y comunidades, permitiéndoles crear (o descargar de Internet) productos y objetos complejos sin la necesidad de maquinaria industrial costosa. Adicionalmente se especula que RepRap demostrará evolución así como crecer en cantidades exponenciales. Esto, en teoría le dará a RepRap el potencial de convertirse en una poderosa tecnología disruptiva, similar a otras que han anticipado bajos costos en tecnologías de fabricación.

Casi la totalidad de las impresoras hogareñas utilizan dos materiales de impresión, el ABS y el PLA.

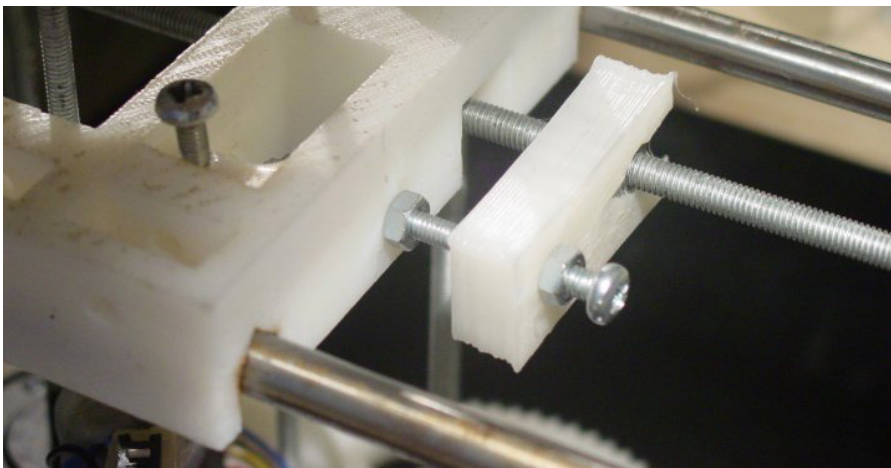
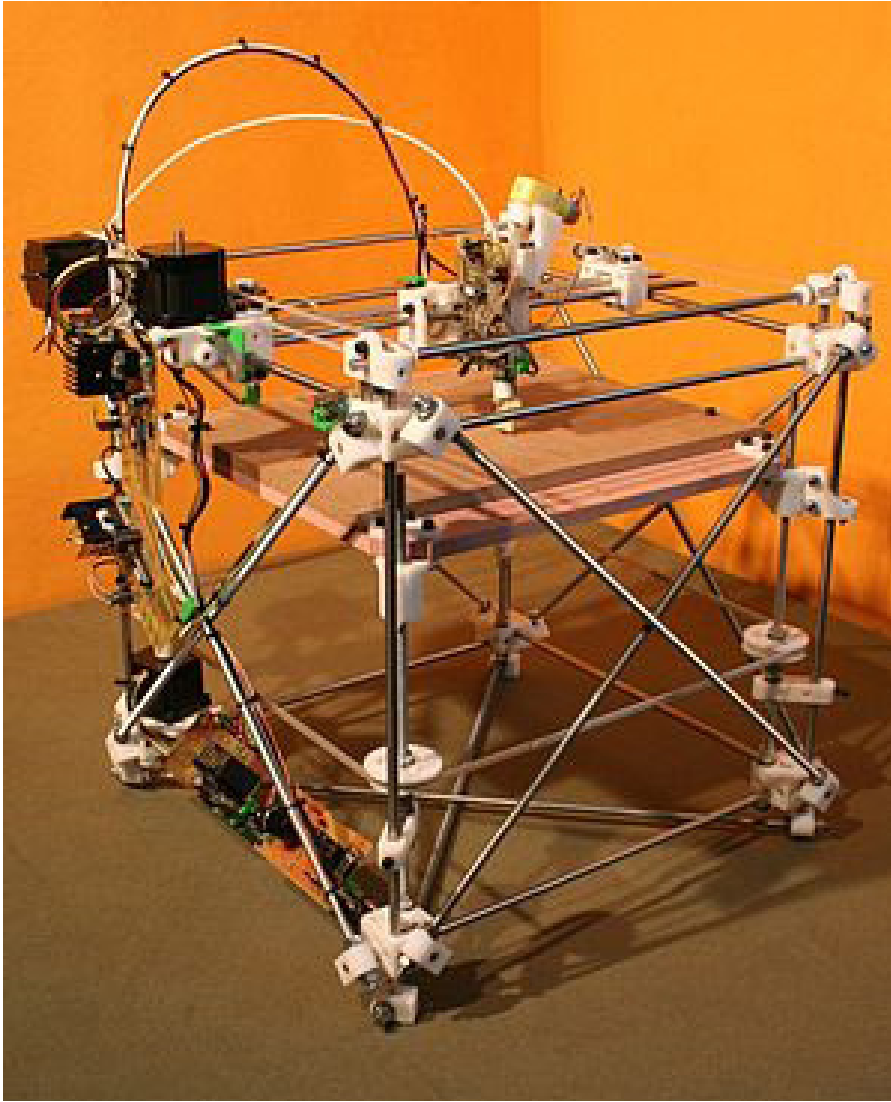
El ABS está presente en los procesos de fabricación tradicionales (fichas de Lego, carcasas de electrodomésticos, etc), dado su punto de fusión alto hay que imprimirlo en impresoras con base de impresión caliente. Entre las ventajas que presenta el material podemos mencionar su resistencia, limitada flexibilidad y gran acabado mediante acciones de terminación simples; sin embargo hay que tener en cuenta que al punto de fusión desprende gases que, en altas concentraciones, puede ser tóxico.

Por su parte el PLA no está tan presente en la industria tradicional, sus ventajas son que no emite gases nocivos, está disponible en mayor variedad de colores y puede imprimirse en todo tipo de impresora, no necesariamente de base caliente; sin embargo no es reutilizable y frente al ABS tiene otras desventajas como la no resistencia a altas temperaturas y las complicaciones en los procesos de terminación post-impresión.

La ciencia ficción deja de ser ficción.

Las impresoras 3d llegaron a las distintas industrias, y si bien la automotriz fue la primera en darle lugar, hoy la arquitectura, el diseño y la medicina lograron notables avances gracias a la valoración y experimentación de esta nueva tecnología.

La industria aeroespacial, una de las pioneras, ya diseña piezas para imprimir en 3D utilizando la impresora MADE IN SPACE y así acelerar los procesos de fabricación y suministro, este es el primer paso hacia la implementación de las impresoras 3D como parte necesaria para abastecer en tiempo real a las necesidades de los astronautas en las misiones espaciales ya sea produciendo alimentos, herramientas o partes de las naves. En la industria automotriz LOCAL MOTORS ya produjo su primer modelo Strati (en italiano, capas) imprimiendo el chasis y la carrocería completa en 44 hs. En el campo de la medicina la bio impresión promete generar una verdadera revolución, algunas compañías como Organovo están imprimiendo tejidos humanos vivos desde impresoras 3D no tan distintas a las presentes en las comunidades maker. Esto permitiría hacer pruebas de nuevas medicaciones directamente sobre tejidos humanos compuestos por células de tipo estrelladas, endoteliales, y hepatocitos, y se mantienen con vida durante el plazo de 42 días. La compañía estima que en cinco años será capaz de imprimir fragmentos de hígados humanos aptos para trasplantes. Por otro lado, la comunidad diseño, robótica, medicina e impresión 3D también permite notables avances al campo, por ejemplo la impresión de la prótesis para el brazo biónico realizado por LIMITLESS con el apoyo del proyecto colectivo de MICROSOFT para un niño de 7 años, que permite no solo la movilidad de la mano, sino también de los dedos a partir de sensores musculares mioeléctricos.



RepRap version 1.0 (Darwin).

**Zaphod**

Primera parte hecha por un RepRap para un RepRap, fabricada por el prototipo Zaphod, por Vik Olliver (13/9/2006).



**WASP**  
World's Ad-  
vanced Saving  
Project

En el ámbito de la arquitectura las impresoras 3D permitieron desde la impresión de componentes con nuevas y destacables materialidades, hasta el desarrollo de estructuras completas. Un ejemplo es el llevado a cabo por estudiantes y profesores de la Facultad de Diseño Ambiental en la Universidad de California, Berkeley, que diseñaron un pabellón experimental de 9m de altura y 12m<sup>2</sup> formado por 840 bloques impresos en polímero de cemento de óxido de hierro libre de Portland, y por lo tanto notablemente más liviano que el cemento tradicional. Estos bloques, unidos por herrajes de acero inoxidable, tienen una rejilla interna que, junto con las paredes onduladas del proyecto, funcionan como soporte estructural y, a su vez cada bloque tiene un patrón que permite captar la luz. De esta manera lograron la estructura de cemento impreso más grande impresa hasta la fecha.

Otro ejemplo es el de la compañía *WASP* que tiene como objetivo imprimir viviendas para naciones en desarrollo. Hay varios alcances para destacar de este proyecto, uno es el desarrollo de una boquilla extrusora que permitirá imprimir hasta 12 m de altura usando diferentes mezclas de cemento con semillas presentes en el ambiente donde se implantará la impresión. De esta manera las semillas absorberán la humedad de la mezcla de arcilla y cemento y, luego de crecer, desarrollará sus raíces otorgando gran fuerza a la estructura y estabilidad.

En el campo del diseño industrial podemos mencionar el proyecto desarrollado por el estudio *SYNTHESIS DESIGN + ARCHITECTURE* de Los Ángeles que creó una silla 3D impresa, considerando los distintos gradientes en la impresión según el sector del objeto y los posibles materiales para cada uno. Esta silla llamada *DUROTAXIS CHAIR* está inspirada en el comportamiento biológico de las células que migran a través de los gradientes provocando la rigidez de dicho sector. El objeto en sí consiste en una malla con distintos espesores y rigidez dependiendo de los requerimientos estructurales y ergonómicos de la silla. Además el objeto puede usarse en dos posiciones, erguido y reposo, en ambas la forma y rigidez del material cambian para proporcionar la rigidez necesaria para asegurar estabilidad y confort. Según el estudio, hubiese sido imposible fabricar y diseñar este modelo sin las nuevas tecnologías aplicadas.

También permitió novedosos avances en cuanto a nuevas materialidades que no sólo son destacables por lo que estos materiales permiten, sino también porque posibilitan el reemplazo de algunos de los materiales más tóxicos para el planeta y a su vez más utilizados en las industrias tradicionales. Así apareció el quitosano, un material presente en los caparazones de insectos y crustáceos, biodegradable y apto para la industria, la medicina y para ser impreso en 3D a gran escala. Al ser diluido en agua y ácido acético las moléculas del quitosano se separan y se obtiene una disolución definitiva del 4% en agua. Luego se evapora la disolución, para que recupere su estructura y propiedades naturales, hasta que se convierte en cristal líquido logrando así un material que duplica la fuerza del plástico, 12MPa.

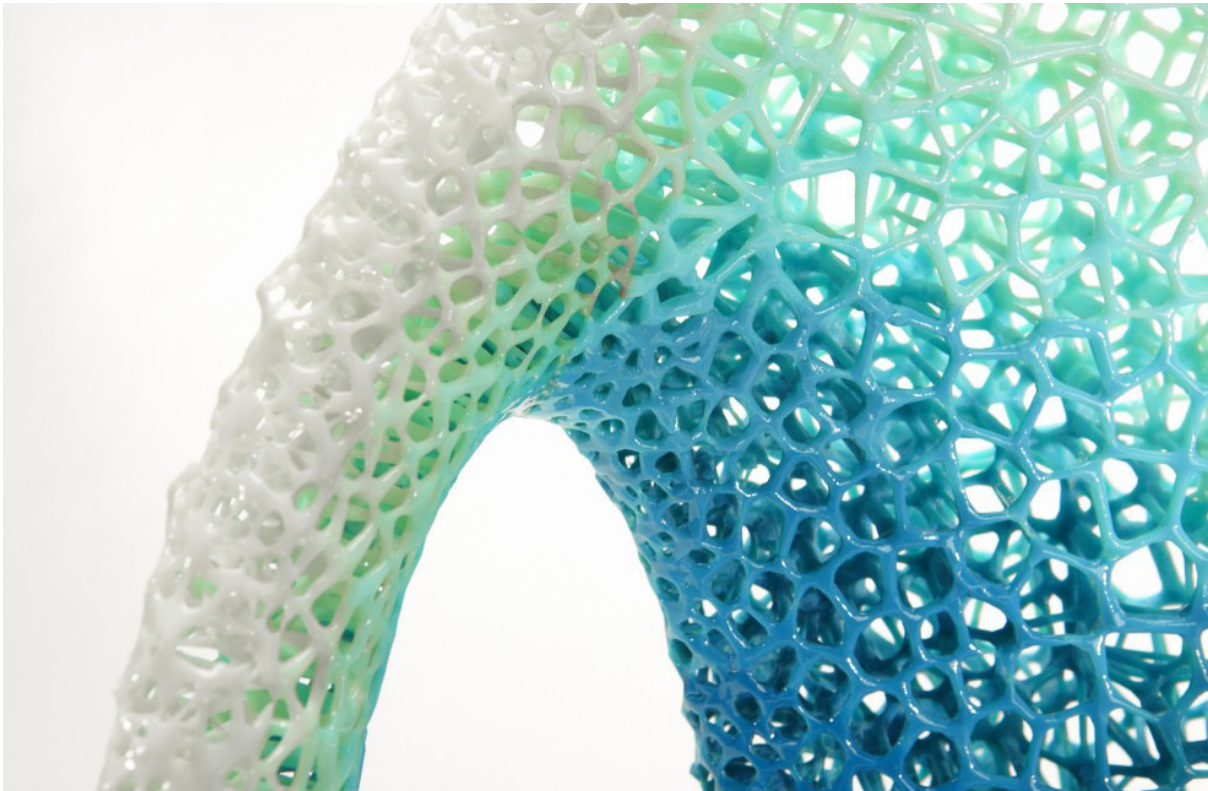
El futuro de la impresión.

