

# Morfología Evolutiva: Dos aproximaciones proyectuales / Evolutionary Morphology: two approaches to the project

**Pedro Soza Ruiz.** / Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile. / [psoza@uchile.cl](mailto:psoza@uchile.cl) / <http://www.uchilefau.cl>

**Andres Frugone Domke.** / Escuela de Arquitectura Universidad Nacional Andres Bello. / [andres.frugone@gmail.com](mailto:andres.frugone@gmail.com)  
<http://www.tallerfrugone.cl>

**Abstract** *In this work we will show the results of the course Digital Morphology, at the Universidad de Chile and Universidad Nacional Andres Bello after three years of work. The focus of the course is on the design process. The students have two approaches to the design process, one from proposing diagrams from photograph, and another from the work whit motion capture files. Finally, the resulting morphologies are developed under an architectural thematic.*

**Introducción** Desde hace algún tiempo a la fecha, los modelos de enseñanza en arquitectura y diseño, las metodologías proyectuales, han ido incorporando la tecnología digital al que hacer de los estudiantes. Ejemplos académicos y profesional hoy pueblan el ciberespacio y las revistas especializadas. Sin embargo el como nos hacemos cargo de estas metodologías en lo educativo es aun tarea que esta en pleno proceso de desarrollo, al menos en el contexto de algunas universidades chilenas, entre ellas la Universidad de Chile y la Universidad Nacional Andrés Bello..

El caso que se presenta corresponde al curso “taller de morfología digital” impartido en ambas casas de estudio por los académicos - arquitectos que suscriben el presente artículo.

El Taller de Morfología Digital es un curso práctico y de exploración de las herramientas que ofrecen los programas de modelamiento 3D, Animación y representación digital para la conceptualización, generación, y dominio de las variables propias de la forma. Su objetivo general es la comprensión la forma.

Objetivos específicos son:

- La exploración de estrategias proyectuales que puedan potenciar los procesos creativos e investigativos en el taller de arquitectura y/o diseño, su génesis y evolución.

- El entendimiento del valor conceptual y la incidencia de las herramientas digitales (manejo de imágenes, modelamiento 3D y animación) si son usadas como eje de creación y deformación en la concepción espacial y formal por sobre la representación y visualización.

- La comprensión de la geometría implícita en las formas orgánicas, sus leyes, órdenes y potencialidades.

**Desarrollo** Al evaluar las competencias y conocimientos previos de los alumnos en el manejo del modelado 3D, nos hemos encontrado con distintos niveles de aprendizaje, en general enfocados al manejo de software para la resolución específica de competencias que los alumnos ven con gran interés para su desarrollo profesional, sin embargo no se ha observado el uso y manejo de las tecnologías digitales para potenciar los procesos proyectuales, desde la perspectiva de la recopilación de datos, ni desde la exploración de procesos o metodologías de diseño aplicables a los ejercicios académicos o al desarrollo de futuros trabajos profesionales.

La forma habitual que usan los alumnos para enfrentar el modelamiento tridimensional, es a partir de líneas (shapes) y superficies en un plano las que son extrusionadas.



En este contexto, el curso, busca mostrar un enfoque radicalmente distinto, con una modesta aproximación al concepto de diseño paramétrico, acorde a nuestro objetivo, de poner en valor estas tecnologías en términos de potenciar procesos cognitivos, sean estos proyectuales, de análisis, de toma de decisión, o de evaluación de los resultados obtenidos.

**Generación de Diagramas** En una primera aproximación, los alumnos a partir del análisis visual de imágenes fotográficas, capturadas por ellos mismos, desarrollan y estudian diagramas de representación y el potencial de los grafos como herramienta conceptual y diseño.

Los diagramas se han usado para representar aquello que estamos diseñando desde hace siglos. Los hay de distintos tipos y categorías, y sin pretender profundizar en la historia de los diagramas de representación, nos basaremos en su potencial representacional para graficar las ideas-concepto que generaran estructuras espaciales en una segunda etapa.

En esta etapa, los alumnos deben tomar una fotografía, cumpliendo las siguientes reglas:

1. La fotografía debe representar un sistema
2. El sistema debe contener sub-sistemas o partes, las que deben estar relacionadas
3. En la fotografía debe denotarse una acción

Con un software retocador de imágenes, los alumnos grafican en distintas capas, "layers", sus observaciones respecto de la imagen escogida. Estas observaciones deben cumplir la siguiente serie de reglas:

1. El nombre de la observación puede corresponder a una acción. En este caso puntual, la palabra que designa la capa o layer debe ser un verbo.
2. El nombre de la graficación/observación puede corresponder a un elemento de análisis arquitectónico.
3. El nombre de la graficación/observación puede corresponder a un elemento edificatorio o constructivo.

