

**TALLER DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE DISEÑO INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

**MORFOLOGIA TRIDIMENSIONAL  
CONCEPTOS INSTRUMENTALES  
MODELADO EN SISTEMAS CAD**

**GENERAL**

Se entiende que los conceptos que se desarrollan a continuación son conocidos por el alumno de 5to. año. De hecho, se trata de morfología tridimensional clásica reconsiderada desde el modo operativo de los sistemas CAD de graficación digital. Estas notas no son extensivas, en tanto no barren sistemáticamente todos los ejemplos posibles de conformación espacial. Sin embargo exponen un marco analítico adecuado para ordenar tanto la comprensión de formas existentes como la generación de nuevas. Se propone al alumno desarrollar su propia ejercitación tanto de análisis como de creación.

Existen tres modos básicos de generación conceptual de formas tridimensionales: el booleano, el generativo y el de modelado. La existencia de modos diferentes no significa que deban aplicarse excluyentemente. Toda forma puede surgir tanto de la aplicación de uno sólo de ellos como de su combinatoria.

Desde el punto de vista del resultado estético, el valor de esta comprensión radica en la posibilidad de generar formas ordenadamente. Este orden es una buena manera de asegurar algún grado de legibilidad en la forma a crear. Sin embargo, esto no asegura la calidad estética final. Existen otros atributos de la forma, como sus proporciones, ritmo, pregnancia, etc. Estos están más ligados al talento, la experiencia y sensibilidad del diseñador, que al orden metodológico aplicado. Por otra parte, la lista de atributos mencionados son los puramente visuales. Están además los atributos expresivos, más alejados aún de todo control metodológico. Para una mejor comprensión de estos temas se aconseja la lectura del capítulo 4 del apunte "Fenomenología del Producto Industrial", editado por este Taller.

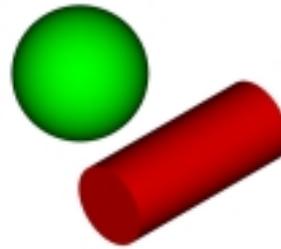
**1.1.  
METODO BOOLEANO**

Deriva conceptualmente del álgebra booleana (Teoría de Conjuntos). Dados los cuerpos "Primitivos":

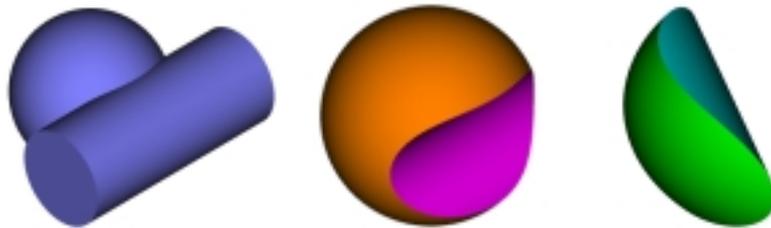
- De superficies planas.
  - Prismas ortogonales (base poligonal - caras normales a la base -cubo como caso especial-).
  - Prismas no ortogonales (base poligonal - caras no normales a la base: pirámides, mastabas, etc.).
  - Poliedros regulares: icosaedro, dodecaedro, etc.
- De superficies no planas.
  - Esfera.
  - Cilindro.
  - Cono.
  - Toro.
  - O sectores de los mismos.

Se pueden generar nuevos cuerpos tridimensionales mediante la aplicación entre dos o más de ellos, de operaciones de adición, sustracción y/o intersección.

Ejemplo: dados una esfera y un cilindro...



Pueden obtenerse nuevas formas por...



Adición, sustracción o intersección.

Operando con más de dos cuerpos primitivos pueden obtenerse nuevas formas infinitamente más complejas. Ejemplo: dados los cuerpos A, B y C.

Nueva forma X es = a la sustracción a B de la intersección entre A y C.

Nueva forma Y es = a la adición entre A y B intersectada con C, etc.