Aún la impresora 3D no ha alcanzado su máximo desarrollo cuando una nueva, la cuarta dimensión, aparece en la tecnología de impresión y no es otra que el tiempo, lo que demora un objeto o parte de él en ensamblarse. Para desarrollar esta nueva fase en la evolución de la impresión, se basaron en las técnicas de reordenación molecular que se dan en la biología y nanotecnología para lograr que un grupo de células o elementos de comporten de determinada manera ante un tipo de energía o cambio químico.

El Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) comenzó a investigar e imprimir con materiales que pueden ser programados para que actúen de determinada manera ante un estímulo. El diseño no es más que un archivo cad o stl y luego queda programar su comportamiento, para ello la compañía *AUTODESK* está desarrollando el *PROYECTO CYBORG*.

Un ejemplo de material programable es la fibra de carbono, investigada por el ingeniero *SKYLAR TIBBITS* (Director del Laboratorio de Auto ensamblado del MIT). Esta fibra flexible y resistente, es proporcionada por la compañía *CARBITEX*, y al combinarse con otros compuestos puede generar importantes cambios que a su vez son reversibles; el cambio se da a partir de que cada material responde al estímulo de determinada manera produciendo fuerzas que doblan el material.

Pero no sólo los materiales se extraen de la naturaleza, también se imitan los comportamientos y uno de ellos es el de los pétalos de las flores.



**Durotaxis Chair**

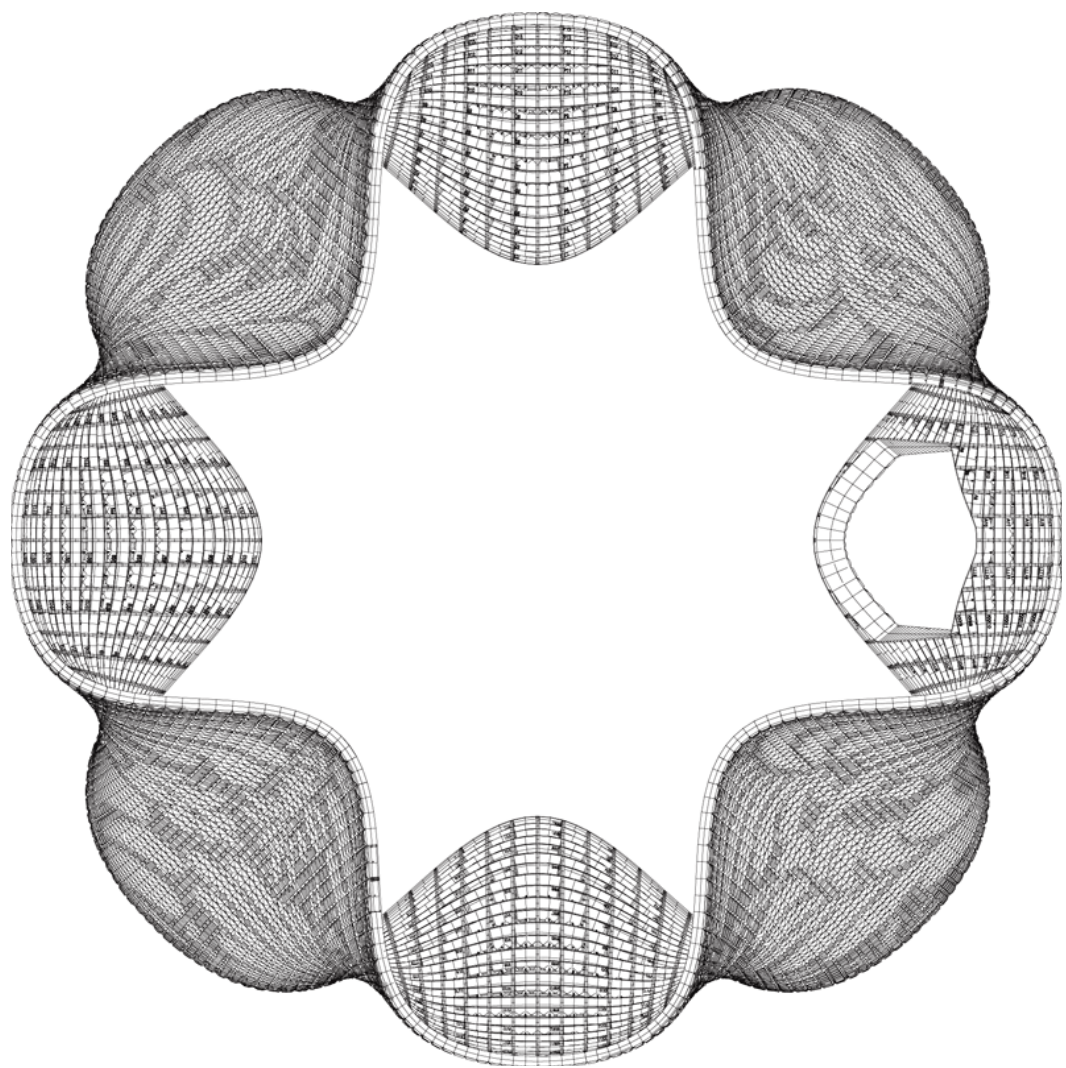
Dimensiones: 50cm x 60cm x 800cm

Materiales: Objet VeroCyan Digital Material & Objet VeroWhite Digital Material

Diseñadores: Synthesis Design + Architecture

Equipo de diseño: Alvin Huang (Design Principal), Yuan Yao, Alex Chan, Mo Harmon, Kais Al-Rawi, Joseph Sarafian, David O. Wolthers





Una flor puede abrir y cerrarse en distintos momentos y por distintas circunstancias, las células que componen sus pétalos pueden actuar de múltiples maneras según las condiciones del ambiente y así generar varias formas. Estudiando este grupo de conceptos es que surge el Antítesis Pabellón, que gracias a la exploración de la impresión 3D en conjunto con estas nuevas tecnologías de materiales, plantea que se podrán diseñar estructuras, como pabellones, que se transformen en el tiempo y espacio dependiendo de estímulos y necesidades.

Difícil es definir cuáles serán los límites en la exploración de las nuevas tecnologías, aún no llegamos a medir la repercusión en las distintas industrias ni en la vida cotidiana y es por eso que si bien, como mencionamos al comienzo del artículo, muchos creen que estamos en la puerta de una tercera revolución industrial otros afirman que esto es sólo el comienzo de un camino de transición hacia una nueva etapa. Es que ante cada avance, muchas nuevas aplicaciones y posibilidades antes imprevistas aparecen revelando que aún es mucho lo que resta explorar. Lo que sí podemos concluir, en base a todos los ejemplos mencionados y muchos otros que no, es que estas nuevas tecnologías buscan fomentar la creatividad y llevar el diseño a la máxima experiencia de usuario donde progresivamente todo aquello que sólo vivía tras la pantalla del ordenador o celular ahora se vuelve tangible y forma parte de la realidad que nosotros, los usuarios somos capaces de fabricar. Y ya somos capaces de imprimir más un vestido a medida, una silla ergonómica o una vivienda sustentable, también podemos imprimir nuestros sentimientos. La gran pregunta entonces es: ¿qué seremos capaces de hacer con todo este poder?

#### **LOVE PROJECT**

Durante la edición 2014 de São Paulo Design Weekend, en la galería Baró, se desarrolló el proyecto Love project - Experiment 2 curada por Taissa Buescu con el apoyo de Casa Vogue, Galería Colectivo Amor de Madre y la compañía de impresión 3D AKAD.

Esta muestra interactiva diseñada por el ciber arquitecto Guto Requena proponía conectar parte del público a sensores para medir los cambios de sus ondas cerebrales, pulso cardíaco y voz mientras narraban sus experiencias amorosas.

Estos datos se analizaban y luego se codificaban y representaban gráficamente, para finalmente volverlos tangibles y materiales mediante una impresión 3D.

#### **Bloom**

El proyecto Bloom fue realizado por un grupo de estudiantes de la Escuela de Diseño Medioambiental de la Universidad de California, Berkeley,

Equipo: Ronald Rael, Virginia San Fratello, Kent Wilson, Alex Schofield, Sofia Anastassiou, Yina Dong, Dr. Stephan Adams, Alex Niemeyer, Ari Oppenheimer, Reem Makkawi, Steven Huang.





**Bloom**

El grupo californiano Emerging Objects ha creado el proyecto Bloom, un pabellón construido a partir de 840 bloques impresos con tecnología de impresión 3D usado cemento portland.

#### Sitios web consultados

<http://www.quora.com/Why-is-3D-printing-said-to-be-the-third-industrial-revolution>

[http://www.explainingthefuture.com/3dp\\_chapter1.pdf](http://www.explainingthefuture.com/3dp_chapter1.pdf)

<http://www.wired.com/2015/02/3d-printing-decentralized-industrial-revolution/>

<http://www.telegraph.co.uk/luxury/travel/63535/next-big-thing-dubais-museum-of-the-future.html>

<https://telecotowalk.wordpress.com/2013/11/01/la-historia-del-futuro-industrial-como-surgio-la-impresion-3d/>

<http://bitacora.ingenet.com.mx/2013/09/la-historia-de-las-impresiones-3d/>  
<http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>

<http://n-e-r-v-o-u-s.com/blog/?p=6521>

<http://www.archdaily.com/610939/synthesis-design-architecture-utilizes-gradient-3-d-printing-in-durotaxis-chair/>

[http://www.architectmagazine.com/technology/uc-berkeley-researchers-3d-print-a-cement-powder-pavilion\\_o?utm\\_source=newsletter&utm\\_content=jump&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=ABU\\_031715&day=2015-03-17&he=559bb79a239f7f6443e0ffa25d17cb26a96c3eab](http://www.architectmagazine.com/technology/uc-berkeley-researchers-3d-print-a-cement-powder-pavilion_o?utm_source=newsletter&utm_content=jump&utm_medium=email&utm_campaign=ABU_031715&day=2015-03-17&he=559bb79a239f7f6443e0ffa25d17cb26a96c3eab)

[http://elpais.com/elpais/2015/02/23/ciencia/1424688205\\_859060.html](http://elpais.com/elpais/2015/02/23/ciencia/1424688205_859060.html)

<http://www.archdaily.com/611797/carbon3d-can-grow-seamless-structures-100x-faster-than-3d-printing/>

<http://3dprint.com/52097/wasp-3d-printed-houses-2/>

<http://3dprint.com/50379/3d-print-algae-human-cells/>

<http://3dprint.com/25499/organovo-exvive3d-liver/>

#### Bibliografía

BERMUDEZ, Julio, "Arquitectura: 2001 a 2010: 2008: Arquitectura Contemporánea: Desplazamiento de la materialización a la visualización". Consultado en: [http://noticias.arq.com.mx/Detalles/9861.html#.VWjwTlx\\_NHw](http://noticias.arq.com.mx/Detalles/9861.html#.VWjwTlx_NHw) en Noviembre 2014.

"CyberPRINT: Hacia una Arquitectura del Ser". Consultado en: [http://www.academia.edu/2902099/cyberPRINT\\_Hacia\\_una\\_Arquitectura\\_del\\_Ser](http://www.academia.edu/2902099/cyberPRINT_Hacia_una_Arquitectura_del_Ser) en Diciembre 2014.

"Interfacing Virtual & Physical Spaces through the Body: The cyberPRINT Project" Consultado en: <http://cumincad.architexturez.net/system/files/pdf/6d22.content.pdf> en Noviembre 2014.

"Data Representation Architecture: Visualization Design Methods, Theory and Technology Applied to Anesthesiology" Consultado en:

[http://www.academia.edu/5203583/Data\\_Representation\\_Architecture\\_Visualization\\_Design\\_Methods\\_Theory\\_and\\_Technology\\_Applied\\_to\\_Anesthesiology](http://www.academia.edu/5203583/Data_Representation_Architecture_Visualization_Design_Methods_Theory_and_Technology_Applied_to_Anesthesiology) en Noviembre 2014.

KOTTAS, Dimitris, "Arquitectura Digital, innovación y diseño", Links, 2013.

"Arquitectura Digital. Nuevas Aplicaciones", Links, 2013.

#### Créditos de las imágenes publicadas:

Love Project / <http://www.gutorequena.com.br/site/work/objects/love-project/29/>.

Rep Rap / <http://www.reprap.org>.