Para esta etapa del ejercicio, basta cualquier aplicación gráfica que maneje imágenes digitales y que:

1. Maneje Capas (idealmente se debe poder agregar nombre a las capas)
2. Tenga alguna herramienta de dibujo, a saber, pincel, lápiz, etc...

Mediante la observación y el análisis eventos y sistemas de relaciones, cada alumno identifica cuáles son las variables que inciden o permiten la generación de una acción, morfología, estructura u organización ejercitando a su vez técnicas de representación y expresión del concepto propuesto.

Este ejercicio plantea la problemática de cómo representar componentes intangibles pero fundamentales en la generación de un sistema de relaciones, como son fuerzas, tensiones, velocidades y tiempo.

La comprensión de las variables que operan en un sistema de relaciones permite desarrollar nuevos sistemas y generar nuevas relaciones en una forma de analogías formales y operacionales.

Así, las variables identificadas y desarrolladas como diagrama, a partir de la fotografía original, en una segunda etapa son redibujadas y reinterpretadas como conceptos tridimensionales usando geometría NURBS.

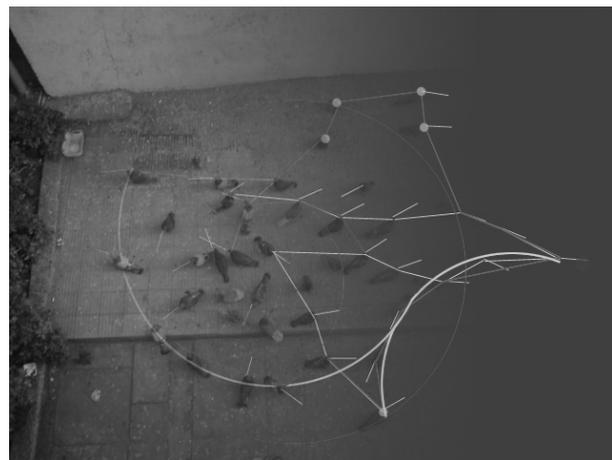


Figura 1 Diagrama sobrepuesto a fotografía.



**Captura de Movimiento** En la segunda aproximación, los alumnos desarrollan la estrategia proyectual a partir de un archivo de captura de movimiento entregado por el equipo docente. Estos archivos son bibliotecas de ejemplo que vienen con el paquete de software 3D. Los archivos son cargados y testeados a un esqueleto bípedo, al tiempo que el equipo docente explica las bases de operación y configuración de animaciones. La elección del archivo de captura de movimiento final de trabajo corre por parte del alumno.

En este proceso de aproximación a la forma, se extraen las trayectorias de los puntos importantes de la geometría al desplazarse por el espacio. Los alumnos deben estudiar y justificar la elección de los puntos en el esqueleto del bípedo. Posteriormente esas trayectorias con convertidas a líneas – shapes - NURBS, conservando la máxima interpolación posible, asegurándose de que cada Keyframe corresponda a un punto de la curva que se generara. De esta forma, la geometría NURBS obtenida guarda la máxima fidelidad al desplazamiento espacial de los puntos relevantes elegidos por el estudiante en el archivo de captura de movimiento.

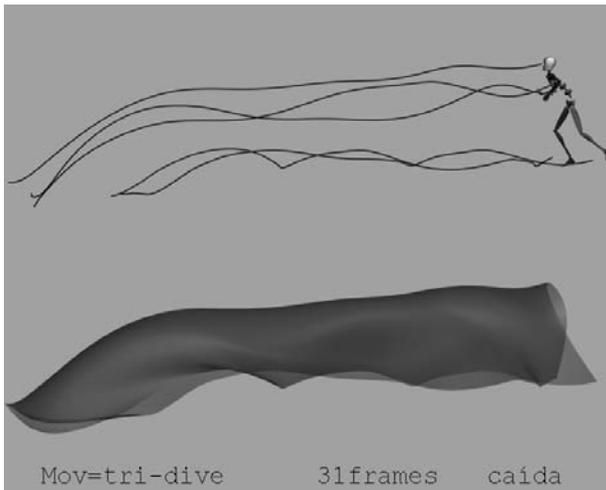


Figura 2 Estudio de movimiento para bípedo.

**Desarrollo Morfológico:** Clases teóricas y demostrativas, junto con técnicas de modelado en tres dimensiones son entregadas por el equipo docente para el desarrollo del trabajo.

El ejercicio plantea la generación de una geometría abstracta la cual debe ser analizada desde un punto de vista morfológico por el alumno, para finalmente, entregarle propiedades físicas que permiten desarrollar una propuesta espacial y formal bajo una temática objetual o arquitectónica.

