

# Explorando la forma: procesos de búsqueda formal para objetos industriales

Exploring form: Form finding processes for industrial objects

**Natalia Trujillo Garcés**  
natalia.trujillo@upb.edu.co

**Andrés Hernando Valencia**  
andres.valencia@upb.edu.co

Grupo de Investigación de Estudios en Diseño, GED  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Medellín (Colombia)

Fecha de recepción: Junio 1 de 2012  
Fecha de aceptación: Julio 26 de 2012

## Palabras clave

Búsqueda objetiva de la forma;  
generación y transformación  
de la forma; morfología  
experimental.

## Keywords

Form finding methods; form  
generation and transformation;  
experimental morphology.

*Proyecto de investigación de carácter académico a manera de semillero, perteneciente a la Línea de Morfología Experimental del Grupo de estudios en Diseño -GED-; gerenciado y financiado por la Universidad Pontificia Bolivariana -UPB-*

## Resumen

La fabricación digital –FAB-DIG– se muestra como uno de los procesos industriales de mayor crecimiento en Colombia tanto en el ámbito empresarial, como académico. La búsqueda Objetiva de la forma física –BOFF– es una metodología de generación de patrones morfológicos a través de procesos experimentales de generación, transformación y optimización de materia. Establecer los criterios de relacionamiento entre las FAB-DIG y los procesos BOFF podría generar que proyectación objetual tomara no sólo el patrón formal obtenido por la BOFF, sino la forma misma aplicada a un uso específico. El desarrollo del relacionamiento y la metodología antes mencionados, al realizarse dentro de un proyecto de semillero con la participación de alumnos de la Facultad de Diseño Industrial de la UPB, permite que éstos no sólo produzcan conocimiento alrededor del tema, sino, que también implementen el uso de las nuevas tecnologías de producción para finalmente definir el impacto de materializar las geometrías obtenidas con los procesos BOFF mediante FAB-DIG.

## Abstract

The digital fabrication –FAB-DIG– has become one of the industrial processes that have had the most growth in Colombia not just in the business field but in the academy. The objective physic form finding –BOFF– is a morphology path generation methodology based on experimental processes of material generation, transformation and optimization. The nexus between FAB-DIG techniques and the BOFF processes might generate that the experimental forms must be taken directly to production, that is, that in the object design process the form path generated by the BOFF would be used as it is, and not only as a formal referent. The nexus development and methodology above, as realized in an investigation seedbed that involves the participation of UPB's Industrial Design students, allows them to not only generate knowledge in the field, but, to implement the use of the new productive technologies, to define at the end the materialization impact of geometry obtained by BOFF processes using FAB-DIG.

## I. Introducción

En la Universidad Pontificia Bolivariana se concibe la investigación desde dos ámbitos: desde lo académico y desde lo aplicado. El presente proyecto es de carácter académico, es un proyecto interno de la Universidad a manera de semillero de investigación, el cual busca *que a futuro se logre una cultura frente a la transferencia del conocimiento, a la producción de conocimiento y a la transmisión de conocimiento* (Comité de Autoevaluación del Programa de Diseño Industrial de la Facultad de Diseño -UPB-, 2005, p.57) a partir de planteamientos problematizantes.

El ente promotor y regulador de la investigación en la Facultad de Diseño Industrial es el Grupo de Estudios en Diseño [GED], el cual cuenta con cuatro líneas de investigación: ergonomía, dinámicas de la cultura material, morfología experimental y proyecto, innovación y producto. Desde la Línea de Investigación en Morfología Experimental [LIME] se crea el laboratorio *Morfolab*, espacio en donde los estudiantes de diseño industrial pueden desarrollar sus trabajos de investigación y de productos de diseño basados en los cinco campos de interés: Biónica, Estructuras no convencionales, Búsqueda objetiva de la forma, Diseño de materiales y Sostenibilidad (GED, 2010).