Durotaxis Chair / IMSTEPF Films

Publicadas en <http://www.archdaily.com/610939/synthesis-design-architecture-utilizes-gradient-3-d-printing-in-durotaxis-chair/>

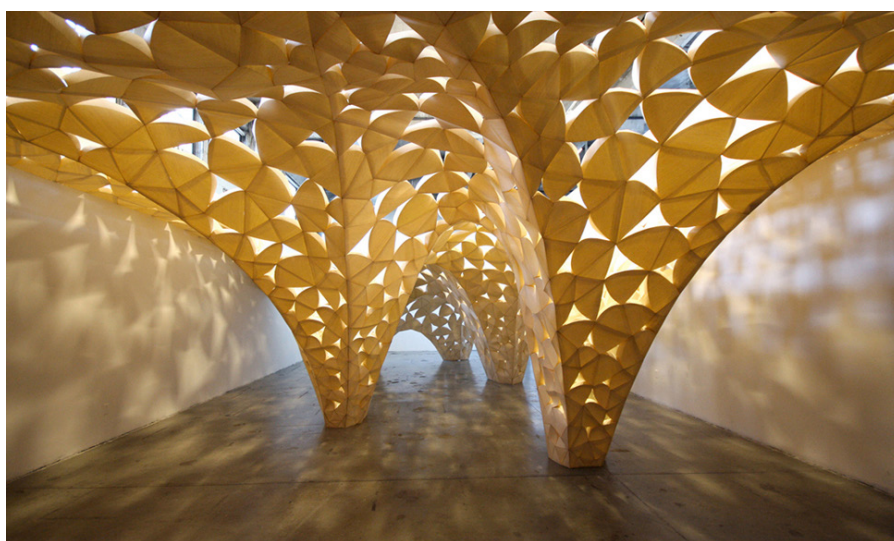
Bloom / Matthew Millman Photography

Publicadas en <http://www.archdaily.com/613171/emerging-objects-creates-bloom-pavilion-from-3-d-printed-cement/>



CASOS DE ESTUDIO

# Voussoir Cloud



IWAMOTO-SCOTT ARCHITECTURE  
ARQUITECTOS

STEPHANIE LIN, MANUEL DIAZ, JOHN KIM  
EQUIPO DE PROYECTO

BURO HAPPOLD - RON ELAD, STEPHEN LEWIS, MATTHEW MELNYK, TOM REINER  
INGENIERÍA

CHRIS CHALMERS, JOHN KIM  
SCRIPTING

ANDREW KUDLESS  
CONSULTOR EN SCRIPTING

GALERÍA DEL SCI-ARC, LOS ÁNGELES, EEUU.  
UBICACIÓN

MARZO-AGOSTO 2008  
AÑO PROYECTO- CONSTRUCCIÓN

Por  
**Arq. Sofía Piantanida.**

Bajo la dirección de LISA IWAMOTO y CRAIG SCOTT y con el asesoramiento estructural de BURO HAPPOLD, se desarrolló el VOUSSOIR CLOUD, una instalación temporal, ubicada en la galería del Instituto de Arquitectura del Sur de California, dentro del marco de una exposición de instalaciones temporales de arquitectos jóvenes del año 2008.

El estudio *Iwamoto-Scott Architecture*, con sede en San Francisco, dirigido por LISA IWAMOTO y CRAIG SCOTT, entiende que cada proyecto puede alcanzar una síntesis de diseño único. Dedicado a la investigación del diseño intensivo y aplicada, el estudio se dedica a proyectos en múltiples escalas y en una variedad de contextos que desembocan en fabricaciones de gran escala, instalaciones de museos y exposiciones, propuestas teóricas, concursos y proyectos de diseño y construcción por encargo.

Los temas conceptuales de la obra de estos arquitectos, se centran en las estrategias de adaptación, y la intensificación de la experiencia sensorial y de las cualidades interiores, tanto como del rendimiento de la arquitectura. Estas búsquedas conceptuales se llevan a cabo a través de la exploración de técnicas computacionales y prototipos, de investigaciones de comportamiento material, junto con estudios empíricos de los efectos sensoriales que se producen por estrategias formales, espaciales y materiales. Iwamoto-Scott están comprometidos con el empleo de las nuevas tecnologías en la producción de la arquitectura, aprovechando su potencial para optimizar el proceso de diseño y artes de la evolución de los diseños.

El trabajo de Iwamoto-Scott ha recibido un amplio reconocimiento, siendo premiado en numerosas oportunidades, publicado en libros y revistas a nivel internacional, y ha sido expuesto en numerosos lugares e instituciones de arte de todo el mundo, incluyendo el MoMA, el MUSEO GUGGENHEIM, MUSEO VITRADESIGN, GALERIA DEL SCIArc, LA ARCHITECTURAL ASSOCIATION DE LONDRES, BIENAL DE BEIJING, entre otras.

En el VOUSSOIR CLOUD, el proyecto explora el comportamiento de las estructuras de compresión pura mezclado con un sistema material ultra liviano. La instalación resuelve en sí misma el conflicto entre estos dos conceptos, potencialmente opuestos, y los resignifica, colaborando el uno con el otro para el desarrollo espacial del proyecto.

Esta exposición explora espacial y materialmente la percepción, el peso y la estructura. La instalación, en vez de ser un mero objeto situado en la galería, llena el espacio, haciéndolo una experiencia.

El diseño, en este sentido, resulta del trabajo en conjunto de arquitectos e ingenieros, tanto como del uso de herramientas de modelado y diseño digital, que permitieron optimizar el conjunto a fin de conseguir mayores luces con mínimos espesores de material. Al mismo tiempo, la instalación se vale de la tecnología en fabricación de las láminas de madera ultra livianas, cortadas y grabadas con tecnología láser.

#### GEOMETRÍA: Forma

A principios del siglo XXI, el diseño paramétrico ha transformado la actividad de diseñar, permitiendo la complejidad de la búsqueda formal, a la par de la búsqueda de eficiencia y optimización material de los proyectos. Siguiendo estos lineamientos, el VOUSSOIR CLOUD se plantea la evaluación espacial, estructural y material, a partir de los conceptos de eficiencia y auto-organización. La geometría y el desarrollo formal de la instalación, se van modificando digitalmente a fin de conseguir el resultado más adecuado para el sitio en el que se desarrolla el proyecto.

En relación a estos conceptos, la morfología del VOUSSOIR CLOUD se consigue a partir de la optimización del conjunto mediante sistemas digitales de modelado y evaluación. Sin embargo, el concepto inicial radica en las técnicas y diseño de ANTONIO GAUDI y FREI OTTO, es decir, en la generación de estructuras que trabajen a compresión pura, permitiendo una mayor luz al mismo tiempo que se logra la reducción al mínimo del material.

#### SCIArc

Southern California Institute of Architecture

#### IS-Ar

Iwamoto-Scott Architecture

#### SOBRE LOS ARQUITECTOS

Lisa Iwamoto tiene una Maestría en Arquitectura con honores de la Universidad de Harvard, y una licenciatura en Ciencias en Ingeniería Estructural de la Universidad de Colorado. Ha trabajado como Ingeniero Estructural en Bechtel Corporation, como arquitecta en Schwartz Silver Arquitectos, y como interna en Morphosis. Ella ha enseñado previamente en la Universidad de Michigan, en la Universidad de Harvard, en Universidad Cornell y en el Instituto de Arquitectura del Sur de California. Actualmente es Profesora Titular de la Universidad de California en Berkeley, donde su investigación se concentra en el desempeño de técnicas digitales de fabricación de materiales.

Craig Scott recibió su Maestría en Arquitectura con honores en la Universidad de Harvard, y una Licenciatura en Arquitectura de la Universidad de Syracuse. Ha trabajado como proyectista en Brian Healy Architects and RoTo Architects, como arquitecto en Morphosis. Ha enseñado previamente en los programas de arquitectura en la Universidad de Harvard, en la Universidad de Syracuse, en el Instituto del Sur de California de Arquitectura, en la Universidad de Michigan y en la Universidad de Yale. Actualmente es profesor de Arquitectura en el California College of the Arts en San Francisco.



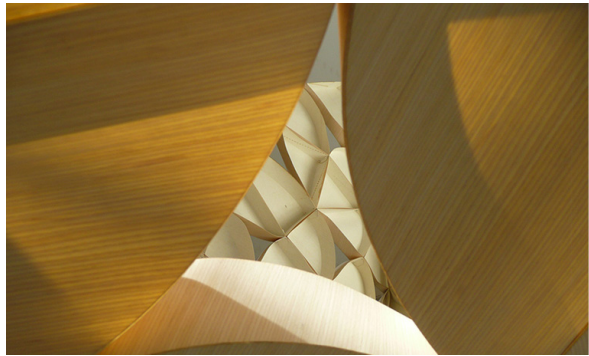
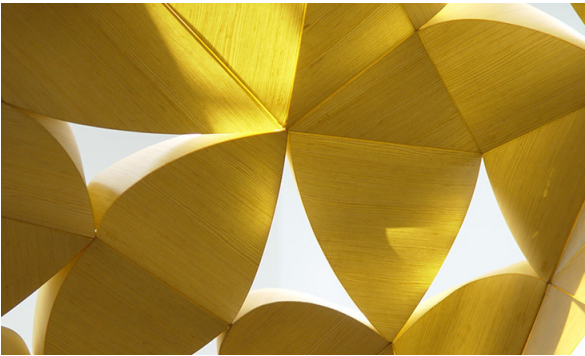
Para que el conjunto funcionara adecuadamente, era indispensable conseguir una división o partición de la superficie en pétalos que permitan la rigidización del sistema. La densidad y posición de los mismos depende de su ubicación en el conjunto, percibiéndose una acumulación de pétalos más pequeños en los puntos de apoyo, y una dispersión de los mismos hacia los puntos más altos de la superficie, aumentando el tamaño de los pétalos a la par de los espacios entre ellos.

A fin de desarrollar esta configuración espacial, BURO HAPPOLD utilizó un software de ROBOT ANALYSIS para crear un modelo digital de cadenas colgantes (inspirado en las técnicas de GAUDI) que permitiera la evaluación de la forma. Este software es un programa de ingeniería estructural que permite la simulación de construcción y la evaluación estructural, posibilitando el análisis de las tensiones estructurales tanto para sistemas simples como complejos.

A partir del uso de este software, se consiguió estudiar el esfuerzo estructural, determinando los puntos en los que se necesitaría mayor cantidad de material. Estas herramientas aseguraron que el proyecto se ejecute bajo la resolución más eficiente en relación forma-material, llevando al mínimo los esfuerzos de flexión, lo que permite la construcción de una superficie sumamente liviana, sin una estructura adicional de nervios internos, o columnas.

#### DESARROLLO ESTRUCTURAL: Pétalos

El VOUSOIR CLOUD se resuelve a partir de una superficie dividida en células estructurales, que por forma, dan rigidez y estabilidad al conjunto. Estas células, denominadas pétalos o dovelas (en inglés *vousoir*), refieren a los bloques de mampostería en forma de cuña que forman un arco tradicional. En este caso, este elemento se reinterpreta en aproximadamente 2300 pétalos laminados que

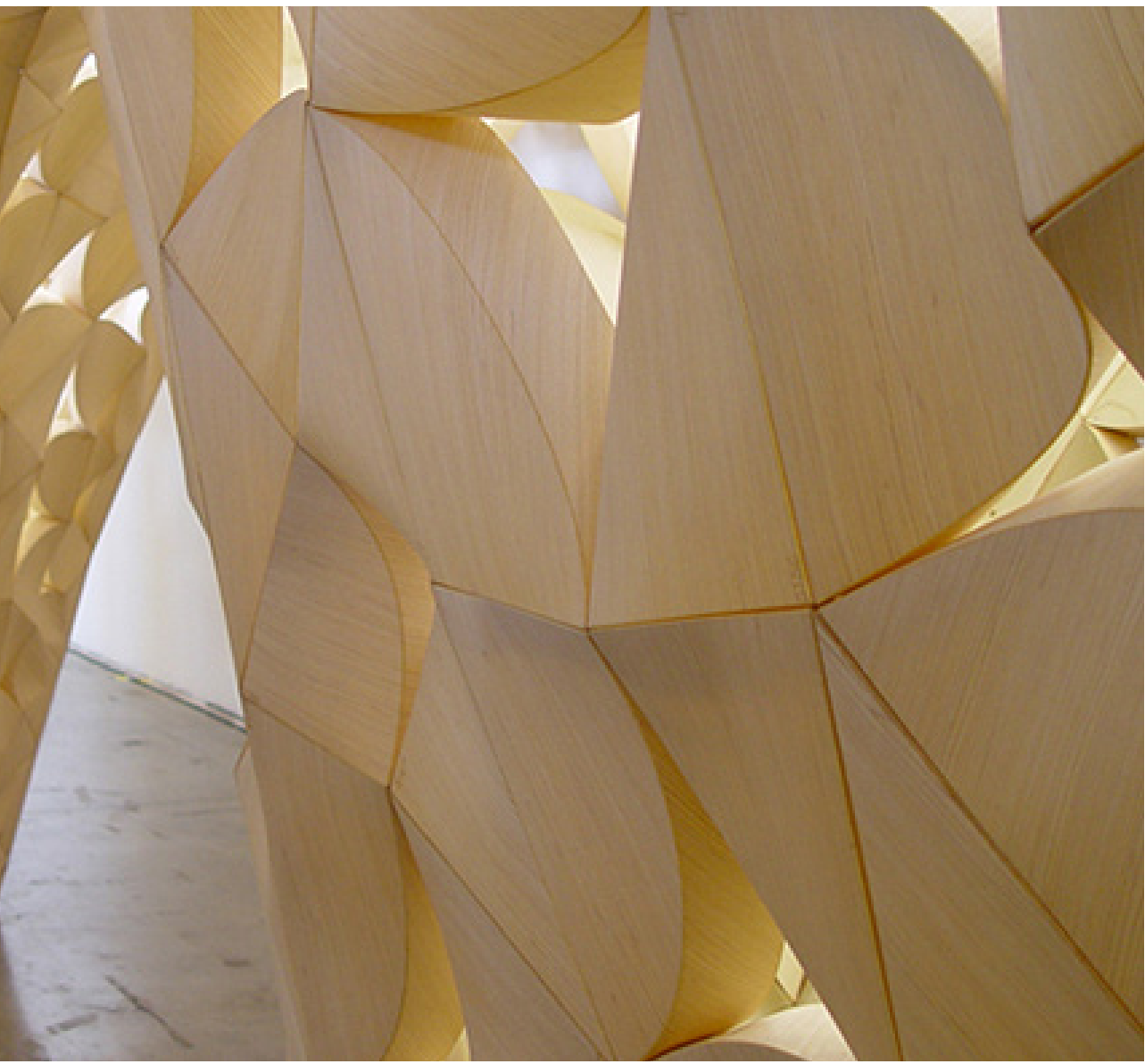
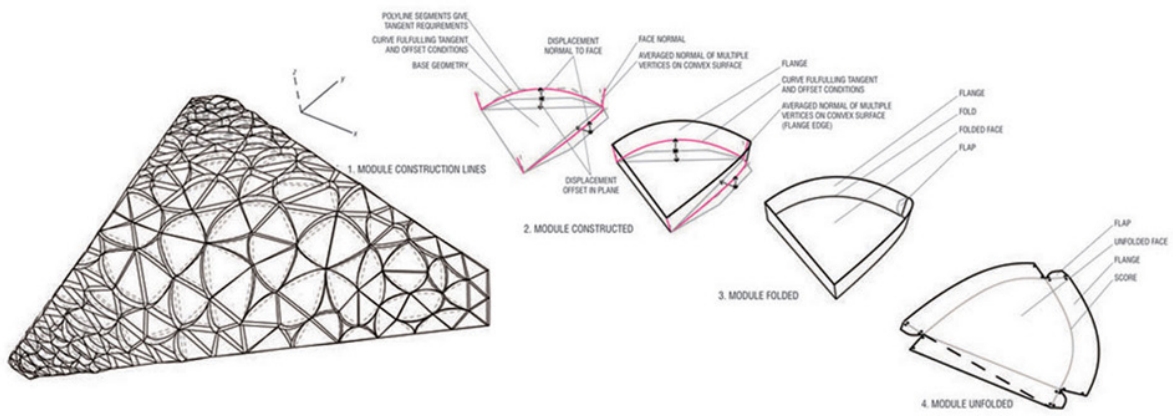