Se propone a los alumnos a experimentar estas posibilidades utilizando poliedros u otros cuerpos de caras no planas.

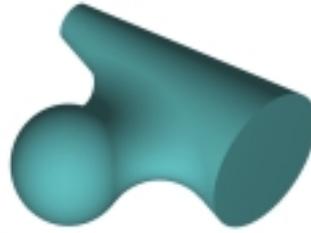
En un sistema CAD existen herramientas directas para obtener operaciones booleanas simples. En caso de hipótesis más complejas se opera a través de operaciones de corte entre superficies (simple o mutuo), borrando luego los sectores que no pertenecerán a la nueva forma.

La operación booleana puede ser realizada con algún tipo de condición para nuevas aristas que se generan. La más frecuente es la transición basada en superficies tangentes.



Ejemplo: Adición entre una esfera y un cilindro con condición de transición tangente a las superficies iniciales.

El concepto de transición permite concebir adiciones booleanas entre cuerpos que no se intersecten.



Ejemplo: transición tangente entre una esfera y un cono no intersectados espacialmente entre sí.

En un sistema CAD las herramientas para producir estas transiciones son las que producen "fillets". Pueden ser de radio constante o variable. En algunos de los sistemas más sofisticados pueden producirse fillets de radios alternantes, superficies de transición "aserradas", etc.

Un caso especial de operación booleana es redondeo de las aristas de un cuerpo. Se invita al alumno a analizar el caso de un cubo de aristas redondeadas como operación booleana entre un cubo y una cantidad a determinar de superficies cilíndricas y esféricas.

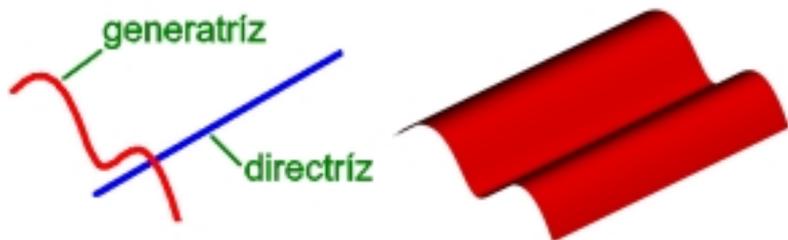
Por cierto que este ejercicio tiene únicamente sentido didáctico en la operación CAD, una operación de redondeo de aristas no es planteada como operación booleana sino simplemente como aplicación de la herramienta de fileteado.

## 1.2. METODO GENERATIVO

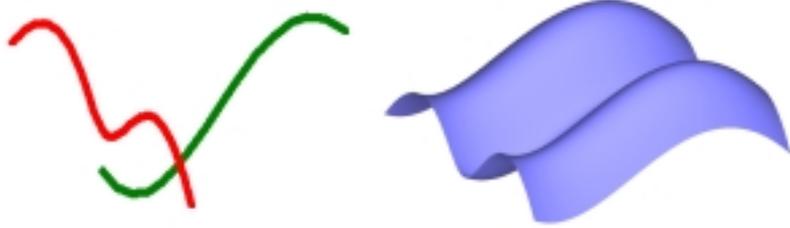
Consiste en entender una forma como resultado de operaciones entre líneas.

Estas líneas pueden ser "generatrices" o "directrices" de la superficie de la forma. Las operaciones implican alguna clase de movimiento, "traslación", "rotación", combinaciones de movimientos, etc. La idea de movimiento es arbitraria, y sólo debe ser considerada como un recurso explicativo.