*Explorando la forma* es un proyecto que se plantea desde la búsqueda objetiva de la forma, y nace como un proyecto de semillero, donde los estudiantes de tercer y cuarto semestre de la Facultad, aprenden a investigar, investigando. Según la definición de la profesión dada por el maestro de la teoría del diseño Tomas Maldonado *el diseño industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las propiedades formales...* (relaciones funcionales y estructurales)... *de los objetos producidos industrialmente* (citado en Rodriguez, 1998, pp. 14-15), si se retoma el fragmento *determinar las propiedades formales* y se tiene en cuenta que la BOFF es una metodología de obtención de patrones formales, cuya meta principal es *entender cómo se pueden generar patrones formales convencionales y no convencionales a través de procesos de generación, transformación y optimización experimental de la configuración tridimensional de la materia* (GED, 2010), se obtendrá un acercamiento al objetivo general de este proyecto; el cual busca relacionar las morfologías obtenidas por medio de la BOFF con la FAB-DIG. Suponiendo que, una vez validada la relación entre las dos técnicas, se generaría una metodología que podría llevar las morfologías generadas a ser producidas por los métodos de fabricación convencional en molde.

Estudios alrededor de la BOFF, se han concentrado en la creación de patrones formales que puedan ser útiles para la proyectación objetual, estudiando formas o líneas repetitivas tanto en la naturaleza como en la experimentación con diversos materiales y técnicas (Arbelaez & Patiño, 2009; Chilton, 2009; Huijben & Van Herwijnen, 2007; Stach, 2008; Vélez & Mejía, 2010; Valencia, 2006; Valencia, 2009; Wendland, 1999). Si dichos procesos BOFF buscan impactar lo suficiente al diseño de productos, se plantea como necesaria la búsqueda de una manera de relacionar la experimentación formal

a la producción objetual, ya que los procesos BOFF limitan la producción Industrial.

Aunque estos estudios han generado cantidad de formas útiles para el momento de la proyectación objetual, se quedan cortos en el momento de validar si dichas formas pueden ser reproducidas de manera óptima de forma serializada. Hacen falta entonces procesos de relacionamiento de las formas obtenidas a partir de la BOFF a procesos de serialización. Es por esto que este proyecto busca, a partir de las formas obtenidas y de la definición de parámetros y variables de estudio, el relacionamiento de dichas formas a las técnicas FAB-DIG. Indagando por el desempeño de la forma obtenida digitalmente, tratando de validar que las formas obtenidas por los procesos BOFF pueden, sin cambio alguno convertirse en un objeto, producido serializadamente.

En búsqueda de recursos para el diseño, que permitan optimizar la generación, transformación y optimización de la forma y su posterior aplicación objetual, se busca que los alumnos de diseño industrial de la UPB intervengan en el mejoramiento de la metodología de diseño plantada por la Facultad a partir no solo de la experimentación formal con materiales físicos, para la extracción de patrones formales, sino con la posterior digitalización, análisis y aplicación de las morfologías logradas a productos industriales, por medio de técnicas de fabricación convencional en molde. Se busca que la metodología generada establezca los parámetros por medio de los cuales una forma lograda físicamente se pueda reproducir en serie industrialmente.

## **II. Métodos y materiales**

Una vez reunido el equipo de trabajo, y todos los integrantes conocen la metodología del proyecto, se da inicio a su desarrollo. *Experimenta la forma* comienza con un proceso de documentación exhaustiva sobre los procesos de búsqueda formal: antecedentes, exponentes, estado del arte. Es de valorar en este punto, que es poca la literatura disponible alrededor del tema a pesar de que hay gran cantidad de diseñadores, investigadores y empresas que experimentan con la forma; se reconoce en este punto, que hace falta un compendio de información alrededor de la BOFF.

El estudio de cada uno de los procesos BOFF se basó en:

- » el soporte físico al que se aplica o se podría aplicar;
- » los pasos que se realizan en la experimentación; y
- » las variables que se administradas a cada paso.

Los soportes físicos comunes en los procesos BOFF son:

- » membranas elásticas,
- » arena,
- » papel y cartón,
- » fibras,
- » cerámicos (yeso, arcilla, cemento), y
- » madera/chapilla.

Las principales variables metodológicas<sup>1</sup> identificadas son:

- » temperatura,
- » humedad,
- » fuerzas de compresión,
- » fuerzas de tracción,
- » químicos,
- » puntos de apoyo, y
- » cortes.