Cada bóveda está compuesta por un mosaico Delaunay, los módulos de los pétalos generan una estructura independiente rígida que agrupa los módulos más pequeños en la base de las columnas y en los ejes de las bóvedas ganando permeabilidad en la cáscara.



#### Sistema de bóvedas

El diseño llena la galería con un sistema de bóvedas que son experimentadas desde adentro y desde arriba, que varían para generar una mayor densidad en sus bordes. Estructuralmente, las bóvedas dependen unas de otras y de los muros para mantener su forma de compresión





#### **Triangulación de Delaunay**

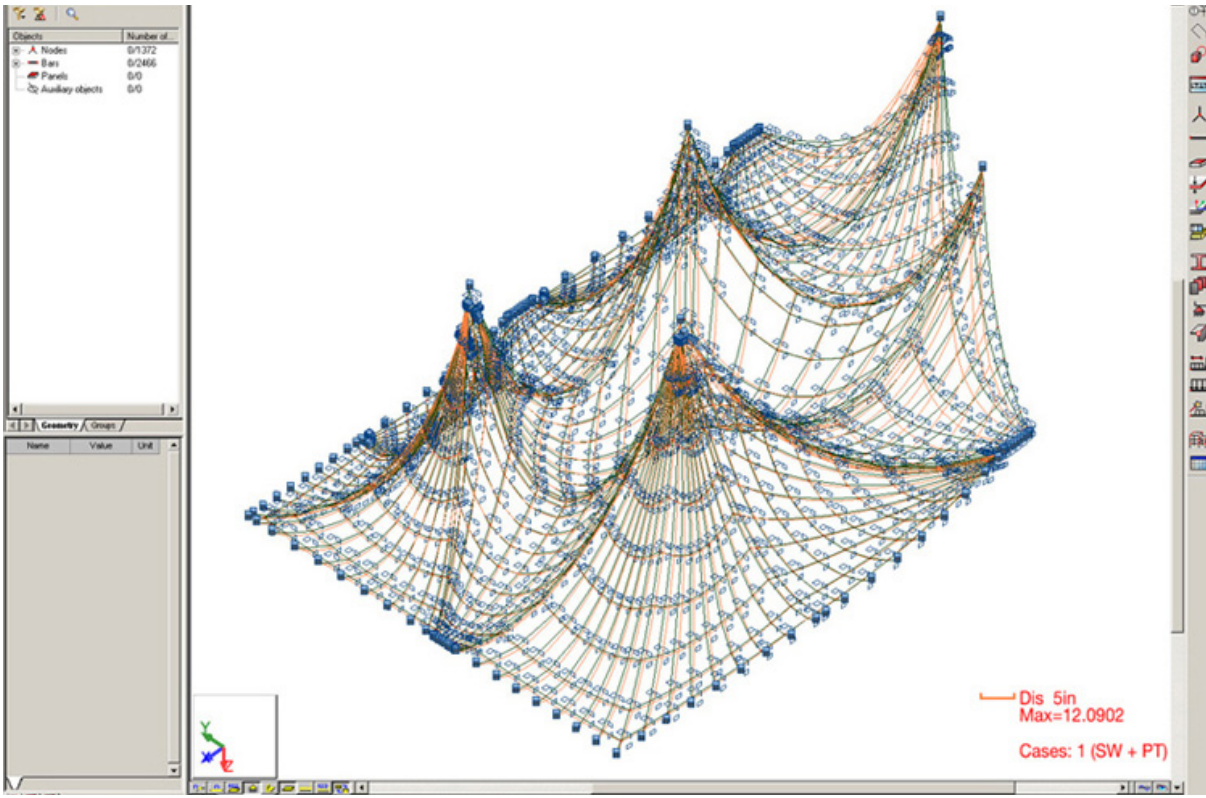
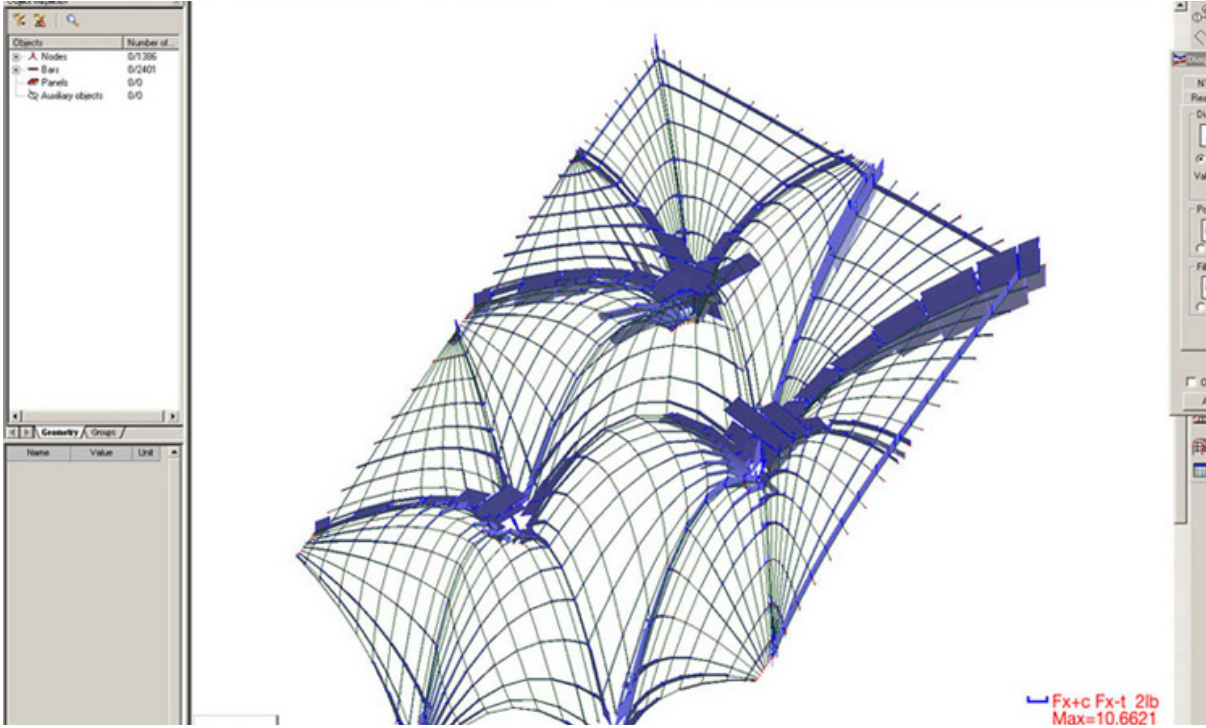
Es una red de triángulos que cumple la condición de Delaunay. Esta condición dice que la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo.

van variando de forma y posición dependiendo del comportamiento estructural del conjunto.

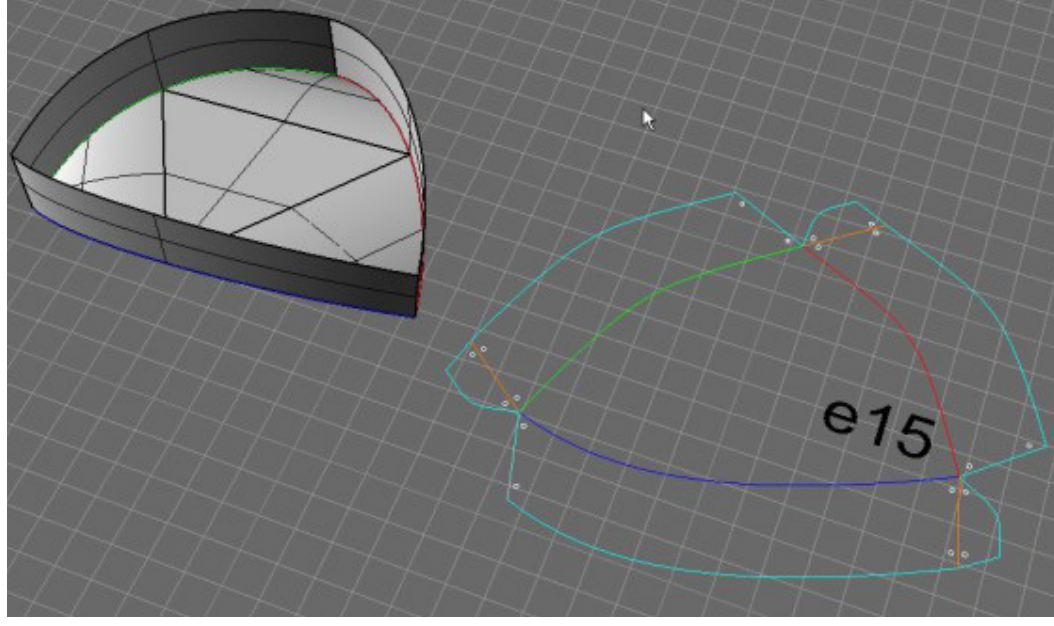
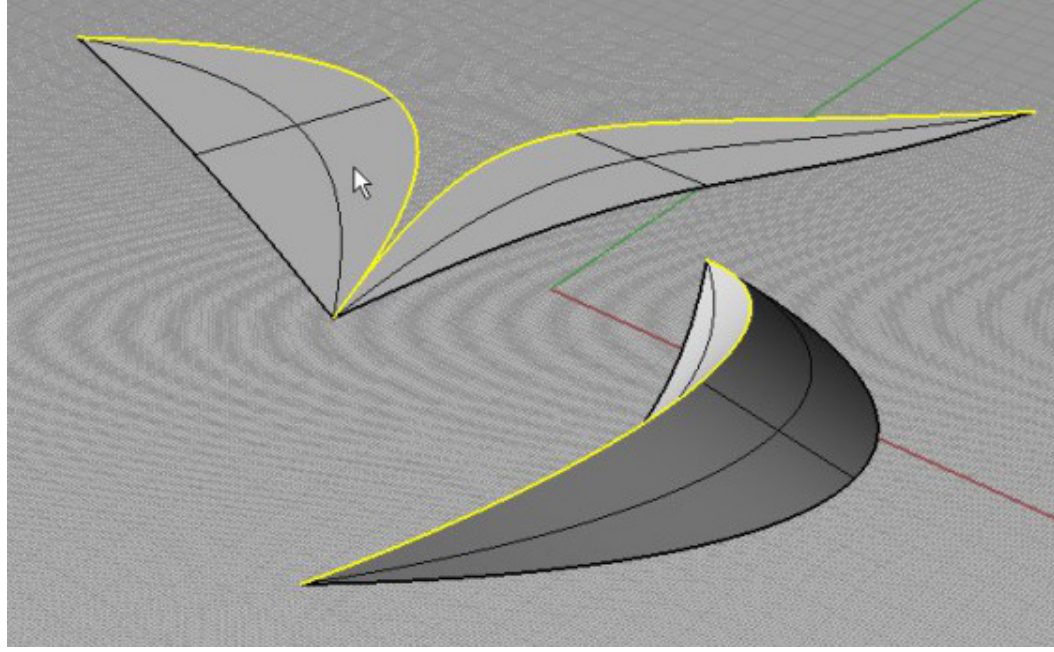
Al trabajar a partir de un modelo tridimensional digital, la traducción material de la superficie se vio posibilitada a partir de la utilización de una red de polígonos que permitiera copiar la forma deseada. Debido a esto, la partición de la superficie se ha proyectado aplicando el patrón matemático de la *triangulación de Delaunay* con el que se han parametrizado las características físicas de cada parte o cada pétalo. Esta triangulación cumple la condición de que la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo, asegurando que los ángulos del interior de los triángulos son lo más grandes posible, es decir, maximiza la extensión del ángulo más pequeño de la red. El método utilizado permite la construcción de piezas triangulares tridimensionales

(pétalos o dovelas), con una superficie o cara abombada con doble curvatura, a partir del corte con láser de una lámina ultra fina de madera. Cada pétalo consiste en un laminado de madera de tres capas de papel de fibra larga.

