

# Pieles responsivas: desarrollo de infraestructuras adaptables a su entorno

## *Responsive Skins: Development of environment adaptable infrastructures*

**Katherine Cáceres Corvalán**

*Dum-Dum Lab, Chile*

*katherine.caceres@dumdumlab.com*

**Francisco Calvo Castillo**

*Dum-Dum Lab, Chile*

*francisco.calvo@dumdumlab.com*

**Abstract:** *This paper describes the authors' experience in the development and implementation of five academic instances linked to the research of design protocols based on parametric modeling and manufacturing techniques. The theme developed focus on the responsive skins, understood as a new kind of infrastructure capable of adapting to different geometric and topological configurations influenced by the information supplied from the environment at a specific time.*

**Palabras claves:** diseño paramétrico; metodologías de diseño; fabricación digital

### Background

El desarrollo informático, las nuevas interfaces de desarrollo y los recursos tecnológicos hacen posible despliegues de protocolos de diseño en los cuales el carácter resolutivo del diseñador, pasa a convertirse en un ejercicio consiente del proceso de manera explícita, que permite un control local de cada uno de los pasos y que convierte a dichas interfaces en dispositivos de consolidación de ideas. (Banda, 2010). Estas interfaces permiten una mayor sensibilidad a las múltiples condiciones locales que presenta el entorno, potenciando así el campo de adaptación dentro del proceso de diseño.

El trabajo que aquí se expone, se genera a partir de un interés particular por nuevas formas de entender la arquitectura, por lo tanto nuevas formas de operar dentro del marco proyectual. Precisando con esto que la vanguardia arquitectónica contemporánea está asumiendo la demanda de un creciente nivel de complejidad articulada mediante la redefinición de sus métodos (Schumacher, 2010).

Si bien estamos frente a una creciente masificación en el uso de técnicas de diseño generativo hace ya varios años en ámbitos de la arquitectura, los modelos arquitecto-

nicos o pre-arquitectónicos resultantes parecen estar ligados mayormente a parámetros de diseño arbitrarios y vinculados a una contingencia formal preconcebida por parte de cada diseñador. Esto nos ha llevado a entender que el proceso de diseño generativo o paramétrico debe establecer vínculos con la realidad existente, ya sea esta material, ambiental o funcional. La muerte de lo exclusivamente paramétrico tuvo lugar en el momento en que los arquitectos fueron conscientes de que no son matemáticos. (Roche, 2010).

### Proceso

La experiencia fue articulada en dos tipos de instancias académicas, una primera formulada hacia la investigación meramente digital de sistemas paramétricos *Workshop Pieles Responsivas* y una segunda instancia que contiene parte del primer desarrollo pero que se dirige a la indagación del entorno constructivo digital/manual de los sistemas paramétricos antes desarrollados *Workshop Morfologías Materiales*.

Esta línea investigativa indaga tanto en el desarrollo de

sistemas geométricos flexibles, como en el proceso que permite vincular de forma dinámica este proceso de diseño con diferente tipo de información, proveniente de las condiciones particulares en pieles responsivas que son proyectadas y las posibilidades de desarrollo material de dichos sistemas a través la correlación entre forma, materialidad, procesos de fabricación y manufactura. Se realiza una aproximación al diseño digital con procesos paramétricos a través de la proyección de estas *pieles* entendidas como superficies concebidas en un entorno predefinido. Bajo la lógica del desarrollo informado, entendemos que estos procesos se articulan condicionados por variables tanto de la orientación del propósito como de la modelación en el propio proceso paramétrico.

En este sentido lo que aquí se propone es un proceso de diseño donde el control por parte del diseñador esté localmente limitado a el establecimiento de las interdependencias entre los parámetros iniciales del sistema geométrico y como estos parámetros son activados, modificados y perturbados por la información proveniente de su entorno. De esta manera el énfasis está puesto en la multiplicidad de efectos performativos que nacen de esta interacción, efectos geométricos no mecánicos, donde los modelos resultantes son desarrollados dentro de un proceso emergente que desencadena en resultados solo indirectamente controlados.