Se han identificaron también tres tipologías en las que se pueden clasificar las experimentaciones, según su aspecto físico o su posibilidad de transformación: transformables, porosas y otras.

Contando con suficiente información, el equipo procede a generar sobre cada uno de los procesos BOFF encontrados unas tablas informativas, en las cuales se relacionan los pasos de cada experimentación con las variables metodológicas que involucra cada paso (ver ejemplo en Tabla 1), de acuerdo a la influencia que tienen sobre la forma final del experimento. La importancia de estas tablas es que al tener claras las variables que

1. Entiéndase variable metodológica como todo elemento externo que influencia la forma, como tensión superficial, temperatura, vibración, influencia de sustancias, perturbación sonora, viento, luz, descargas eléctricas, gravedad, magnetismo, cargas mecánicas como tracción, compresión o torsión, y en general, reacciones químicas y físicas. Lo importante en este punto es determinar si las variables a aplicar alteran significativamente la forma, cómo la alteran y porqué la alteran

**Tabla 1.** Variables: Cambios por humedad

<b>Chapilla Madera - Cambios por humedad</b>		
<b>Descripción: Chapilla cortada en partes pequeñas, sometida a cambios de humedad.</b>		
Cortar la chapilla	Tamaño	Las piezas que se corten deberán tener el mismo tamaño para poder crear un patrón que se repita.
	Forma	Las piezas deben tener la misma forma para que el resultado sea uniforme.
	Orientación de la fibra	Dependiendo de la orientación el nivel de porosidad será diferente.
Generar un soporte base	Forma	Las piezas de chapilla deberán ubicarse sobre una estructura de doble curvatura que permita la fluidez del patrón
	Material	El material puede ser papel o cartón, que sea liviano.
Exposición a la humedad	Cambios repentinos del nivel de humedad	Cuando el cambio es muy abrupto la chapilla se hincha y se curva de manera ortogonal, en la dirección de la fibra principal.
	Cambio de forma gradual	El cambio de manera gradual forma una curva más amplia, generando una forma más abierta.
Comentarios: El material tiene la capacidad de revertir los cambios con mucha rapidez.		

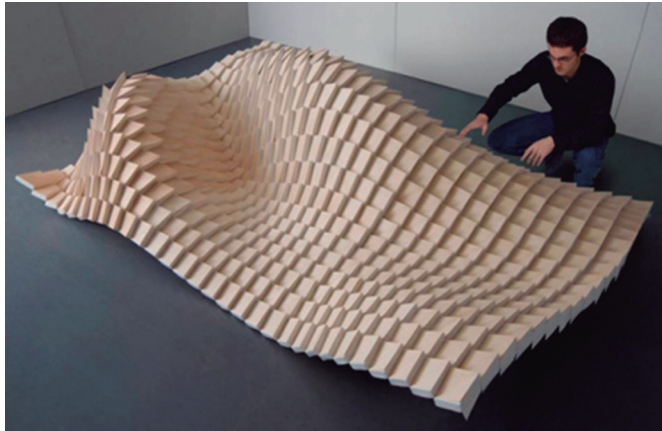


Figura 1. Estructura de superficie sensible (MENGES, A 2006, p.41)

inciden en la forma, se puede tomar la decisión sobre cuáles son los procesos BOFF que mayor influjo tendrían en los resultados esperados del proyecto. De igual manera se realiza un levantamiento sobre productos industriales en el mercado que hayan sido proyectados mediante procesos de BOFF y de productos que con formas similares a las producidas por alguna de las experimentaciones estudiadas, con el fin de ver la viabilidad aplicativa de los experimentos a funciones específicas.

Paralelo a la síntesis de información alrededor de la BOFF, se realiza una documentación sobre las FABDIG. Esta documentación está relacionada principalmente con los tipos de fabricación digital, el alcance formal de cada uno, los soportes físicos sobre los cuales trabaja y la disponibilidad local al servicio; así mismo las técnicas de digitalización de las experimentaciones (Escáner), parámetros de digitalización, restricciones, entre otras, para poder digitalizar las experimentaciones que se realizarán y producirlas.