En la instalación se han utilizado cuatro tipos básicos de piezas, con cero, uno, dos, o tres bordes curvos. La doble curvatura de las caras se articula por la combinación de los tres pliegues que definen los bordes del triángulo. Las curvaturas de los bordes generan una forma flexionada y abombada que se basa en la tensión interna de la madera y en la geometría del plegado de las pestañas. Cada célula se comporta de una manera ligeramente diferente en función de su tamaño, las condiciones del borde, y la posición relativa que ocupa en la instalación. Para el ensamblaje, los pétalos fueron etiquetados individualmente de acuerdo a su posición en el conjunto, creando



Primer y segundo modelo de bóvedas.



una forma porosa que responde a las tensiones de las superficies.

A partir del diseño del modelo digital en 3D, y posterior desarrollo plano de cada dovela, las dimensiones de cada pétalo desplegado fueron enviadas al fabricante, para su posterior corte laser (para la forma general) y grabado (en las líneas de doblado de pestañas e identificación para ubicación dentro del conjunto).

La elección del material ultra fino, desarrollado a partir de materiales utilizados en la industria de la tarjetería y papelería, no responde solamente al comportamiento estructural del sistema, sino también a la sensación espacial deseada para el VOUSSOIR CLOUD. Este material permitía, a causa de su mínimo espesor, el traspaso de luz cenital de la galería, volviéndose translucido en determinados momentos de la incidencia de luz natural sobre ellos.

#### TECNOLOGÍA: Materialización

La morfología de VOUSSOIR CLOUD surge de la interrelación de las partes, dependiendo del rendimiento geométrico de los pétalos o dovelas, y su relación con las paredes de la galería del SCI-Arc, mimetizando las estrategias estructurales y los materiales. Esto se consigue a partir de calibrar las relaciones de los pétalos y la morfología general mediante modelos tridimensionales digitales.

Como consecuencia, BIOS DESIGNCOLLECTIVE fue contratado por el estudio de IWAMOTO-SCOTT para el desarrollo de un script (guión) de RHINOCEROS que permitiera materializar la instalación, es decir, que permitiera modelar cada pieza en respuesta a su entorno local. El script determina la curvatura exacta del pliegue y solapamiento requerido para producir la forma adecuada, basada en la curvatura de la superficie global, así como el tamaño y la proximidad de las piezas adyacentes.

El ángulo de curvatura de cada pieza dependía de sus solapas laterales plegables hacia atrás a lo largo de una curva grabada en cada pétalo desplegado. Las dovelas se unen entre sí mediante estas solapas con un sistema de precintos, lo que permite que las piezas se empiecen a auto-sostener entre sí, formando un conjunto suficientemente rígido para transferir fuerzas de compresión a lo largo de la superficie total. Este método, combinado con la forma triangular de cada pieza, tiene la cualidad única de la creación de una superficie

doblemente curvada usando sólo un material laminar cortado con láser desplegado.

La fabricación de superficies regladas generalmente involucra el *lofting*, es decir, la transición de dos o más formas curvas contiguas, a partir de las que se conforma una única superficie (de doble curvatura), que se despliega en un mismo plano para poder ser cortadas a partir de un material laminar. Después de esto, cada una de los pétalos o dovelas, es curvado y unido a partir de las solapas, formando el modelo tridimensional estimado. El script de RHINO permitió generar más de 2.300 piezas únicas en los tres tipos diferentes antes mencionados.

A partir del uso de la tecnología de modelización digital, en conjunto con la aparición de nuevos materiales, o del uso de materiales no tradicionales en la arquitectura, se han obtenido el desarrollo de superficies complejas, entendiendo la complejidad como un fenómeno resultante de esta mimetización de estrategias estructurales y materiales. Cada pétalo que conforma el VOUSSOIR CLOUD, por sí mismo, no posee una alta capacidad estructural, ni es capaz de mantenerse curvado. Sin embargo, a partir de la unión de los mismos mediante las solapas, se consigue la curvatura y la resistencia estructural de la superficie, optimizando el conjunto para que trabaje a compresión pura con un mínimo espesor de material. En este sentido, se entiende la superficie como compleja desde el concepto de que el todo es más que la suma de las partes individuales.

Al mismo tiempo, la optimización del conjunto a partir del software de ROBOT ANALYSIS aseguró que el proyecto se ejecute bajo la resolución más eficiente de forma-material, racionalizando el tamaño y la cantidad de dovelas en relación a los esfuerzos que se generaban en el modelo, acumulando pétalos más pequeños en los puntos de apoyo, y dispersándolos en los puntos de menor esfuerzo, aumentando su tamaño a la par de los espacios entre ellos. La variación en la trama de la superficie, en conjunto con las variaciones de opacidad del material dependiendo de la incidencia de luz solar, contribuye a una espacialidad mucho más compleja, entendiendo la complejidad como la generación de un espacio dinámico, no solo desde la morfología, sino también desde las variaciones generadas por el entorno donde se sitúa.



## Conclusión

Es a partir del siglo XXI que surge el auge de las nuevas tecnologías tanto de modelado digital como de fabricación, al mismo tiempo que la arquitectura comienza a buscar respuesta a sus búsquedas espaciales y morfológicas en otras disciplinas, como ser la ingeniería, la física o la biología, deviniendo el diseño en un trabajo interdisciplinario. Todas estas cuestiones, denotan una nueva forma de entender al proyecto arquitectónico, tanto como al diseño en general. Es desde el diseño paramétrico que entendemos al proceso de diseño y a la búsqueda formal del mismo, como procesos signados por la eficiencia, la adaptabilidad y la optimización de los resultados obtenidos.

Es por esto que se valora el aporte de esta obra en relación a tres componentes principales: la geometría, el desarrollo estructural, y las nuevas tecnologías de modelado y fabricación. El *Voussoir Cloud* refleja la capacidad actual para crear, analizar y materializar geometrías cada vez más complejas e irregulares, proceso que depende de un trabajo interdisciplinario: arquitectos, ingenieros y programadores contribuyen en conjunto a la optimización del diseño a partir del intercambio de modelos de análisis y de diseño digitales, generando geometrías o morfologías más complejas gracias a modelos más complejos.

Siguiendo esta línea, morfologías más complejas responden a sistemas de auto-organización, donde las partes se completan entre sí desde el conjunto conformado. Este proyecto se plantea desde el desarrollo de una superficie estructural, es decir, un sistema integrado en el que el cerramiento y la estructura se unifiquen. Deja de entenderse la arquitectura como una sumatoria de partes, para comprenderse como un sistema complejo en el que todos los elementos contribuyan integrados al todo.

Todo esto es posible desde el diseño a partir del uso de sistemas de diseño y modelado tridimensional. Sin embargo, estas morfologías o geometrías complejas, se ven limitadas por los métodos de construcción. En el *Voussoir Cloud*, se refleja la capacidad de racionalizar o modular la geometría en elementos "fabricables", que puedan ser montados fácilmente. Estos elementos reinterpretan los materiales considerados aptos para la construcción, valiéndose de investigación y desarrollo de materiales alternativos que reem-

placen a los materiales tradicionales de construcción. Todas estas cuestiones, se impulsan a partir de métodos de manufactura digital, como ser las impresoras 3D o, en este caso en particular, el cortado y grabado laser. Mediante dichas tecnologías, se consigue desarrollar sistemas únicos, "a medida", de ejecución rápida y eficiente, que permitan agilizar el montaje a partir del uso de la modulación y la prefabricación fuera del sitio. En este sentido, la utilización de herramientas de diseño y de construcción basadas en tecnologías digitales se corresponde al gran avance e innovación en el campo de la informática desde principio de siglo en adelante. La innovación posiciona al uso de la tecnología ya no como medio de representación, sino como medio de diseño y fabricación. Tanto los programas de diseño paramétrico como los modelos tridimensionales, no sólo nos permiten representar los diseños, sino que permiten su evaluación, variación y optimización, favoreciendo a esquemas más flexibles y efectivos estructural, material y espacialmente. El conjunto de tecnologías e innovaciones en materiales posibilitan a la construcción de morfologías complejas integradas.

Se puede afirmar que la arquitectura, o mejor dicho que el diseño (incluyendo en este término todas las disciplinas involucradas), da respuesta a un cambio de paradigma y, por lo tanto, a un nuevo diseñador. El paradigma digital se ve reflejado en la complejidad e integración del diseño del *Voussoir Cloud*, no solo desde la morfología, sino también desde el trabajo interdisciplinario. Es por esto que los espacios que generan estos nuevos diseñadores, responden tanto a la complejidad y a la integración, como al dinamismo y a las variaciones, propias de un tiempo signado por los avances constantes en materia tecnológica, en el que el hombre y la arquitectura deben adaptarse día a día.

**Sitios web consultados**

<http://www.iwamotoscott.com/VOUSSOIR-CLOUD>

<http://architizer.com/projects/voussoir-cloud/>

<http://www.plataformaarquitectura.cl/c/610608/voussoir-cloud-iwamotoscott-architecture-buro-happold>

<http://www.sciarc.edu/exhibition.php?id=1237>

<http://www.architectmagazine.com/engineering/voussoir-cloud.aspx>

<http://www.id-mag.com/article/voussoir/>

[http://www.burohappold.com/BH/PRJ\\_INF\\_voussoir\\_cloud.aspx](http://www.burohappold.com/BH/PRJ_INF_voussoir_cloud.aspx)

<http://www.flickr.com/photos/isar/sets/72157615779277778/>

<http://www.parametriccamp.com/2011/07/el-objeto-parametrico/>

[http://www.danieldavis.com/voussoir\\_cloud/](http://www.danieldavis.com/voussoir_cloud/)

<http://www.bdonline.co.uk/iwamoto-scott-architecture%E2%80%99s-voussoir-cloud/3127520.article>

<http://blog.bellostes.com/?p=3235>

<http://biosarch.wordpress.com/2008/08/10/voussoir-cloud-iwamotoscott/>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Triangulaci%C3%B3n\\_de\\_De-launay](http://es.wikipedia.org/wiki/Triangulaci%C3%B3n_de_De-launay)

**Créditos de las imágenes publicadas:**

Los créditos de las imágenes de este artículo pertenecen a

<http://www.iwamotoscott.com/VOUSSOIR-CLOUD>

ENTREVISTA

# Fabricación y Materialización Digital

Nicolás Bazán, ingeniero, y Tomas Chernoff, estudiante de ingeniería, son los encargados de llevar adelante el desarrollo de los diferentes servicios que brindan la empresa de impresión digital Che 3D.

Abocados al desarrollo y la investigación de tecnología 3D y de los diferentes servicios relacionados con la materialización de productos a través de impresiones 3D.

Investigación programática, desarrollo de nuevos materiales, elaboración de nuevas tecnología de Impresión 3D (FDM), son solo algunos de los campos de investigación donde han incursionado en su corta vida.

Por  
**Tatangeli Daiana**

En la exposición del Colegio Politécnico Modelo tuve la oportunidad de conocer al profesor e ingeniero NICOLÁS BAZÁN, quien nos dio la oportunidad, junto con TOMAS CHERNOFF, de poder realizarles una entrevista para que nos cuenten sobre el origen de su empresa CHE3D.

#### ¿Qué es esto de la impresora 3D y porque es tan relevante en el mundo contemporáneo?

**TC** | Yo trabajo con impresión 3D desde hace un par de años. En realidad, papá, Jorge Chernoff, fue el primero que comenzó con las impresiones 3D hace casi 20 años. Por aquel entonces, comenzó representando a una empresa de Estados Unidos que fue la que desarrolló la tecnología de impresión con lo cual, cuando tuve edad suficiente, empecé simplemente vendiendo estas máquinas ayudando un poco a mi padre en el negocio.

Hace más o menos un año, armé la primera impresora y empecé a trabajar con impresión 3D. Luego a mitad del viaje, conocí a Nicolás, casi por accidente. Con la empresa de mi papá le vendimos una impresora 3D DARWIN al colegio Politécnico Modelo, donde trabaja Nicolás.

Nico, también trabaja en una empresa de plásticos y comenzó a experimentar con distintos materiales, y al final terminó desarrollando un nuevo producto base. Con el tiempo decidimos asociarnos. Juntos nos potenciamos y empezamos hacer varias cosas en conjunto. Por ejemplo, a partir de la experimentación de los nuevos materiales, Nico desarrolló un sistema que permite imprimir elementos flexibles.

#### ¿Te referís a Cheflex?

**TC** | Si. Un diseño de Nico. A partir de un plástico especial, comenzó a experimentar su comportamiento en la impresora convencional. Después se puso en contacto con mi papá y le contó de su descubrimiento. Un día apareció mi papá y me dijo: Mira lo que hizo este muchacho, inventó un plástico flexible!. Ahí nos pusimos en contacto con él y así empezamos a trabajar, ahora estamos haciendo otros proyectos además de I3D. Trabajamos con tecnología de punta.

**NB** | Donde yo trabajo es una fábrica que hace extrusión óptica. Es materia prima hecha por nosotros, y salió de la fábrica donde trabajo.

