

# LÍNEAS ESPACIALES, DETERMINACIÓN Y PRODUCCIÓN

Patricia Muñoz, Juan López Coronel, Martín Helmer, Darío Bessega, Cristóbal Papendieck, Martín Ries Centeno, Analía Sequeira

Colaboradores: Victoria Ovin, Facundo Miri y Ariel Roldán

Laboratorio de Morfología, SI, FADU, Universidad de Buenos Aires, ARGENTINA

## **Resumen:**

*Este trabajo surge de una investigación cuyo objetivo es el estudio de las líneas espaciales. Estas formas constituyen un atractivo e interesante campo de la morfología que, hasta el momento, no ha sido estudiado con profundidad. También es un área temática relevante en Diseño Industrial, en especial desde la incorporación de los sistemas de fabricación informatizados. El conocimiento desarrollado nos ha permitido detectar sus elementos de control, que facilitan su manipulación intencional durante el proceso de diseño. Su valor como entidades se potencia con sus posibilidades de transformación regulada, como así también de su capacidad morfogenerativa de superficies espaciales.*

**Palabras clave:** *líneas espaciales, intersecciones, diseño, morfología, CAD*

## **1. INTRODUCCIÓN**

Este trabajo surge de un proyecto de investigación cuyo objetivo es el estudio de las líneas espaciales. Estas formas constituyen un atractivo e interesante campo de la morfología que, hasta el momento, no ha sido estudiado con profundidad. Este es un área temática relevante a la práctica proyectual, especialmente en Diseño Industrial, ya que frecuentemente se encuentran estas líneas en sus productos, sobre todo desde la aparición de los sistemas de fabricación informatizados.

Pueden presentarse de dos modos bien diferenciados. En uno de ellos las líneas se muestran materializadas, concretadas - como en el sistema de oficina A3 diseñado por el estudio Asymptote, o en el sillón BKF, o en los ahora clásicos asientos de Breuer en caño curvado. En el otro, se las distingue de un modo más sutil, como unión de dos superficies (por ejemplo en los faros de los automóviles), o como estructuración de una superficie (como en el asiento Ripple, diseñado por Ron Arad).

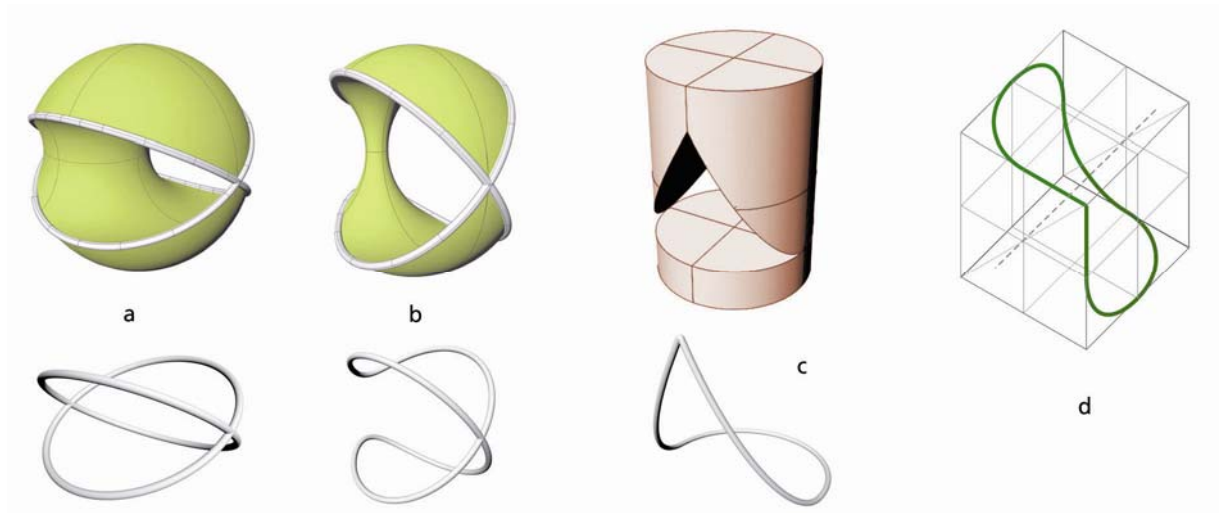
La laboriosidad de su representación y las dificultades para incorporarlas a la producción del hábitat promovieron su escaso desarrollo conceptual. Sin embargo, en la actualidad contamos con medios digitales adecuados – para su visualización, análisis y producción – y con un extenso conocimiento morfológico de superficies espaciales que hacen viable su estudio riguroso.