Una vez terminada la investigación documental y la síntesis de las experimentaciones en tablas de pasos y variables, se procedió a realizar una serie de entrevistas a diseñadores y arquitectos que exploran con la forma sobre diversos soportes físicos. El fin de estas entrevistas realizadas era contar con información que soporte la selección de las experimentaciones que se escogerán para continuar el proyecto.

El paso siguiente para *Experimenta la forma*, será seleccionar las experimentaciones que se realizarán, teniendo en cuenta escoger procesos BOFF que presenten potencial significativo para el desarrollo de productos, este proceso que se realizará basado en las conclusiones de las entrevistas, en las tablas de variables y en las aplicabilidad de identificada para las diversas experimentaciones. Una vez seleccionadas, se debe realizar el diseño de detalle de las experimentaciones a realizar, esto incluye, selección de los soportes físicos, diseño y fabricación de sistemas necesarios para la realización de las pruebas, diseño de los cuadros de recolección de información, consecución de materiales e implementos necesarios.

El proceso de experimentación se realizará los próximos meses y una vez concluidas las

experimentaciones se procederá a caracterizar las variables metodológicas encontradas, vincularlas a las técnicas de fabricación digital, a partir de la digitalización, análisis y reproducción de las formas; análisis comparativo de las morfologías y sus características, patrones y variables, de las experimentaciones generadas por BOFF y su reproducción mediante FAB-DIG y por último un síntesis de los resultados encontrados.

### **III. Resultados**

Hasta el momento se cuenta con un documento que especifica y clasifica diversas formas de experimentación formal, en variados soportes físicos, un cuadro detallado por cada una de las experimentaciones con sus respectivos pasos y variables metodológicas que se pueden aplicar y una documentación alrededor de las FAB-DIG. La recopilación de información alrededor de la BOFF, toma mayor importancia luego de que como se mencionó, hace falta un compendio de información sobre el tema, ya que es poca la literatura en torno a la misma a pesar de que hay gran cantidad de diseñadores, investigadores y empresas que experimentan con la forma; por este motivo se encuentra de gran validez poder publicar la información recopilada.

Se espera para Noviembre de 2012 contar con la información suficiente para generar una metodología de diseño basada en la búsqueda objetiva de la forma física, *Guía de experimentaciones morfológicas*, pero que establezca parámetros con la fabricación digital, de modo que toda forma experimentada pueda ser reproducida serializadamente gracias a las técnicas de fabricación digital. Esta metodología se basará en el análisis exhaustivo de cada una de las variables metodológicas que influyen la forma durante el proceso experimental.

Por último se realizará a final del año una muestra en la que se exhibirán las diferentes experimentaciones realizadas.

### **Conclusiones**

La BOFF no cuenta con suficiente literatura como debería tener una metodología de búsqueda formal tan importante como es esta, de hecho hay muchos diseñadores que realizan experimentaciones formales pero no lo relacionan como procesos BOFF, lo que dificulta el levantamiento de la información.

Se espera del proceso de selección de las técnicas, que éstas presenten cualidades de transformación/mutación formal, o que sean formas complejas, muy interesantes morfológicamente, lo que permitiría que los patrones de relacionamiento de los procesos BOFF con las técnicas FABDIG sean más acertadas. La imposibilidad de esto se encuentra ante la disponibilidad local de procesos de FABDIG que permitan generar formas “impresas” que admitieran ser plegadas, transformadas, mutadas. Ante esto, se pretenden seleccionar experimentaciones que puedan ser reproducidas en los sustratos/maquinaria que se encuentra localmente. *ST*