#### ¿Cuál fue la primera impresora que tuvieron?

**NB** | El primer kit que tuvimos fue un RAPMAN, REP RAP, un kit de prototipo rápido, que salió al público a U\$\$ 3.000. REP RAP es un proyecto de código abierto concebido originalmente por el Dr. ADRIÁN BOWYER de la Universidad de Bath en el 2005, para construir

una máquina que pueda replicarse así misma, es decir que pueda imprimir la mayoría de sus propios componentes. En el 2008 se lanza al mercado la 3D DARWIN.

Esta era una impresora 3d, que estaba por arriba de U\$\$ 10.000 y que por suerte nosotros la armamos por menos de un tercio de su valor. Ahí empezó todo, Tomas las conocía bien, y las vendía a muchos colegios y particulares.

#### ¿Son Españolas?

**NB** | No, es un kit inglés, de una fábrica que queda en Bath, Inglaterra, llamada BITS FROM BYTES. En Abril del 2013 se fusionó con 3D SYSTEMS. La otra empresa muy importante es STRATASYS.

En Bath, Inglaterra, está la Universidad de Bath, donde empezaron a fabricarse las primeras máquinas de impresión bajo esta tecnología de código abierto. Cuando fue comprada por 3D SYSTEMS ampliaron su producción desde los rangos hogareños hasta los de grandes dimensiones.

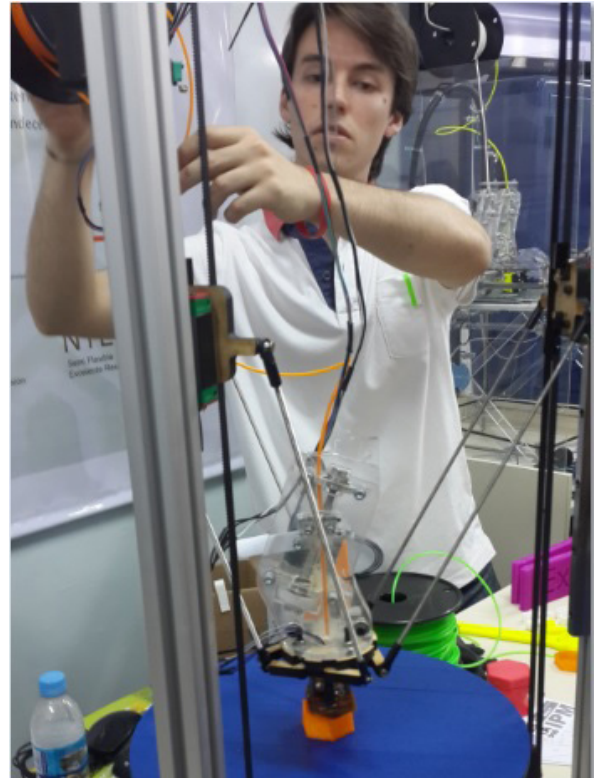
#### Cuando te referís a tu primera impresora, ¿vos compraste las piezas por separado o compraste todo el kit y la armaste?

**NB** | No, compramos las piezas por separado en diferentes partes. La estructura por un lado, el motor por el otro, los sistemas de comando por otro. Luego, combinamos todas esas partes de acuerdo a un diseño que desarrollamos. Para esta etapa nos ayudó, Pablo Enrique, un técnico mecánico muy ingenioso. Con él hicimos esta máquina y nos apuramos la última semana para poder llegar a presentarla en la exposición del Colegio Politécnico Modelo, queríamos mostrar una máquina hecha por nosotros, y que a la gente le guste. Hubo muy buena aceptación. Ahora estamos mejorándola, perfeccionándola para su comercialización.

#### ¿Qué tipo de máquinas son?

**NB** | Son máquinas Delta, constan de tres brazos estructurados entre sí, soportando un cabezal a 120°, obteniendo el equilibrio de fuerzas y favoreciendo el incremento de la rigidez. Los tres brazos se mueven de abajo hacia arriba sobre el eje y, coordinando un movimiento horizontal por medio de rotulas y varillas. Los motores se sitúan en la estructura fija y desplazan con la ayuda de correas y poleas, directamente los brazos que transmiten el movimiento a los carros. El posicionamiento del cabezal está controlado por el desplazamiento de los carros que actúan sobre las varillas que hacen las veces de los antebrazos de las máquinas deltas. El extremo pasivo es donde se coloca el cabezal extrusor. El movimiento que realiza el cabezal en los tres ejes, por tanto, es el resultado de la combinación del movimiento de los tres motores.





#### Impresora 3d cartesiana / Impresora robot delta

Las impresoras 3D que utilizan técnicas de modelado por deposición fundida pueden tener dos tipos de configuraciones, una es de base cartesiana y utiliza las coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  para determinar la ubicación exacta para la deposición del plástico; otra es la configuración robot delta que cuenta con un extrusor adjunto a tres brazos cuyos movimientos se controlan en la base de la impresora.

Créditos de las fotografías: Che3D

Una ventaja es que los ejes arrastran su propio peso, conectan la estructura fija con el cabezal que se posicionara en el lugar deseado. Su velocidad y aceleración son mayores que al de las cartesianas, ya que disminuye la masa en la estructura móvil. También tenemos otra máquina con un sistema denominado cartesiano. Los ejes se instalan en una distribución en serie, alineados con los ejes cartesianos  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

La parte negativa se encuentra en su dinamismo: cada accionamiento debe arrastrar el peso de los que le siguen. Normalmente son estructuras con grandes masas en movimiento, por lo que es difícil llegar altas velocidades y aceleraciones.

**Más allá de la diferencia del movimiento, ¿cuál sería la más precisa o cual sería la diferencia?**

**NB** | Principalmente el movimiento Delta es más veloz, se utiliza en la industria cuando se necesita velocidad, incluso existen impresoras Robot Deltas. Tiene tres columnas iguales con un ángulo de  $120^\circ$ , una estrella de 3 puntas. Cada columna tiene un carrito con articulación que va hacia el centro de la estrella o del triángulo. Y en ese centro del triángulo se mueve para todos lados el carro principal que es el que va a depositar el material.

**¿Estamos hablando de tecnología propia?**

**NB** | Sí y no. Muchos de los sistemas y proyectos los vimos en Internet, pero nosotros lo adaptamos a los materiales y la tecnología que teníamos a mano. Fue innovación nuestra, lo desarrollamos prácticamente todo nosotros.

**MF** | Las cartesianas ¿puede ser que se desequilibren fácilmente?

**NB** | Tienen su historia las cartesianas. Nosotros, acá, tenemos cartesianas por el Kit que te nombre antes.

**TC**: Claro, nosotros trabajamos con cartesianas, pero Nico empezó a experimentar con Delta.

**NB** | Y a la vez tengo una cartesiana, no de este kit pero tengo una. **¿Cuántas impresoras tienen?**

**TC** | Yo trabajando tengo 3, Nico tiene 2 que son máquinas semi profesionales y es una familia que va creciendo muy rápido.

### ¿Cuál es el objeto más grande que hayan impreso?

TC | Yo imprimí un pedazo de montura de caballo de 80 cm, pero también imprimimos objetos de un par de mm.

Por lo que veo tienen un caudal de pedidos muy importantes. ¿Cómo les va con eso?

Por suerte bien, la primera mitad de año hicimos 102 maquetas y ahora estamos con más máquinas. Hace una semana arrancó el trabajo fuerte. Son 5 impresoras tratando de que trabajen en forma ininterrumpida durante las 24 hs.

### ¿Cómo es el proceso de impresión?

NB | Supongamos que tenes que imprimir algo. Vos dibujas tu objeto en RHINO o en SOLID, o cualquier otro programa de diseño tridimensional. Ese es el archivo que nos llega a nosotros y a partir de ese archivo, nosotros lo codificamos para que pueda leerlo la máquina. Tenes tu pieza en tres dimensiones y el software lo interpreta para convertirlo a STL de código G. El código G es el idioma que habla la máquina para dibujar tu pieza

TC | SLA es la primera tecnología de I3D que invento CHUCK HULL en 1984, proceso de impresión orientado a maquetas para la prueba de prototipos antes de su fabricación en cadena. En ese mismo año crea de 3D SYSTEM, empresa líder en el mercado que permitió la utilización a nivel industrial de este proceso.

Entre 1989 y 1990, SCOTT CRUMP, fundador de STRATASYS, desarrolló la técnica FDM, que trabaja derritiendo un filamento mediante un pico calefaccionado, el cual genera un dibujo 2D en la mesa de trabajo de la máquina. Funciona por capas, cuando termina la primera, baja un poquito la mesa y hace otra capa hasta lograr la morfología en volumen. En resumen esta tecnología sintetiza una resina fotosensible o un polvo y va apilando las capas. En 2006 se construye la primera máquina del tipo SLS o SSA, son máquinas que utilizan un láser para fundir materiales.

En la impresión 2D primero inventaron la láser y después la de chorro de tinta. Lo mismo paso con la I3D, primero inventaron la máquina láser (SLA) y después inventaron la máquina que ustedes ven acá, que es por disposición de material fundido (FDM).

Impresión 3D es un concepto más que una tecnología, porque uno puede imprimir 3D simplemente apilando papel en capas. Hay impresoras 3D como la de papel de M-COR TECHNOLOGIES que es una impresora 3D que imprime todo a color, o sea como cualquier objeto real pero con papel como materia prima, lo tiñe con tinta y lo va aglutinando con una especie de pegamento. Entonces imprime una hoja, la corta y la pega sobre la anterior hasta lograr la volumetría.

### ¿Cuál sería la palabra clave?

TC | Hay algunas palabras claves en todo este asunto. Una es *arduino* que es una plataforma de hardware libre basada en una pla-

ca con un micro-controlador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. El hardware consiste en una placa con un micro-controlador ATMEL AVR y puertos de entrada/salida. Hay una placa que se llama ARDUINO MEGA, que es lo que se usa para I3D.

ARDUINO es sistema tan flexible que puedes utilizarlo para comandar un satélite en el espacio llamado ARDUSAT, hasta un dron, puedes automatizar cualquier cosa que necesites de hardware, controlar motores, entre otras cosas. Es un hardware libre que cuando lo sumas con un software libre, como el que estamos usando para las I3D, puedes hacer cosas interesantes.

El software, es un programa que cargamos de Internet y lo modificamos a nuestra conveniencia, como hizo Nico, para lograr lo que nos proponemos, podemos mover un brazo robótico o una impresora 3D, que a fin de cuenta es un robot: sigue un código de instrucciones numérico, como un torno o como cualquier otra máquina que usa, que llamamos código G.

### ¿Podes contar algo de la máquina que vos hiciste?

NB | La primera máquina la hice con un amigo por hobby. Es otro tipo de máquina en cuanto a su movimiento.

Bueno, yo soy profesor de un colegio técnico y hace 2 años nos involucramos con un grupo de alumnos en la construcción de máquinas con sistemas arduinos.

La primera máquina fue una para hacer panqueques de forma automática, los hacía con la forma que uno elija. La máquina tiraba la masa con una forma en dos dimensiones sobre una plancha caliente. También hicimos un arpa láser, un instrumento que en lugar de tener cuerdas usaban láser, y cuando algo interrumpe el as del láser, se genera un sonido.

TC | Lo que sucede es que el camino parece siempre ser el mismo: primero armas una máquina, vendes un par de prototipos y luego te lanzas a construir máquinas. Por eso es que hay 5000 modelos de máquinas comerciales en el mundo.

### ¿Serían clones?

TC | Claro, lo más interesante de todo es que estas impresoras, te compras unas varillas, unas corras, unos motores, un arduino, te imprimís unas piezas y tenes un I3D, por eso cualquiera fabrica estas máquinas. Ahora el tema es la experiencia que uno tiene te lleva a ir mejorándolas. ¿Porque la impresión 3D hoy es conocida, si hace 20 años existe? Hace 7 años aproximadamente caducaron las patentes, al caducar las patentes de esta tecnología que es la de disposición de plástico, la gente se empezó a fabricar sus máquinas en sus casas, sin estar cometiendo ningún delito o infracción de patentes. Y estos tipos de Bits from Bytes en Inglaterra fueron los primeros en empezar a comercializarlas. Fue una de las empresas que más creció en su momento de equipos de esta tecnología y 3D SYSTEM compra la empresa por U\$S 480.000.000, algo parecido a Stratasys, la otra empresa enorme de I3D compra Makerbot, la competencia de Bits from bytes por U\$S 600.000.000, ya se va a números ridículos.

#### FDM

Fused  
Deposition  
Modeling

#### SLS

Selective láser  
sintering

#### SLA

Estereolitografía

**NB** | Hay un documental que se llama Print The Legend, que lo hicieron los de NETFLIX.

**TC** | Ahí te muestra un poco como es todo este juego que te estamos contando, está muy buena la película.

Se ve como 3D SYSTEM tiene 1500 empleados y tiene 2000 patentes, y ellos mismos te dicen tenemos más patentes que empleados. Están haciendo juicios a aproximadamente a 5000 empresas. Es complicado, salen patentes nuevas, se vencen patentes viejas. Hace poco venció un patente de tecnología láser. O sea va corriendo el tiempo y va cambiando el paradigma en esta tecnología, porque es algo nuevo y todavía no hay nada establecido. No sabemos cómo va a terminar, no sabemos si dentro de dos años no va haber impresos órganos 3D, no sabemos si dentro de 10 años no vamos a tener una impresora 3D imprimiéndonos la comida, o la ropa en nuestra casa.