Entendemos que la generación de formas para productos no debe ser caprichosa u aleatoria, ya que consideramos que la forma es el lugar de síntesis de factores funcionales, tecnológicos y comunicacionales. Desarrollar la forma de un producto requiere de algo más que de un momento de inspiración, demanda un saber que permita su manejo intencional. Por esto es de

particular importancia el control de la forma en este tipo de figuras, para que pueda incorporarse al proyecto.

Con este propósito se ha trabajado en la detección de familias de líneas espaciales, explorando sus posibilidades de determinación ajustada desde la geometría. Durante esta etapa exploratoria se identificaron tres grupos diferenciados:

1. Aquellas líneas espaciales generadas por intersección entre superficies espaciales.
2. Las que surgen de la selección y combinación de secciones de superficies espaciales con prismas.
3. Las que se generan trabajando con el empalme continuo de curvas planas sobre las caras de prismas y poliedros.



*Figura 1. Los tres tipos de líneas espaciales que se detectaron.*

## 2. TIPOS DE LÍNEAS ESPACIALES

### Líneas como intersección de superficies espaciales

Son aquellas que se obtienen como intersección de superficies espaciales. En determinadas situaciones espaciales pueden encontrarse curvas planas. Por ejemplo, en la Figura 1.a. puede verse la intersección de una esfera y un toro, en que la esfera es tangente al toro en las circunferencias horizontales máximas y mínimas, que produce como intersección dos círculos de Villarceau cruzados. Desplazando una de las figuras la intersección produce líneas espaciales (Figura 1.b).

### **Líneas por selección y combinación de secciones de superficies espaciales con prismas o diedros**

Podemos construir también líneas espaciales, conformadas por sectores de secciones planas en superficies espaciales. Por ejemplo, en la Figura 1.c. se muestra una línea espacial conformada por sectores de la intersección de un prisma triangular y un cilindro. A diferencia de las líneas anteriormente descritas presentan mayores discontinuidades en su curvatura que las que se obtienen por intersección entre superficies espaciales. Tienen continuidad de tangencia (G1). Esta característica de descomposición tiene un aspecto positivo ya que facilita su manipulación, trabajando con los planos que inscriben cada sector.

### **Líneas por empalme continuo de curvas planas sobre las caras de prismas y poliedros**

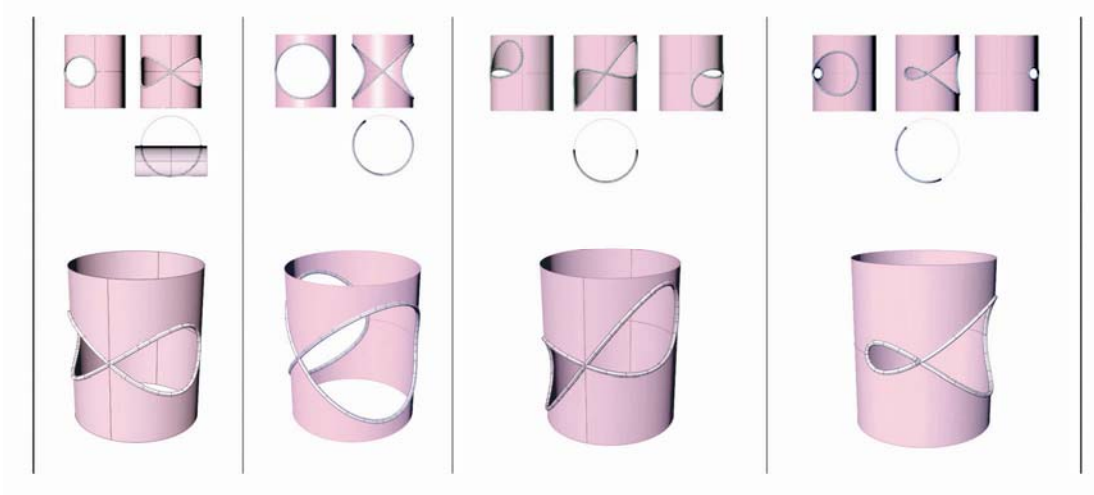
En estos casos se puede trabajar con empalmes de circunferencias y elipses sobre las aristas, como puede verse en la Figura 1d. Presentan continuidad de tangencia (G1) sobre la arista en la que se encuentra el empalme.

## **3. TRANSFORMACIONES**

Considerando sus atributos entitativos se produjeron algunas series de transformación, verificando los límites de su reconocimiento. Con respecto al primer grupo - líneas espaciales como intersección de superficies espaciales - se modificaron los operadores originales, tanto en sus características como en su posición con respecto a la forma de base.