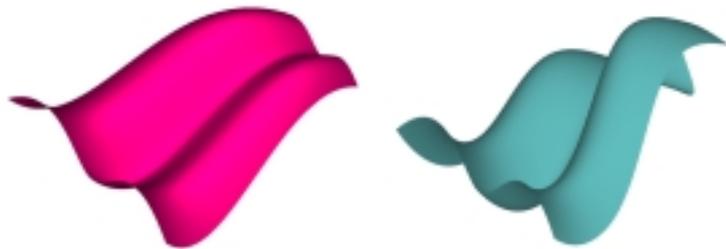
Dadas una línea generatriz y otra directriz y, aplicando una operación de traslación simple de la generatriz a lo largo de la directriz, se obtiene la forma que se observa a la derecha. En este caso la herramienta de CAD puede ser una extrusión lineal (linear sweep).



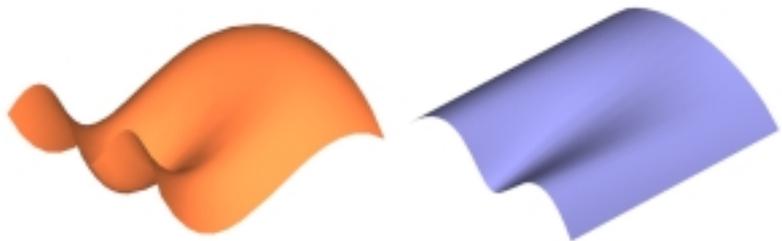
Ahora bien, la directriz puede ser una línea curva. En este caso el resultado es el siguiente. En este caso la herramienta de CAD puede ser una extrusión a lo largo de un path. La generatriz puede mantenerse paralela a sí misma o perpendicular a la generatriz.



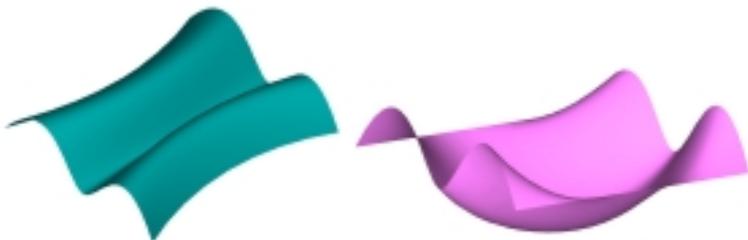
Puede ser el mismo juego de generatriz y directriz pero con una condición, por ejemplo: que la generatriz se reduzca a la mitad. O que gire sobre sí misma en un ángulo determinado. En el primer caso puede aplicarse un Coons. En el segundo, un Coons o un Twist Surface.



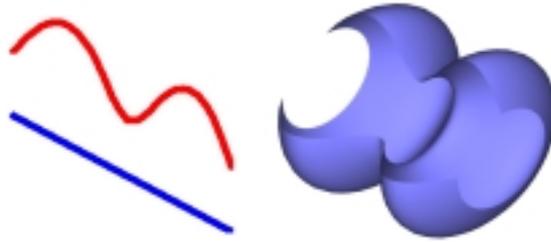
Puede haber una generatriz inicial y otra final diferente. La generatriz puede ser curva o recta. El primer caso puede resolverse con una superficie Coons. El segundo, con una superficie reglada (Ruled Surface).



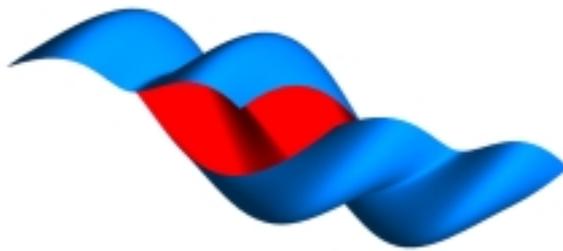
Puede haber una condición para la forma de los bordes. Puede haber una o varias generatrices intermedias. Con condición de borde, ó no. El primer caso puede obtenerse mediante una superficie Coons. El segundo mediante una superficie Loft. Si hay generatrices intermedias y condición de borde, la herramienta a utilizar es la superficie Rail.



Una directriz recta puede ser considerada como el eje de rotación de la generatriz. La rotación puede ser total (360 grados) o parcial. En este caso, la herramienta de CAD que se utiliza es el Rotational Sweep.