Es así como se intenta concebir una estrategia operativa que permita la definición de una superficie, *Piel Responsiva* a través del diseño generativo (superficie que se concibe a través de variables geométricas) y su desarrollo material *Morfología Material*, a través de codificaciones geométrico/

materiales que permitan configurar prototipos pre-arquitectónicos interdependientes con su entorno.

Entendiendo con esto que el diseño se presenta como la producción de protocolos que intentan articular las ideas y nociones del diseñador de manera contingente e interdependiente.

## Metas y objetivos

- Fomentar y desarrollar la investigación en los diferentes ámbitos del diseño paramétrico, proponiendo una alternativa para el desarrollo de sistemas variables y adaptables que incorporen el concepto de sustentabilidad.
- Indagar sobre las reales posibilidades de los medios de diseño y fabricación digital, y cómo su uso genera tanto libertades como restricciones al momento de diseñar.
- Experimentar los reales potenciales del diseño de sistemas arquitectónicos capaces de retroalimentarse de las condiciones particulares de su entorno.
- Generar una plataforma de discusión teórica y práctica sobre el impacto futuro de estas tecnologías tanto en la arquitectura como ingenierías.

## Protocolos de diseño

La estrategia de aproximación a las *Pieles responsivas*, se basa en un protocolo que direcciona la topología del proceso paramétrico, este consiste en 4 etapas claves: *sistemas geométricos / interdependencias paramétricas / transformaciones mediante agentes externos / manufactura de prototipos materiales*.

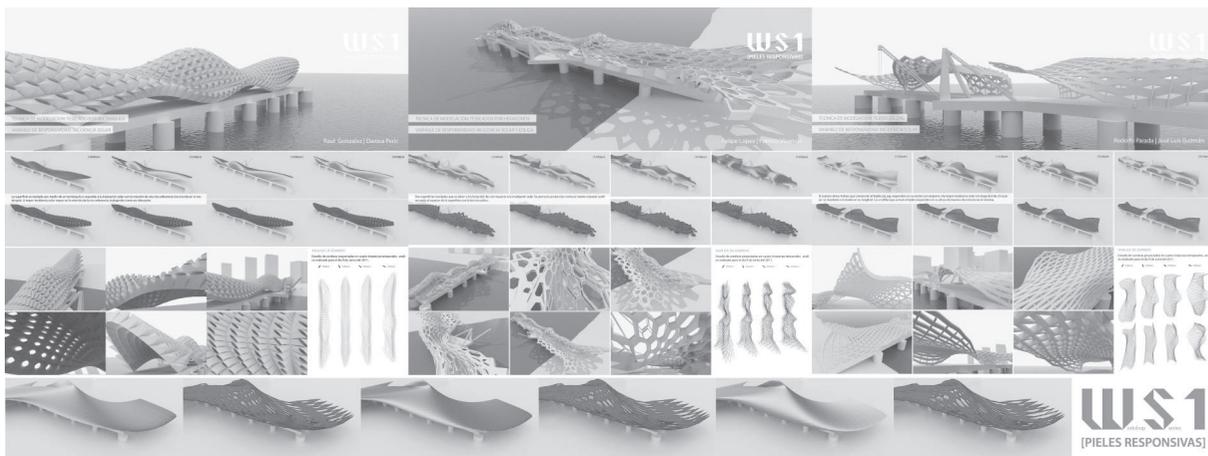


Fig 1. Laminas resumen de procesos: sistemas geométricos / interdependencias paramétricas / transformaciones mediante agentes externos.

Este proceso consiste en un procedimiento bottom up, donde se analizan herramientas primas en el diseño paramétrico de componentes geométricos bajo una lógica abierta y generativa, integrando *metodologías de modelamiento digital* [técnicas de modelamiento asociativo, comportamiento colectivo, proliferación de componentes geométricos, etc] y *metodologías constructivas* [limitaciones materiales, comportamiento estructural, procesos de manufactura, etc].

### Estudio de sistemas geométricos

Bajo la lógica de el proceso paramétrico se presenta como primera instancia la indagación de configuraciones de superficies complejas a través de componente geométricos basados en diferentes técnicas de modelación, las que son categorizadas en tres sistemas básicos: sistemas de teselados, sistemas de pliegues y sistemas de tejidos. Estos estudios geométricos se relacionan solo con la superficie proyectada de manera genérica, con el fin de poder desarrollar el máximo de variables y reciprocidades geométricas posibles.