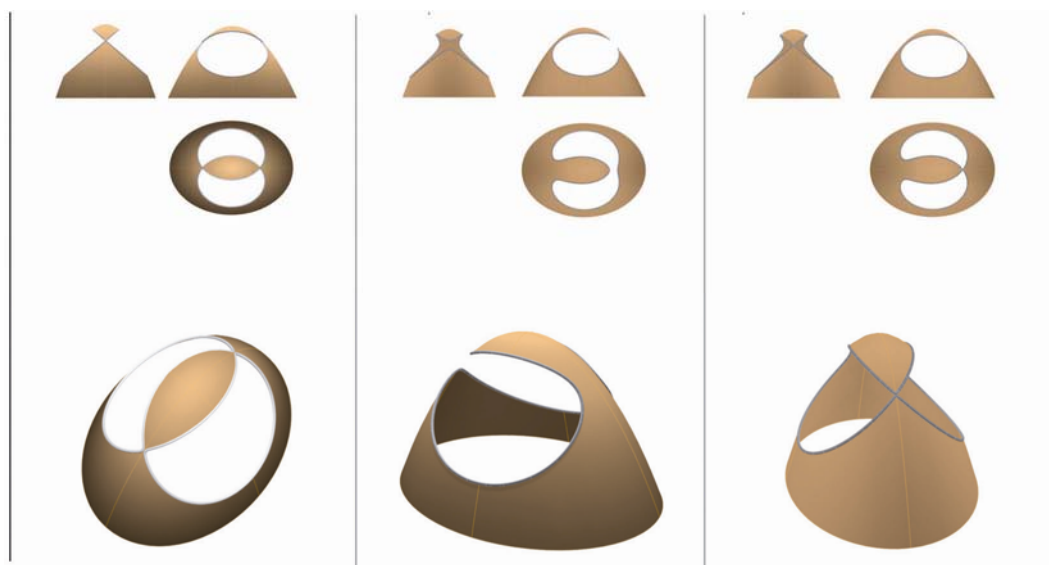
La búsqueda de cambios en los rasgos distintivos de las formas en la intersección, proporcionó también una nueva lectura de las formas tradicionales de la geometría desde un criterio organizativo diferente, que permite entenderlas como instancias particulares de transformaciones continuas.

Por ejemplo, en la Figura 2, se puede modificar la isometría de una curva bicilíndrica transformando la ubicación de uno de los cilindros, o incrementando su diámetro, o transformándolo en un cono. En este último caso, a menor pendiente de la generatriz, mayor será la transformación de la línea espacial.



*Figura 2. Transformaciones de la curva de intersección de dos cilindros de distinto diámetro, tangentes en un punto.*

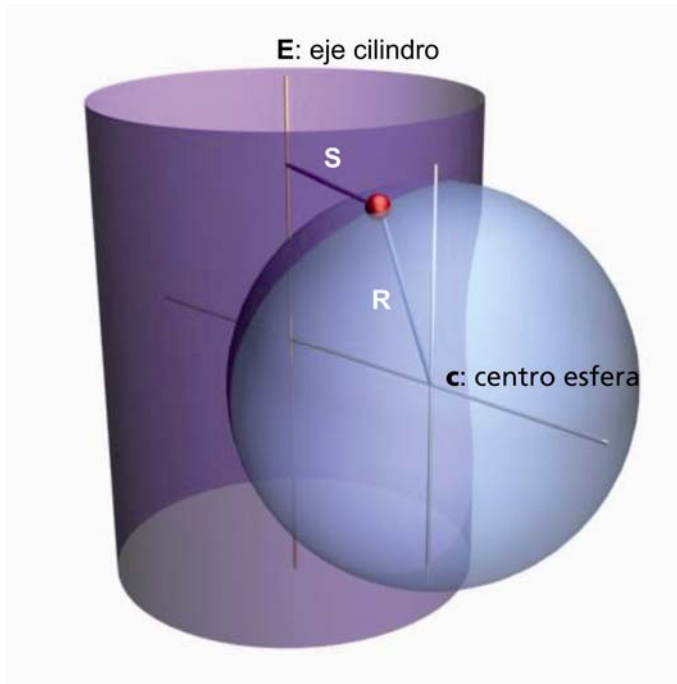
A su vez, las relaciones espaciales entre las figuras permitieron construir secuencias continuas de curvas, al tener mayor o menor área de contacto entre ellas o por desplazarse los alineamientos de los ejes de los operandos. Por ejemplo, la serie entre la esfera y el paraboloides elíptico de la Figura 3.