Así, los alumnos generan estructuras espaciales que adquieren significancia según los usos posibles que son planteados por los mismos estudiantes.

En este punto se reúnen las dos aproximaciones anteriores. Lo que tenemos en este momento son curvas NURBS, generadas a partir de diagramas o a partir de la recopilación de datos de captura de movimiento.

En cualquier software de diseño 3D, el control que tenemos de nuestro diseño esta en directa relación con el control que tenemos de las herramientas de la aplicación. De hecho, para entender este proceso, es crucial el conocimiento informático que opera sobre la geometría. En el curso se fuerza el desarrollo de los ejercicios empleando la geometría NURBS. El fundamento de esto, es que este tipo de geometría es la representación matemática de la geometría, la que es capaz de describir con absoluta preedición cualquier tipo de curva o superficie, por compleja que esta sea. Para mayor información sobre la geometría NURBS y su manejo se recomienda visitar <http://www.rhino3d.com/nurbs.htm>

La gran diferencia entre los NURBS y las mallas poligonales radica en que mientras las mallas son nubes de puntos, llamados vértices la mayoría de las veces, los NURBS son representaciones de esas mallas, con un nivel de parámetros de control mayor, lo que a su vez nos da una posibilidad mayor de control sobre la geometría que se esta desarrollando.

Al definir una forma mediante NURBS, no obtenemos un modelo estático, sino que creamos una forma definida por un conjunto de parámetros distintos. El Diseño es el resultado de la totalidad de datos almacenados en dichos parámetros, lo cual proporciona la flexibilidad que requiere la primera fase del diseño, la del esbozo (Joosen, 2004).



Bajo este modelo de trabajo, lo que el alumno define directamente en la aplicación son los puntos de control que generan las curvas. Mediante las herramientas de construcción de superficies, las curvas se interpolan en la operatoria que genera las formas – morfologías resultantes. El hincapié está puesto en la parametrización del proceso, ya que al tener control total sobre los puntos de control se controlan las curvas, y al controlar las curvas se controla la superficie que es nuestro objeto de diseño.

El control es la clave del proceso. Los datos están almacenados en los vértices de control de las curvas. Estos datos se pueden trabajar bajo distintas maneras, interactuando con otras aplicaciones a la hora de evaluar el modelo o de llevarlo a un modelo físico en maquinaria CNC o de prototipado rápido. En nuestro caso específico, los modelos son exportados a un software CAD, lo que permite a los alumnos imprimir la información para producir modelos a escala.

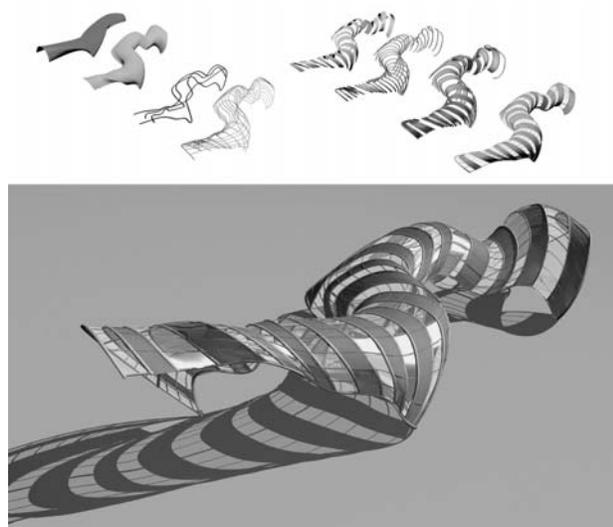


Figura 3 Estudio de movimiento para bipedo.