### Interdependencias paramétricas

La base del diseño paramétrico es el trabajo con variables dinámicas dentro de los modelos geométricos, en donde cada parámetro es desarrollado dentro de gradientes de diferenciación alterables según sus interdependencias con otros factores internos o externos al mismo sistema. En esta etapa se desarrollan las interdependencias entre las gradientes básicas de casa sistema geométrico que corresponden a factores de escalamiento, traslación o espesor de los componentes. Estas variables son vinculadas con elementos genéricos como puntos o curvas atractoras, en donde el distanciamiento particular entre cada componente y cada elemento atractor es asociado como magnitudes de diferenciación en las transformaciones geométricas y topológicas del sistema inicial.

### Transformaciones mediante agentes externos

El énfasis de esta etapa es la búsqueda de patrones de diferenciación provenientes del entorno, estos patrones son incorporados como datos numéricos de entrada que activan y modifican sistemáticamente la estructura geométrica interna de los modelos paramétricos a desarrollar. Cada uno de los modelos desarrollados son sometidos a la interacción con agentes ambientales [radiación solar, intensidad y dirección del viento, etc.] y patrones de interacción humana [flujos peatonales, niveles de ocupación, etc.].

Cada agente externo es incorporado como variable de dinámica por medio del reemplazo del elemento genérico (puntos, curvas, etc) antes descrito.

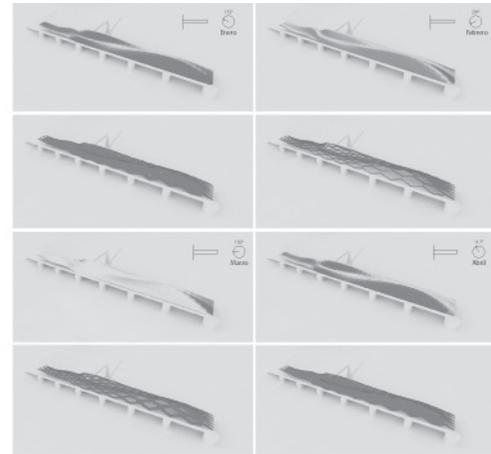


Fig 2. Diferentes gradientes de apertura de los paneles hexagonales vinculados a los factores de incidencia que el viento tiene sobre la superficie modelada. Estos valores son testeados mediante el ángulo en que el viento impacta a la superficie en diferentes meses del año.

### Manufactura de prototipos materiales

El protocolo de diseño se concibe integrando las condiciones de materialización de cada *piel*, según las características geométricas de sus propios componentes. Los componentes geométricos deben corresponder a superficies desplegadas y aplanables (*developable geometries*), ya que la técnica fabricación se basa en la confección de plantillas planas.

El prototipado se realiza en dos escalas diferentes, la primera consiste en plantillas impresas en papel y cortadas de forma manual, donde la composición global de las geometrías es confeccionada con materiales de ensamble físico, sin el uso de pegamentos.

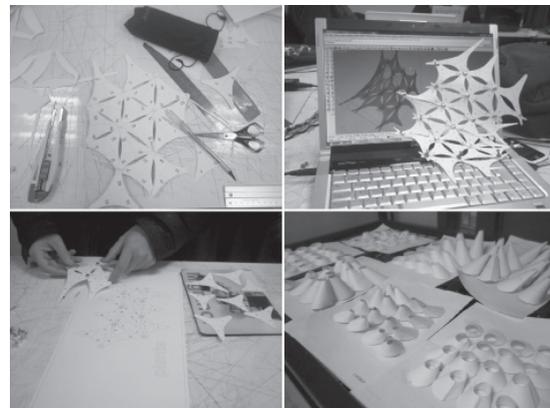


Fig 3. Prototipos confeccionados en papel.