**MF** | **Recién hablabas del tamaño de la impresora, ésta de 60 cm que armaste, porque las impresoras son en general para piezas reducidas. ¿Y qué pasa con piezas más grandes?**

**NB** | Para lo que es el hobbista, una impresora que produzca piezas de 200 mm x 200 mm, alcanza y está bien. Si se requiere hacer producciones se justifica hacer algo más grande. Por ejemplo, la máquina que lleve a la exposición es una máquina de 60x40 cm. Máquinas mas grandes se pueden, lo que sucede es que todo lo que anda rondando en Internet y mucho de lo que es en cuanto al hogar se ve para el lado del hobbista. La mayoría de las piezas que pueden llegar a imprimir son piezas que entran en la palma de la mano. No necesitan piezas de gran volumen. Si uno empieza hacer producción de varias piezas a la vez o necesita hacer solo una pieza de un gran tamaño lo justifica. Todo lo que hay son mesas de 200mmx200mm, la mayoría de lo que existe y de altura 120mm.

**¿En el colegio técnico estas enseñando lo que es la I3D?**

**NB** | Si, este año el padre de Tomas lo llama como el año de aprendizaje, para el año que viene en el colegio quedamos que vamos hacer un taller para los chicos del ciclo superior. El colegio tiene dos especialidades: mecánica y computación, y vamos hacer el taller de fabricación digital en ambas. Se llamará así porque va a comenzar desde el modelado hasta la impresión, incluso si tenemos que utilizar otras tecnologías como el corte láser. Pero fundamentalmente estará orientado a la I3D porque el estudiante lo puede hacer en su casa y es más entretenido y lo más eficiente porque adiciona material, no está sacando material que sobra.

**¿Y que pasa con los desperdicios?**

**TC** | Acá tenemos un almohadón lleno de filamentos, se desperdicia de un 20% a un 30% de material por pieza. Hay un montón de cartuchos y abre consumido 40k en los últimos 6 meses. Cada máquina que tengo trato que trabaje las 24 hs. Es muy difícil seguir el ritmo pero trato de estar bastante cerca de ese número, con lo cual se consume un montón de material y se genera un montón de desperdicio. Hay muchos proyectos para reciclar los desperdicios. Lamentablemente hoy es más barato comprar el material

que reciclarlo. El material tiene distintas calidades, lo que estoy mostrando es un filamento genérico, no fabricado por nosotros, que cuando lo doblas se quiebra, eso es porque tiene burbujas adentro.

**Es un campo muy nuevo, no hay un límite, nadie controla a nadie. Se descargaron un montón de planos del arma cuando se subió el archivo, en tan solo unos minutos.**

**TC** | Es un terreno donde vos tenes una herramienta para fabricar cosas, uno puede fabricar cualquier cosa, desde una mano ortopédica hasta un arma. Al instante que se publicaron los planos de un arma, MAKERBOT Industries, que tiene el reservorio más grande de objetos 3D del mundo que se llama THINGIVERSE, sacó esa publicación y subió el archivo de la ROBOHAND. Dijeron, "nosotros no queremos que le gente imprima esas cosas. Porque no imprimen esto y ayudan a la gente."

**A nivel mundial cuando sale el tema del FabLab, en determinado momento el gobierno ponía plata para la investigación y era con una cuestión pública. Acá hay FabLab pero parecieran ser todos privados.**

**TC** | FABLAB, Laboratorio de fabricación digital, te permite obtener un objeto impreso en 3D, ruteado, cortado a laser, mecanizado a partir de un archivo o idea. Es un concepto de laboratorio. Han cambiando los paradigmas de fabricación, antes para hacer un producto plástico tenias que inyectarlo y te salía una decena de pesos la matriz, ahora lo haces en tu casa o en FabLab. Aquí existen siete FabLab y hay proyectos de FabLab públicos. Por ejemplo, en breve vamos a participar de un FabLab en la FADU, Che3D va a ser como el principal sponsor. Estamos trabajando en ello todavía, falta por hablar pero esa sería la idea desde un principio.

**TC** | Hay una comunidad con un crecimiento muy incipiente. En la Argentina existen muchos foros, uno de los más conocidos es el de los Maykers, una comunidad que cada vez crece más. Yo conozco a muchos, de los que están desde el principio, soy amigo de Rodrigo del Café 3D.

**En una entrevista a unos de estos FabLab argentino, hablaban que uno de los servicios que brindaban era el del escaneo de objetos, obteniendo la morfología de los mismos para después imprimirlos.**

**TC** | Hace 15 años, mi papá empezó a representar a Gom, la otra empresa grande de scanner 3D, una tecnología que existe hace mucho tiempo. En breve, comenzaremos a brindar el servicio de scanner 3D, es una tecnología más fácil de usar que la I3D. Son equipos que uno no puede armar en su casa y si lo haces es mucho más complicado y no tenes tan buena resolución, pero no es algo extraño, con las cámaras y los sensores convertís un objeto físico real, en un archivo 3D, que vos después podes imprimir, fotocopiando un objeto real.





Modelos impresos con la impresora de papel MCOR 3D que permite imprimir y apilar capas de papel generando modelos tridimensionales.

Créditos de las fotografías: MCORTECHNOLOGIES



### ¿Cual es la perspectiva de la empresa dentro de 5 años?

**NB** | Tenemos la visión de ser una solución integral para la I3D, desde la sincronización de prototipos, que es lo que más ocupa hoy por hoy.

**TC** | Estamos empezando el primer programa de radio del mundo de I3D, ya estamos con un productor, coproductores, y terminando de cerrar las secciones. Vamos hacer el 1º programa de I3D en la radio. Otra cosa que estamos haciendo es el desarrollo de una máquina que va a ser bastante instructiva, ya lo van a ver y lo van a escuchar, va a ser mucho ruido.

Estamos desarrollando una nueva máquina con diseños de Nico. Creo que eso va a ser una de las cosas más importantes o a la que nos abocaremos en un futuro, diría a mediano plazo.

Es divertido porque cada pieza es un desafío distinto, es materializar un archivo, podemos materializar desde una superficie hasta una pieza mecánica de alta resistencia, cosas funcionales, cosas de producción y de golpe es un desafío editar el código de las piezas para acelerar el tiempo de la máquina, o ver las temperaturas, es bastante interesante.

**NB** | Empiezan a ver cada vez más persona que se dedican a la impresión 3D. Hay impresiones que son fáciles de realizar y otras que hay que saber cómo imprimirlas, es una técnica, que va a cambiar muchas cosas. Tomas que es muy bueno para esto y sabe mucho al respecto. Hace 3 años que está trabajando con esta tecnología.

### ¿Podes adelantarnos algo sobre estos nuevos proyectos?

**TC** | Estamos preparando una impresora 3D, es un modelo de I3D. A partir de la experiencia de Nico, estamos desarrollando un nuevo equipo. En general, las máquinas tienen un problema en los extrusores, en tal motor, y algún problema en tal lugar y con toda la experiencia que adquirimos, en el armado y reparación de máquinas queremos encontrarle solución a dichos problemas.

Es una tecnología que tiene muchas fallas, está muy verde todavía. Hoy en día te compras una máquina en el mercado por \$20.000 aproximadamente, pero con una tasa de fallas importantes. Te doy una máquina de 3D SYSTEM, que es un juguete y valen U\$S 4.000 aproximadamente, vos tocas un botón y pones imprimir, pero es una máquina de 3D SYSTEM. Las máquinas que hoy te compras, de las que están fabricando la gente, tenes que calibrarlas, van a fallar un montón de veces, tenes que aprender un poco de electrónica, un poco de arduino, de software, todavía no llega a ser un microondas, los de 3D SYSTEM están buscando eso. Nosotros estamos buscando algo que aunque sea solo tengas que aprender a usar el software, que después la máquina se calibre sola, toda una cantidad de cosas que van a simplificar muchísimo su uso. Estamos tratando de hacer ese paso sin que se nos vayan los costos, como hacen los de 3D SYSTEM que cobran por lo que te dan y te dan una máquina de primera calidad pero tiene todo un desarrollo por atrás. Entonces buscamos

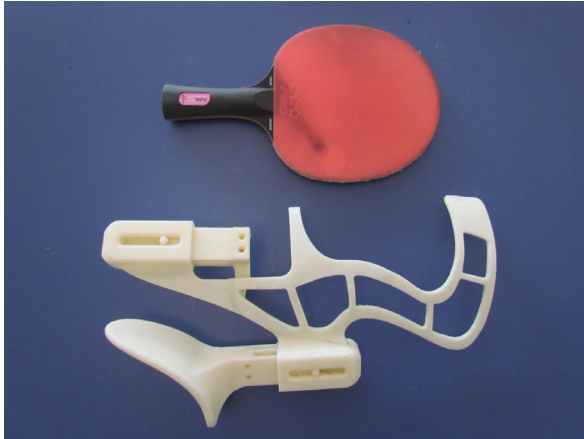
que este nuevo proyecto evite esos problemas.

### Y la velocidad con que avanza la tecnología.

**TC** | Mete miedo, porque es eso, te fijas el número de la gente que tiene impresoras 3D y hay una curva que asusta. Por eso no sé si tal vez será muy arriesgado proyectar eso, porque si nosotros proyectamos eso nos vamos a volver locos al ritmo que estamos, en tres años.

**Estamos viviendo una nueva donde podría identificarse con la frase de Antoine de Saint-Exupéry: "La perfección se consigue, no cuando no haya más que añadir, sino cuando no hay nada más por quitar". (1)**

Gracias a la empresa Che3D por la entrevista.



Paleta de ping pong y cuello ortopédico.

Créditos de las fotografías: Che3D

**Créditos de las imágenes publicadas:**

Impresora MCOR 3D / MCOR TECHNOLOGIES

Publicadas en <http://www.tested.com/tech/3d-printing/460956-bits-atoms-how-3d-printing-paper-works/>

Un especial agradecimiento a Che 3D por las imágenes aportadas.

(1)

SAINT EXUPÉRY, Antony: "L'Aviateur (El aviador)", en Revista Le Navire d'argent (El buque de dinero), Francia, undécima edición. Abril 1926.

---

ENTREVISTA

# El espacio de la investigación.

Cristian Reynaga es un joven investigador que se desempeña como Gerente operativo de nuevas tecnologías del Laboratorio del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires donde desarrolla interfaces interactivas, hardware y sensores que transmiten información en tiempo real. Trabajó en distintos laboratorios de investigación enfocados a la interactividad en la neurociencia y la inteligencia artificial que lo llevaron a recorrer múltiples plataformas y campos de desarrollo.

Por  
**David Casissa**

### ¿Cómo iniciaste tus primeros pasos en el camino de la investigación?

Me inicié en todo lo referente a diseño y modelos paramétricos con el famoso AUTOCAD, trabajé en TELECENTRO en el diseño de la obra civil en toda la red del 2001 al 2005, y ahí lo que hacíamos era básicamente el diseño de cómo es la ampliación de las redes, en ese momento era una empresa que tenía poca cobertura en toda la provincia de Buenos Aires. Por tener todo un background previo de diseño de mobiliario y luego pasar al diseño, más que nada dibujo técnico orientado a la construcción, empecé a profundizar con las telecomunicaciones desde la obra civil lo que me llevó a interiorizarme con el 3D. Estuve muchos años trabajando para distintos estudios de arquitectura haciendo modelado de fachadas, render, videos, entre otras cosas. Finalmente me interesé por hacer que esos diseños que estaban en tres dimensiones empezaran a tener una vida o una organización distinta, y ahí me inicié con la programación.

### Cuando me dijiste que te dedicas a una parte del laboratorio, ¿qué hacías ahí y cual era tu rol?

En el MEALab, el primer lugar donde trabajé que se llamaba Estado lateral MEALab, principalmente hacíamos desarrollo interactivo orientado a publicidad o marketing. Los directores del laboratorio son artistas, con lo cual venía mucho más el lado de innovación orientado a la comunicación y no tanto como investigación científica, pero sí había mucho desarrollo en ese momento.

Cuando surgió la KINET, fuimos unos de los primeros en implementarla, y eso para el ámbito de la publicidad y comunicación era la novedad, era muy requerido y trabajamos investigando todo tipo de tecnología de interacción, desde aplicaciones remotas.

Por ejemplo, un caso bastante conocido en ese momento, fue que hicimos una carrera de zapatillas que flotaban. Combinamos unos electro imanes que levitaban repeliéndose entre sí, arriba de esos imanes colocamos las zapatillas, entonces on line, y la gente participaba de estas carreras en las que se enfrentaban a otros usuarios en forma on line, y vos como in put para darle velocidad al par de zapatillas que te representaba a vos, soplabas un micrófono. Ahí fue necesario crear un algoritmo para detectar las distintas fuentes de sonido distintas al soplado, analizando cual es el patrón sonoro de un soplado, que obviamente variaba según el hardware que cada uno tenía. Ese patrón se diferenciaba de otro tipo de fuente sonora, eso generaba en la metáfora de energía el desplazamiento de tus zapatillas, entonces eso fue bastante conocido en ese momento porque vinculaba distintas tecnologías en una sola idea.

Otro proyecto interesante fue un robot que hicimos para una marca de cervezas, la idea o concepto que la agencia nos propuso fue

que mucha gente cuando se pone de novio deja de ir al bar con los amigos y querían que eso de alguna manera no se perdiera. Lo que hicimos fue un robot que estaba retro-proyectado desde el interior, entonces la cara era translúcida, estaba proyectada la cara de una persona que estaba en su casa en forma on line, que era el amigo que estaba con la novia. Entonces la idea era llevar el amigo al bar, el robot podía mover la cabeza, se veía la cara del que hablaba y tenía micrófonos por lo que escuchaba a los amigos. Si bien el concepto era muy bueno, el desarrollo tecnológico fue muy difícil porque esto se instalaba en bares y era un robot que estaba sentado en un bar y se movía. También hicimos algunos algoritmos para eliminar el nivel de ruido, que después se hizo más conocido por los algoritmos que usa SKIPE para filtrar ruidos de una voz humana natural, en ese momento había que desarrollarlo porque no había tanta divulgación de esos algoritmos.

