

# CREACIÓN DE SUPERFICIES BIOINSPIRADAS A PARTIR DE MODELOS MATEMÁTICOS

---

Parras-Burgos Dolores\*, Cavas-Martínez Francisco, Nieto-Martínez José,  
Fernández-Cañavate Francisco J. y Fernández-Pacheco Daniel G.

Departamento de Expresión Gráfica, Universidad Politécnica de Cartagena,

C/ Doctor Fleming s/n, 30202, Cartagena, España.

\*dolores.parras@upct.es

## RESUMEN

El diseñador industrial tiene un reto a la hora de darle forma a un objeto, por eso es importante que recurra a fuentes de inspiración que le ayuden a encontrar la forma más atractiva. Cada vez más, se tienen motivos simbólicos además de los funcionales para la compra de un producto, nos atraen aquellas formas que emocionan, que te hacen sentir bien o simplemente que se diferencian del resto. En la naturaleza existe un banco inagotable de ideas con una gran variedad de formas que pueden servir de inspiración en la fase creativa del proceso de diseño. Si se realiza una mirada más profunda en la naturaleza, se puede comprobar que ésta se rige también por leyes o modelos matemáticos, tal vez ésta sea la razón por la que estas formas resulten bellas y armoniosas y provoquen emociones a quien las contempla. Por todos estos motivos, en esta comunicación se presenta la forma de generar superficies inspiradas en formas de la naturaleza a partir de modelos matemáticos, superficies bioinspiradas que pueden ser transformadas posteriormente en modelos sólidos tridimensionales mediante software de diseño asistido por ordenador para el diseño de productos.

**PALABRAS CLAVE:** Funciones matemáticas, diseño asistido por ordenador, superficies, diseño de producto, biomímesis.

## 1. INTRODUCCIÓN

Cuando un diseñador industrial tiene el reto de buscar una solución formal al diseño de un producto, puede necesitar recursos o fuentes de inspiración que le ayuden a encontrar la forma más idónea, pudiendo ser la naturaleza una de estas fuentes. La naturaleza tiene una gran cantidad de formas y texturas que pueden servir como fuente de inspiración para conseguir diseños estéticamente atractivos, funcionales y emocionantes (Volstad y Boks, 2008). Lepora et al. (2013) a través de su estudio transmiten la idea de que la biomimética se está convirtiendo en un paradigma dominante para la robótica, la ciencia de los materiales y otras disciplinas tecnológicas, con un impacto social y económico sobre esta década y de cara al futuro.

El objetivo de esta comunicación es presentar la posibilidad de crear superficies inspiradas en formas de la naturaleza a partir de modelos matemáticos. Esta vía de estudio se enmarca dentro de una línea de investigación del grupo de Ingeniería Multidisciplinar y Seguridad de la Universidad Politécnica de Cartagena, más concretamente en el diseño de producto orientado al usuario y la biomimética.

## 2. METODOLOGÍA Y CONCLUSIÓN

Hay diversidad de formas que se pueden inspirar en la naturaleza utilizando modelos matemáticos. Un elemento que ofrece una gran variedad de formas atractivas puede ser el agua, que puede adquirir diversas formas según las fuerzas externas que se le apliquen.

El agua y la atmósfera son elementos de la naturaleza que se definen como fluidos. Un fluido es un medio continuo, es decir, un agregado que se mueve (se deforma) en forma continua al transcurrir un tiempo  $t$ , y forma un todo continuo en el espacio  $X = (x_1, x_2, x_3)$ . La mecánica de fluidos es un campo de la física que estudia el movimiento y la estructura de los fluidos y las fuerzas que los provocan. Las matemáticas son el lenguaje que se utiliza para describir estos fenómenos. De la mano de los matemáticos, Augustin Louis Cauchy, Claude-Louis Navier y Gabriel Stokes, se perfeccionó la fórmula de Euler para conseguir las simulaciones de fluidos más realistas, incluyendo los efectos de la viscosidad y obteniendo las ecuaciones de Navier- Stokes (Vázquez, 2004). Cuando se impone la incompresibilidad y se supone  $\rho = 1$ , el sistema de Navier- Stokes, toma la forma:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u = -\nabla p + \nu \Delta u + f_e(x, t)$$
$$\nabla \cdot u = 0$$

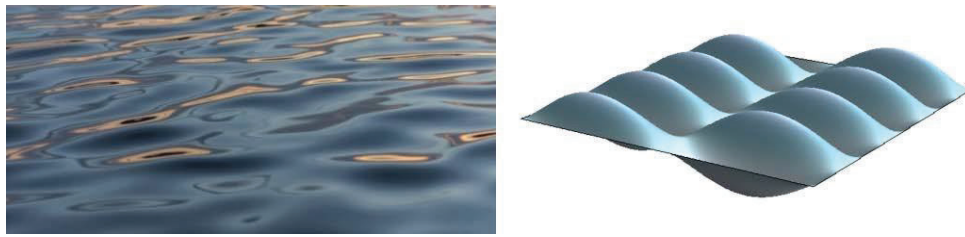


Figura 1. Imagen agua (izquierda, fuente: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)) y modelo generado con el programa Mathematica (derecha).