La siguiente escala de prototipado consiste en el mismo diseño digital inicial, donde las plantillas desplegadas y aplanadas son cortadas por medio de una maquina de corte laser (laser cutter machine). La escala de esta etapa incluye un proceso de enumeración de uniones y cubicación de las piezas dentro de las planchas de corte que corresponden a dos materiales, PAI (Poliestireno de Alto Impacto) y Surfex (chapas de madera unidas en sentidos perpendiculares).

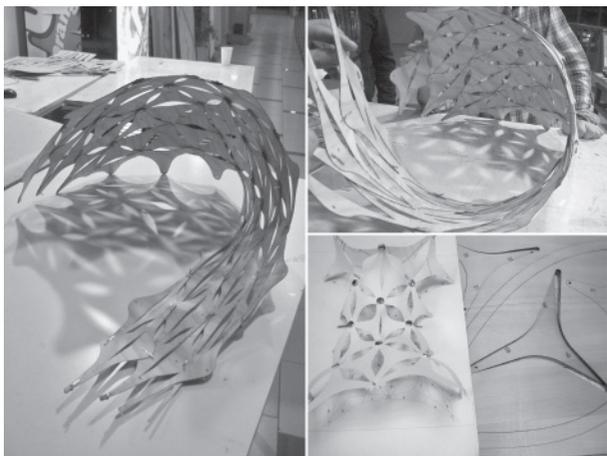


Fig 4. Prototipos confeccionados en Surfex.

Este proceso de manufactura incluyó una serie de tareas y procesos de personalización de herramientas que puede promover una nueva sensibilidad a la integración entre forma, el comportamiento material y los modos de mecanizado que se ha denominado por los autores como *morfologías materiales*.

## Conclusiones

Esta investigación permitió entre otras cosas plantear nuevas condiciones de diseño, donde el diseñador no tiene el control absoluto de los modelos resultantes, sino un control acotado de las reglas de comportamiento inicial y son las condiciones particulares del entorno las que determinan los modelos obtenidos.

Este control local, permitió a los participantes comprender y aprehender el modelamiento digital en términos paramétricos como un sistema completo donde el proceso y su desarrollo permiten gestar proyectos complejos pero a la vez construibles en diferentes escalas.

Así cómo fue posible obtener un proceso de transformación a través de un escenario de análisis genérico y bajo variables acotadas, también es posible proyectar trans-

formaciones complejas y reactivas a múltiples escalas de desarrollo sin perder el control del proceso debido al diseño a través de la interface explicita.

Al momento de enfrentarse a la manufactura de los prototipos pre-arquitectónicos se plantea una tensión entre la posibilidad de hacer prevalecer los detalles técnicos por sobre la intención del diseño. Esta disyuntiva es interesante en el sentido de que cualquier cambio en el desarrollo del proyecto permite variaciones libres sin necesidad de afectar el foco del desarrollo.

Las pruebas y error son una constante al momento de enfrentarse a la manufactura de un prototipo, pero al ser estos desarrollados bajo una lógica paramétrica permite ir infiriendo posibles errores o cambios en el producto final, en pleno desarrollo del diseño, logrando con esto una reducción considerable en la posibilidad de fracaso de un prototipo.

La investigación descrita en este resumen está todavía en progreso, aun así los resultados obtenidos hasta el momento se presentan sugestivos y promisorios.

## Agradecimientos

Nuestros sentidos agradecimientos a los que han hecho posible este trabajo, a los profesores Roberto Barría (UTFSM), Mauro Chiarella (UNL), Rene Medel (Eximed, Rhinoceros Chile) y a nuestros amigos y alumnos por el apoyo incondicional.

## Referencias

- Roche, F. (2009). Entrevista con Françoise Roche. *Revista Cyan Magazine*. Volumen n°11, pp. 44-51.
- Banda, P. (2010). *Absorbente de panal de abejas: explorando la adición de performance en sistemas de modelado paramétrico*. Documento procedente de la Conferencia Anual de la Sociedad Iberoamericana de Grafica Digital (Sigradi), Colombia, pp 273-274.
- Schumacher, P. (2008). *Parametricism as Style - Parametricist Manifesto*. Recuperado el 1 de septiembre de 2011, de <http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20and%20the%20Autopoiesis%20of%20Architecture.html>