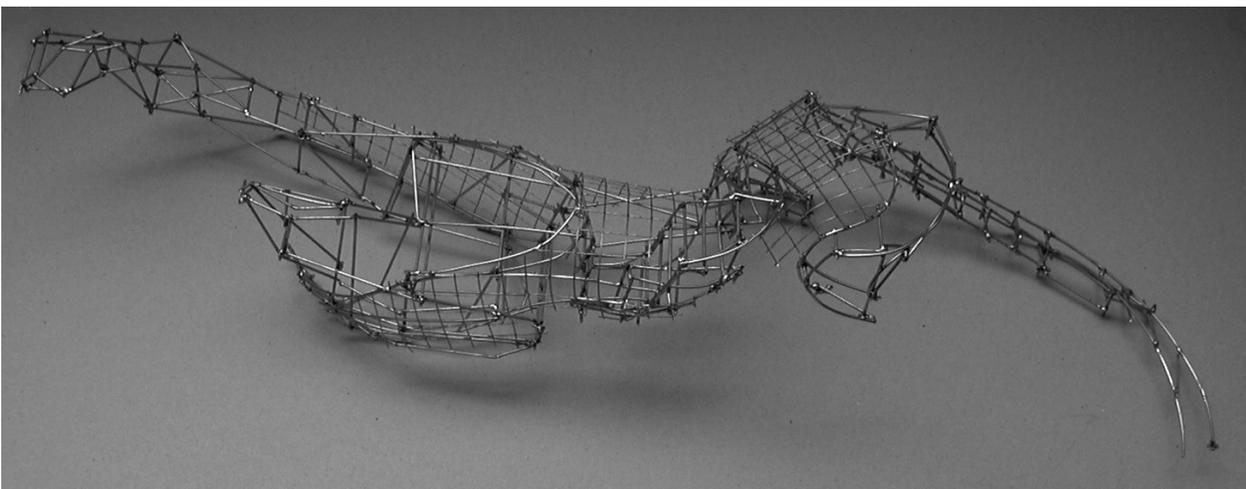


Figura 4 Resultado Proyecto 2.



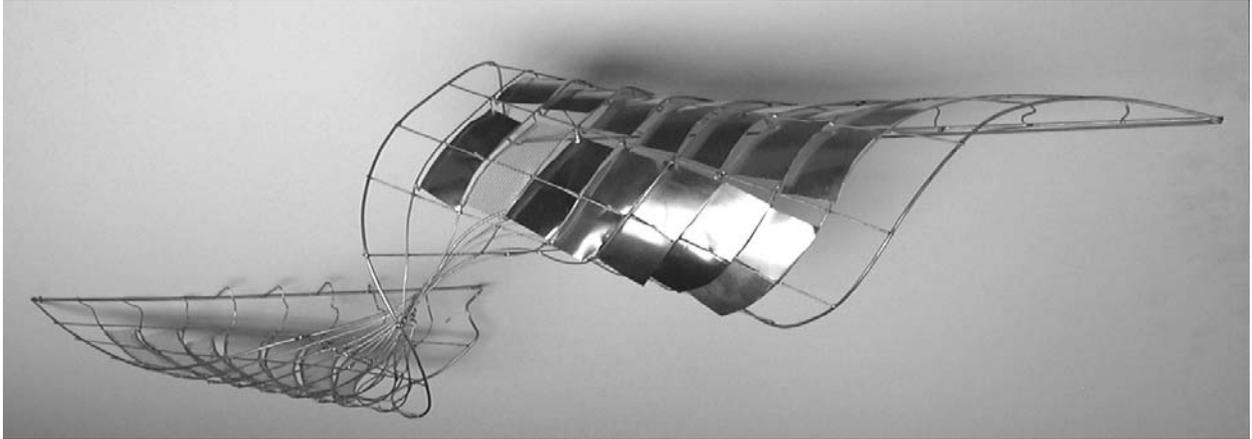


Figura 5 Resultado Proyecto 3.

**Conclusiones:** A priori, y a partir de la evaluación de los trabajos realizados por los alumnos durante 3 años de seguimiento de este curso electivo, observamos las siguientes conclusiones:

- El alumno reflexiona y analiza en detalle cada estrategia, desarrollando con ello un alto nivel de abstracción y crítica respecto del uso de las herramientas digitales como eje de desarrollo en un proceso de diseño.
- Se fortalece la abstracción y toma de decisiones proyectuales al tiempo que se estimula e incita la exploración conceptual en arquitectura y diseño.
- El alumno adquiere dominio de los conceptos que operan sobre la geometría detrás de software, al tiempo que aprende las competencias (manejo de software) que motivan su interés inicial en tomar este curso.
- Se reconcilia la enseñanza de software con la enseñanza de procesos de diseño.

Preveamos, en futuros trabajos, el análisis de múltiples salidas para la evaluación y testeado de los modelos

desarrollados, mediante la interacción con aplicaciones de cálculo finito y con modelos físicos generados mediante maquinaria CNC o cortadora láser

La muestra de los resultados obtenidos a la fecha, después de 3 versiones del taller, así como su evaluación por parte de pares nos mueve a presentar este trabajo en XI Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital SIGraDi 2007.

**Referencias** Cadalso, E., Haiek, A., Soza, P.: *Modelación por captura de Movimiento, Proceedings of the 8th Iberoamerican Congress of Digital Graphics*, Porte Alegre – Brasil, 10-12 November 2004, pp 345-348 / Lynn, G.: 1995, *conversación vía modem con Ben Van Berkel, El Croquis*, 72, pp. 6-15 / Joosen, G.: *en Oosterhuis, K., Lénárd, I., Estévez, A., BCN Speed and Friction, SITES Books / ESARQ (UIC)*, España, 2004, pp 119-126

**Keywords** *Morfología, Proyecto, Estrategia, Proceso.*