El modelo que se muestra en la figura 1 se ha inspirado en el movimiento sinuoso del agua y con el programa Mathematica se ha generado la superficie a partir de la ecuación descrita.

Una vez se obtienen las superficies con las funciones matemáticas más adecuadas, desde Mathematica se pueden exportar a formatos como DXF o STL. Dentro de los programas de diseño asistido por ordenador se siguen una serie de pasos para transformar esas superficies en un modelo sólido fácilmente modelizable (Fig. 2), que sirva como base para el diseño y modelado de cualquier tipo de producto. El software de modelado utilizado para este estudio ha sido SolidWorks, programa muy versátil y ampliamente utilizado en el ámbito académico y empresarial.



Figura 2. Comparativa entre las superficies generadas y el modelo sólido obtenido.



Figura 3. Diseño de un producto con el modelo sólido obtenido.

El modelo sólido obtenido con SolidWorks se puede utilizar de base para el diseño de cualquier producto, como por ejemplo una valla móvil de protección (Fig. 3). Esta valla está formada por una estructura soporte y un panel que se engancha que se puede intercambiar con otros de

diferentes diseños según las preferencias del entorno. De esta forma, se consigue una imagen renovada y llamativa de un producto cotidiano.

En esta comunicación se muestra un nuevo proceso de obtención de superficies que se puede aplicar al diseño de una gran variedad de objetos dentro del campo de la ingeniería, ofreciendo formas y texturas diferentes e innovadoras.

### **3. REFERENCIAS**

Lepora, N.F., Verschure, P., & Prescott, T.J. (2013). The state of the art in biomimetics. *Bioinspir. Biomim.*, 8, 11.

Vázquez, J.L. (2004). La ecuación de Navier-Stokes. Un reto físico-matemático para el siglo XXI. *Monografías de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza*, 31-56.

Volstad, N.L., & Boks, C. (2008). Biomimicry—a useful tool for the industrial designer? En *DS 50: Proceedings of NordDesign 2008 Conference, Tallinn, Estonia*.

### **4. RESULTADOS DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Al tratarse de una nueva línea de investigación solamente han sido dirigidos varios TFGs de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la UPCT de los cuales ha sido presentada la comunicación denominada “Recursos formales en la naturaleza como fuente de inspiración en Diseño de Producto” AJICT 2016.

### **5. EQUIPO INVESTIGADOR**

**Nombre:** Dolores Parras Burgos, Francisco Cavas Martínez  
**Categoría:** Profesores a Tiempo Completo

**Nombre:** José Nieto Martínez  
**Categoría:** Titular de Universidad, IP grupo Investigador

**Nombre:** Francisco J. Fernández Cañavate  
**Categoría:** Titular de Universidad, Director Departamento de Expresión Gráfica

**Nombre:** Daniel García Fernández-Pacheco  
**Categoría:** Profesor Contratado Doctor

**Centro:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial  
**Departamento:** Expresión Gráfica



# CREACIÓN DE SUPERFICIES BIOINSPIRADAS A PARTIR DE MODELOS MATEMÁTICOS

Parras-Burgos Dolores, Cavas-Martínez Francisco, Nieto-Martínez José,  
Fernández-Cañavate Francisco J. y Fernández-Pacheco Daniel G.  
Departamento de Expresión Gráfica, Universidad Politécnica de Cartagena

La naturaleza como fuente de  
inspiración en el diseño de productos

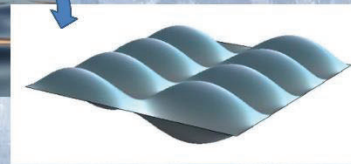
## Biomimética

Cuando un diseñador industrial tiene el reto de buscar una solución formal al diseño de un producto necesita de recursos para encontrar la forma más idónea. La naturaleza tiene una gran cantidad de formas y texturas que pueden servir como fuente de inspiración para conseguir diseños estéticamente atractivos, funcionales y emocionantes (Volstad y Boks, 2008)



Movimiento sinuoso del agua

Modelo generado con el  
programa Mathematica



## Generación de superficies

El agua, como elemento de la naturaleza, es un fluido que se puede emular mediante ecuaciones matemáticas

Ecuaciones de Navier-Stokes:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u = -\nabla p + \nu \Delta u + f_e(x, t)$$

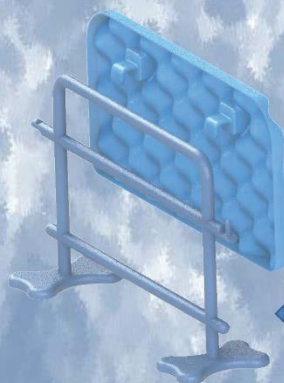
$$\nabla \cdot u = 0$$

## Transformaciones



Una vez se han obtenido las superficies a partir de las funciones matemáticas más adecuadas se pueden exportar a formatos como DXF o STL. Con programas de diseño asistido por ordenador se pueden realizar una serie de transformaciones para obtener un modelo fácilmente modelizable, que sirva como base para el diseño y modelado de cualquier tipo de producto.

## Ejemplo de aplicación



Panel intercambiable con diferentes diseños según el entorno

Estructura soporte



VALLA MÓVIL DE PROTECCIÓN  
Diseño renovado e innovador de un producto cotidiano