## Referencias bibliográficas

- Alpana R. Dongre, S. Deshpande A. and Ingle R. K. (2007). *Emerging Architectonic Forms and Designed Forms*, en *Archmet-IJAR, International Journal of Architectural Research*, Vol 1 (No 3 November 2007), 55-67.
- Arbeláez Ochoa, E., & Patiño Mazo, E. (2009). *Generación y transformación de la forma*. Medellín: UPB
- Chilton, J.C., 2009. *39 etc... : Heinz Isler's infinite spectrum of newshapes for shells*, en *Evolution and Trends in Design, Analysis and Construction of Shell and Spatial Structures*, Valencia, Spain, 28 September - 2 October 2009 . Lázaro, ADC., ed. EDITORIAL DE LA UPV (Universidad Politécnica de Valencia), Valencia, España. pp. 58-59.
- Comité de Autoevaluación del Programa de Diseño Industrial de la Facultad de Diseño - UPB -. (2005). *Proyecto educativo Programa de Diseño Industrial*. Medellín: UPB
- GrupodeEstudiosenDiseño [GED]. (2010, diciembre 22). *Semillero de investigación de la línea de investigación en morfología experimental - Morfolab*. Recuperado de [http://www.upb.edu.co/portal/page?\\_pageid=1054,40561454&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.upb.edu.co/portal/page?_pageid=1054,40561454&_dad=portal&_schema=PORTAL)
- Huijben, F. y Van Herwijnen, F. (2007) "Vacuumatics; shaping space by "freezing" the geometry of structures"; en *Proceedings of Tectonics Making Meaning conference*. Eindhoven, 2007.
- Menges, A. (2008). *Responsive Surface Structures: Instrumentalising Moisture-Content Activated Dimensional Changes of Timber Components*, en *Architectural Design. Versatility and Vicissitude: Performance in Morpho-Ecological Design*, Vol 78 (No 2 Marzo/Abril 2008), pp. 39-42.
- Rodríguez, G. (1998). *Manual de diseño industrial - curso básico* (3a ed.). México DF, México: Gustavo Gili
- Stach, E. (2008). *Structural morphology and self-organisation* en *International Conference "Spanning Nanoto Mega"*, Cornell University, Ithaca. University of Tennessee: College of Architecture and Design.
- Valencia Escobar, A. H. (2006). *Forma, estructura y movimiento: Variables de diseño morfológico para objetos industriales estructurales y dinámicos*. Actas de Diseño N°1 Año I, Vol. 1, Buenos Aires, Argentina. | 265 páginas.
- Valencia Escobar, A.H. (2009, octubre). *Morfología experimental: esquema de formación en diseño industrial*. Recuperado de [http://sema2009.webfau.com.ar/Contexto\\_Didactica/ValenciaAndres/AValencia01.htm](http://sema2009.webfau.com.ar/Contexto_Didactica/ValenciaAndres/AValencia01.htm)
- Vélez, J.E. & Mejía, D.C. (2010). *Mutaciones geométricas. Herramientas para la transformación morfológica*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/49556431/Mutaciones-geometricas-Cali-diseño>
- Wendland, David. (1999). *Model-based formfinding processes: Free forms in structural and architectural design*. Universität Stuttgart, Institut für Darstellen und Gestalten. Stuttgart, Germany.

## ***Currículum vitae***

### **Natalia Trujillo Garcés**

Diseñadora Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana. Trabajó durante seis meses en la empresa Proyecto DC S.A.S como directora creativa para el diseño, producción y montaje de la Navidad Ecológica Isagen 2009 y luego por un año en la empresa Diseño Corporativo S.A.S como diseñadora industrial. Es docente investigadora auxiliar de la Facultad de Diseño Industrial desde el año 2011 en donde ha sido asistente en cursos de pregrado en los ámbitos de Fundamentos de investigación y Geometría para el Diseño I y II y ha dirigido cursos de pregrado en los ámbitos de la procesos productivos y Geometría para el Diseño I y II. Su tema de interés es la búsqueda objetiva de la forma.

### **Andrés Hernando Valencia Escobar**

Ingeniero Mecánico y Magíster en Ingeniería en el Área de Nuevos Materiales de la Universidad Pontificia Bolivariana. Aspirante a Doctorado en Ingeniería de la misma Universidad. Docente investigador asociado de la Facultad de Diseño Industrial desde el año 2000 en donde ha dirigido cursos de pregrado y posgrado en los ámbitos de la función técnica, los materiales, la investigación formativa y el diseño de bicicletas. Fue también docente de cátedra de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UPB en donde dirigió cursos de mecánica de materiales. Fue director del Grupo de Investigación de Estudios en Diseño y ha desarrollado con él, proyectos de investigación y desarrollo de productos. Sus temas de interés son la biomimética, el diseño estructural, la búsqueda objetiva de la forma, el diseño y la selección de materiales y los sistemas de transporte de tracción humana.