### ¿Qué programas usas para realizar esos algoritmos?

### ¿Qué conocimientos previos son necesarios?

Hay que tener ciertas nociones, en este caso en particular, no solo de programación sino ver cual es la experiencia de una persona cuando se enfrenta a un sistema autónomo. El corazón suele ser para mí el lenguaje de programación que se llama processing que fue inventado en el MIT y que apuntaba básicamente a ayudar a artistas a meterse en programación. Este es un software de diseño generativo de cabecera, ahí puedo bocetar interacciones con imágenes, con web, con dispositivos móviles, con patrones en la webcam, etc.

Después está toda la parte del objeto en sí con la que se enfrenta el usuario, en que contexto está y cuál es la expectativa de uso, es decir, si una interfaz o instalación debe estar diseñada para la vía pública con uso intensivo, tengo que entender cuales son los mejores materiales, que significa el tamaño, etc. Cuando vos tenés una relación entre una persona y un objeto, el tamaño y el volumen generan un relación de asimetría que afecta un poco la percepción del usuario, todo ese tipo de decisiones no las he aprendido académicamente sino más bien en la investigación, en la exploración y en el análisis de las pruebas de que esto funciona, y esto no y así ver si sirve o no sirve.

No hay tanto más que algunos libros, tampoco un soporte académico pero sí es importante basarse mucho en la experiencia, en el contacto con otros colegas; algo para destacar de este tipo de ámbitos es que todos los colegas somos muy abiertos y compartimos información con lo cual podés ver que esta haciendo otro, o consultarlo y tener referencias de como le fue, así que es como YOUTUBE se vuelve clave para saber qué es lo que está pasando.



***Pure Data (o Pd)***

Es un lenguaje de programación gráfico desarrollado por Miller Puckette durante los años 90 para la creación de música por ordenador interactiva y obras multimedia. Aunque Puckette es el principal autor del software, Pd es un proyecto de código abierto y tiene una gran base de desarrolladores trabajando en nuevas extensiones al programa. Está publicado bajo una licencia similar a la licencia BSD.

***Max/MSP***

Es el entorno de programación más difundido y utilizado en el ámbito de las artes multimediales en la actualidad. Su poder de procesamiento, gran estabilidad e interfaz visual amigable lo han convertido en un referente obligado para artistas de diversas disciplinas.

Después hay otros lenguajes de programación como *Pure data* o *Max MSP* que permiten vincular muy rápido BLENDER o RHINO que son maneras de hacer out put digitales en 3D y para hacer interacción en 3D lo más usual es UNITY, que es un software de video juegos, pero en un punto el video juego no tiene la misma lógica en instalación interactiva o un diseño interactivo.

**¿Algún referente que tengas?**

Acá en el G.C.B.A, en el cual trabajo hace un año y medio, CARLOS RATTI que dirige el SENSEABLE CITY LAB del MIT, tiene mucho desarrollo de análisis de interacción entre personas, ciudadanos y ciudades. Él es quien propone entender la ciudad como una interfaz, como si yo me enfrente a mi tablet me puedo enfrentar a mi ciudad, lo que me dice es que según cómo interactúo es la información que puedo obtener.

CARLOS RATTI ha hecho proyectos que para mí son muy interesantes desde el análisis del comportamiento en las ciudades, con un análisis de extracción de datos, y desde la visualización de esos datos, generando experimentos en los que recopilan información

y después lo vuelcan y los devuelven a las ciudades o a los gobiernos, entre otros.

Por otro lado, COLEMAN LEVI es un ingeniero que dirige el Laboratorio de la Universidad de Pittsburgh. Él es desarrollador para empresas y medios, tanto en el ámbito comercial como en el académico, dirige este laboratorio y como productor de arte ha desarrollado los protocolos que después se heredan en productos comerciales. Por ejemplo Peugeot, como él hay muchos que están muy adelantados y ese manejo con la tecnología no viene de la ingeniería sino que más bien de un artista o investigador, pues la ingeniería está mirando otra cosa.

#### ¿Es como una fusión entre un científico y un artista, más que un ingeniero?

Si, los ingenieros hoy están mirando otras cosas porque tienen un beneficio muy grande que es que un ingeniero puede trabajar en cualquier industria y vivir cómodo, entonces no tiene tantas inquietudes, no se pregunta. Hay un artista que es ingeniero, SIMON PENNY, un australiano que hizo los primeros sistemas robóticos funcionales y reales, él dijo que si todos tendríamos la capacidad de ver el mundo como los ingenieros, el mundo sería completamente cuadrado, y eso es lo que siempre rechaza él, como ingeniero, en su formación y la de sus colegas, en la cual no se preguntan cosas que no sepan, se preguntan lo que ya saben, esa es la diferencia.

#### ¿Cómo buscas información o datos, además de las experiencias de colegas? ¿Algún foro o sitio web?

Hay tres maneras, una es un sitio web en el que se suben casi todos proyectos nuevos vinculados a las tecnologías de desarrollo que se llama creativeapplications.net, ahí vas a tener un portfollio de todos los desarrollos interactivos y tecnológicos que están avanzando. Otro lugar muy interesante es el canal de THECREATORS-PROJECT de YOUTUBE, hay entrevistas muy buenas y muy interesantes. La cocina de las cosas está en los foros de los lenguajes de programación, ahí están las primeras preguntas, puedes craquear, quiero hacer esto y no se como arrancar y cuatro meses después termina siendo lo que compra GOOGLE, en estos foros depende mucho de la colaboración. Te retribuyen tanto que como que tenes la obligación moral de compartir.

#### ¿Como te ves a futuro con todo esto que estás desarrollando e investigando?

Lo curioso de esto, que a veces yo también lo pregunto y que la gente te puede dar opiniones muy diversas, es que para mi el futuro pueden ser en cinco años, pasado mañana o dentro de cuatro generaciones, la incertidumbre sobre lo que piensa uno sobre el futuro es bastante amplia. Yo creo, y es por lo cual estoy acá, que este tipo de proyecto necesariamente hay que ocuparlos desde el lugar del gobierno, si bien hay un montón de lugares donde puedes tener mejores condiciones de desarrollo o de potencialidades, creo que hay que ocupar el lugar en la trinchera, no tenemos que dejar

pasar que no se trabajen estos temas en el gobierno y también involucra cierta voluntad de servicio que hay que tener, porque las condiciones son muy lejos de ser las ideales, para todos siempre hay que estar dispuesto a estar en contra de la corriente.

#### ¿Y a nivel personal?

Es más difícil la pregunta, pero ahí mis plazos son casi hasta dos años, o sea no estuve más de dos años trabajando en un lugar porque me agoto, necesito cambiar. Si creo que es más interesante trabajar en ámbitos públicos u OGNs ya que por experiencias de haber trabajado en otros laboratorios dependientes de universidades, hay mucha más resistencia que en el Estado. Las universidades están muy acartonadas, más allá de toda carrera de innovación que creen o nuevas ingenierías que adopten, están muy acartonadas porque tienen una herencia de la experiencia como validador del proyecto, nunca va a ver un proyecto con una mirada diferente porque no se juegan, siempre juegan a lo seguro y a ganar. También hay una cuestión burocrática en la que cada nueva idea involucra meses de papeleo, meses de autorización, meses de planificación, etc, por lo tanto no están casi nunca dispuestos a hacer todo eso por algo que tal vez no sepan que pasa.

Dentro de los laboratorios que se suponen que no deberían ser así, la lógica es igual, porque siempre hay una pelea de como conseguir los fondos para los proyectos, por lo tanto los directores de los laboratorios de Argentina no tienen la espalda suficiente para jugar y decir...bueno vamos tres meses con este proyecto a ver que pasa, y si no sale esta todo bien, no se la juegan nunca de esa manera. En el gobierno, me parece, hay más oportunidades de tener ideas diferentes y testearlas, me parece que es el lugar óptimo para hacerlo, por más que la infraestructura sea compleja, el impacto va a ser mayor que desde una universidad.

Con respecto a lo privado el cortoplacismo es sanguíneo, lo tienen incorporado en el ADN, excepto empresas grandes como INTEL, MICROSOFT, APPLE, entre otras, que esas sí están pensando en proyectos de acá a quince años.

Hay una charla que escuché de STEVE JOBS que me pareció muy interesante que era algo así como la reunión donde se juntaron todas las empresas de telecomunicación y él fue a presentar el IPHONE y todos le dijeron ...pero vos no te dedicas a esto, hace eso en las computadoras nosotros sabemos que es esto, y hoy en el mercado la mitad de los teléfonos en el mundo son IPHONE. Si no se le da lugar a este tipo de pérdidas, digamos morales, para arrancar un proyecto se van a replicar siempre los mismos modelos.

#### ¿Como esta parada la Argentina con respecto al mundo en materia de desarrollo tecnológico?

En lo que es el desarrollo tecnológico, y vinculado tal vez al diseño y a las instalaciones interactivas, estamos faltos de identidad, si bien hay algunos nombres o personas que generan cosas que parecen estar buenas, aún no tenemos identidad, y eso es un pro-

ceso. La falta de identidad surge de la poca masa crítica que hay, es decir, a los pocos profesionales que se dediquen a lo paramétrico o a lo interactivo y hace que no tengas una búsqueda y una exploración que te diga, vayamos por acá. No estamos teniendo inquietudes reales.

Más allá del contexto local, que siempre genera particularidades pues es diferente usar algoritmos de diseño en una zona de Buenos Aires que en la zona de Irlanda, nosotros no tenemos una búsqueda definida, sino que la guía lo que el software nos permite o lo que vamos aprendiendo, y eso lo provoca la falta de experiencia y herencia. Salvo algún arquitecto que haya trabajado esto hace mucho tiempo, no creo que haya otras personas que estén con esta exploración de hace más de diez años y pueda hablar desde su exploración.

Si hacemos con una exploración paramétrica desde la inclusión social, más allá del diseño que facilite tal cosa concreta, no estamos generando nada que vaya como en ese matrimonio constante, me parece que falta masa crítica, falta de contacto entre colegas y difusión, falta de ejemplos que generen esa difusión. Hoy la impresión en 3D es muy famosa por el objeto en sí, como herramienta o tecnología, pero más allá de lo que alcanzan las investigaciones científicas, a lo ideológico o a materiales, está llevada por desarrollos tecnológicos y no por necesidades sociales o culturales, vamos a ir hasta donde nos deje la tecnología.

**Y con respecto a los países del Mercosur, ¿pensás igual?**

Hay diferencias. Puedo hablar principalmente de Brasil, que es un lugar que conozco mucho, por una cuestión cultural que ellos ya vienen de años con programas que impulsan la producción cultural, tiene un ámbito favorecido para este tipo de investigaciones, tienen más facilidades, porque hay mucho más colchón, igual es algo muy curioso porque la gente o colegas que tengo en Brasil, la mayoría de los proyectos son ideas que surgen en las universidades en sus laboratorios que están financiados por el Estado con planes del Ministerio de Cultura, pero la realización de los proyectos no son resueltos por las universidades, como que han perdido la capacidad de fabricar los proyectos y terciarizan.

**¿Que significa para vos una impresora 3D?**

La verdad estamos en una etapa en la que resulta muy fácil de usar para alguien que tenga cierta experiencia técnica mínima. Mi modo de trabajo es muy simple, por lo general modelo en AUTOCAD o en RHINO, muy pocas veces en GRASSHOPPER por una cuestión del sistema operativo que funciona con WINDOWS, y yo uso IMAC. En la etapa de fabricación es conocer cual es el modelo que vas a generar para entender cual es el mejor material de los disponibles que hay hoy en Argentina, como el nylon, PLA y el ABS. Hay otros materiales experimentales pero yo opto por esos tres, que tienen diferencias en las temperaturas en las que el extrusor las funde y el volumen en que a medida que la impresora va creando capas, entre otras. Resulta fácil imprimir, ya que hay programas que detectan los errores, te indican si hay algún problema referente al

diseño y genera el código G, que es el lenguaje que tienen los motores, la impresora tiene tres motores ancho, profundidad y altura. Este código G le indica a cada motor una suerte de línea de tiempo que le indica que hacer, cómo moverse y cómo desplazarse para generar el modelo. Lo que hace es detectar la parte externa de tu modelo para transferir el X e Y a cada motor y eso va construyendo, momento a momento, el paso.

La máquina que tengo es del tipo REP RAP, que es un proyecto de creación de impresoras 3D comunitario, son lentas pero son bastante fiables. La impresora que tengo es una KIKAI LABS que es una empresa que las construye acá.

**Algún comentario final que quieras hacer.**

Creo que esta entrevista, como otros canales de difusión, son interesantes siempre que permitan la colaboración para compartir las ideas y comprender toda la escena de lo que está pasando. Si bien no soy la persona con mayor experiencia en diseño paramétrico, mi experiencia me a llevado a lugares en los que no encontraba gente con quien compartir inquietudes y me parece que esta bien mostrar la escena de este nicho para que pueda ser trasladable y aplicable a otros contextos. Hace un tiempo, cuando arrancaba con lo que era el diseño digital generativo en la computadora, no encontraba a nadie con quien hablar sobre escritura generativa, no había nadie; después surgió el GRASSHOPPER y otras cosas, que si uno miraba de lejos veía a ZAHA HADID en algunos casos, ahora ya hay muchos más colegas en este campo.