Pueden combinarse las operaciones de traslación y rotación obteniéndose así una transformación helicoidal. Para esto es necesario hacer primero una helicoidal de la generatriz y luego aplicar una superficie Loft.



Y así sucesivamente todas las combinaciones de geometría de generatrices y directrices, de operaciones y de condiciones son posibles. Definitivamente no hay ningún tipo de límites. Diferentes superficies obtenidas generativamente pueden combinarse entre sí o con cuerpos primitivos según el método booleano.

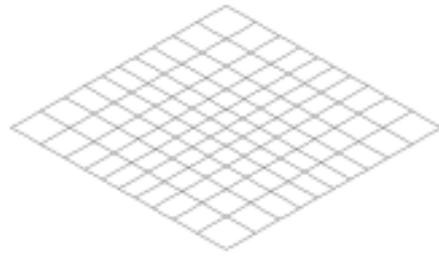
### 1.3. MODELADO

Este método puede asimilarse a lo que hace el escultor cuando parte de una masa plástica sin forma precisa y, directamente con sus manos, o con alguna clase de herramienta, le imprime una forma determinada.

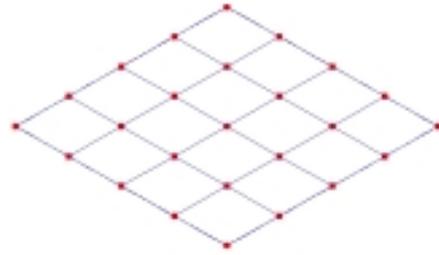
Todos los cuerpos y superficies generados en un entorno CAD tienen lo que se denominan Puntos de Control. Modificando los atributos de estos puntos se puede modelar el cuerpo o la superficie. Estos atributos son su posición espacial, la fuerza que ejercen (Weight) y la tensión entre ellos (Knot Vector).

Sobre la posición puede operarse intuitiva o paramétricamente. Sobre los restantes atributos sólo puede operarse en base a la modificación de sus valores numéricos.

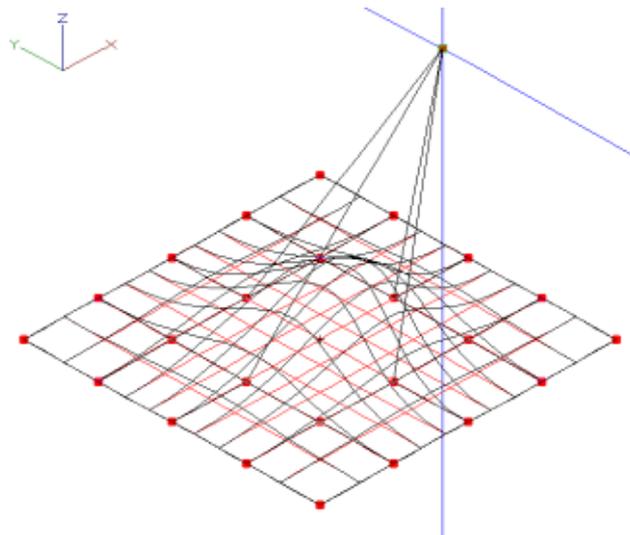
La analogía de este método con el modelado de arcilla, ha determinado que se lo conozca como "Electronic Clay" (arcilla electrónica).



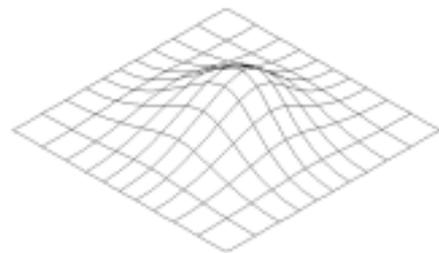
Superficie plana inicial.



Matriz de puntos de control de la superficie anterior.



Operación intuitiva de cambio de posición de uno de los puntos de control.



Superficie modelada.