*Figura 3. Serie de transformaciones de la línea de intersección entre un paraboloides elíptico y una esfera.*

Así verificamos la *incidencia directa* tanto de las relaciones espaciales como de las transformaciones de las figuras que determinan la línea espacial. Esto facilita el control de los cambios, e introduce la posibilidad de operar intencionalmente con las formas.

Otro factor relevante de la relación entre las líneas y las figuras que las determinan es que nos permite ensayar una definición tentativa de las mismas a partir de las características de las figuras involucradas.



Por ejemplo la línea de la Figura 4, es cilíndrica y esférica. Podríamos definir esta línea espacial de intersección como el conjunto de puntos que cumplen tres condiciones:

1. tener una distancia constante (R) a un punto (centro de la esfera)
2. tener una distancia invariante (S) a una línea (eje del cilindro)
3. tener un alejamiento del punto a la recta mayor que 0 y menor a  $R+S$ .

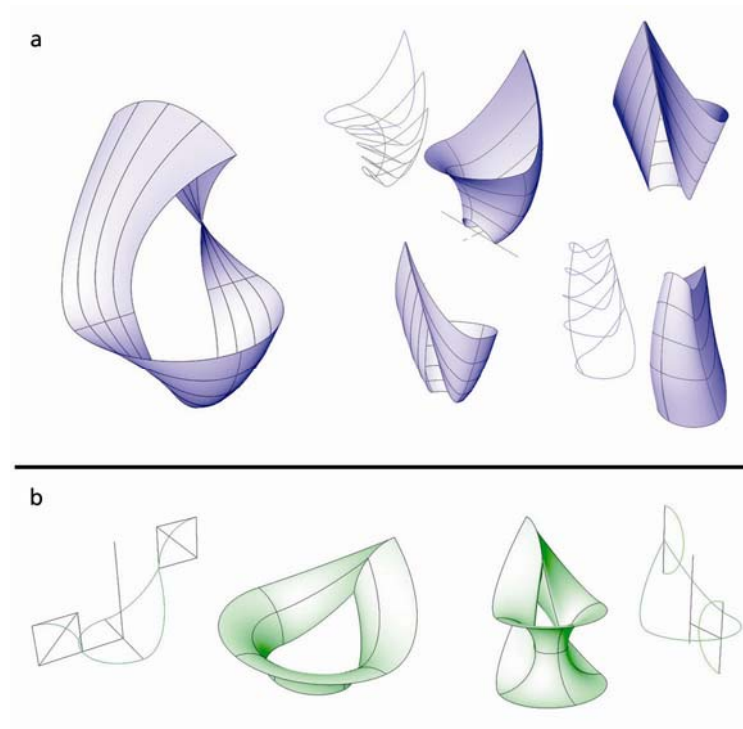
*Figura 4. Determinación de la línea de intersección entre una esfera y un cilindro por los atributos de estas formas.*

En el segundo grupo se aplicaron también las transformaciones previamente descritas, pero también se realizaron lecturas alternativas de las líneas emergentes cuando éstas presentan entidades de doble tangencia, trabajando sobre el eje semántico continuidad / fragmentación. Esta multiplicidad de interpretaciones desde una misma configuración cobra especial relevancia en la etapa siguiente de generación de superficies.

En el tercer grupo las transformaciones están determinadas fundamentalmente por la estructura poliédrica que, al modificarse, afecta la construcción de la línea. Esta puede también alterar su simetría, desplazando sus puntos de anclaje dentro de la estructura.

#### 4. GENERACIÓN DE SUPERFICIES ESPACIALES

Para trabajar con líneas espaciales en la generación de superficies detectamos cuatro estrategias diferentes. Los diferentes productos de estas operaciones pueden verse en las Figuras 5, 6 y 7.



*Figura 5. Superficies diseñadas empleando la misma línea espacial como generatriz (a) y como directriz (b)*

##### **Líneas espaciales como generatrices**

Las líneas definen la superficie por la aplicación de un movimiento regulado, con la posibilidad de transformarse en el recorrido. Por lo general requieren tener en cuenta dos factores para evitar los atravesamientos: la distancia entre generatrices y los cambios en la escala de las mismas. (Figura 5.a.)

##### **Líneas espaciales como directrices**

Las líneas espaciales definen el recorrido de las líneas generatrices. Las principales variaciones fueron referidas a la forma de la generatriz. Como estrategia se trabajó en una primera instancia con segmentos de rectas, que luego se reemplazaron por curvas o fueron tomados como ejes de otras generatrices. (Figura 5.b.)

##### **Líneas espaciales como borde de superficies compuestas.**

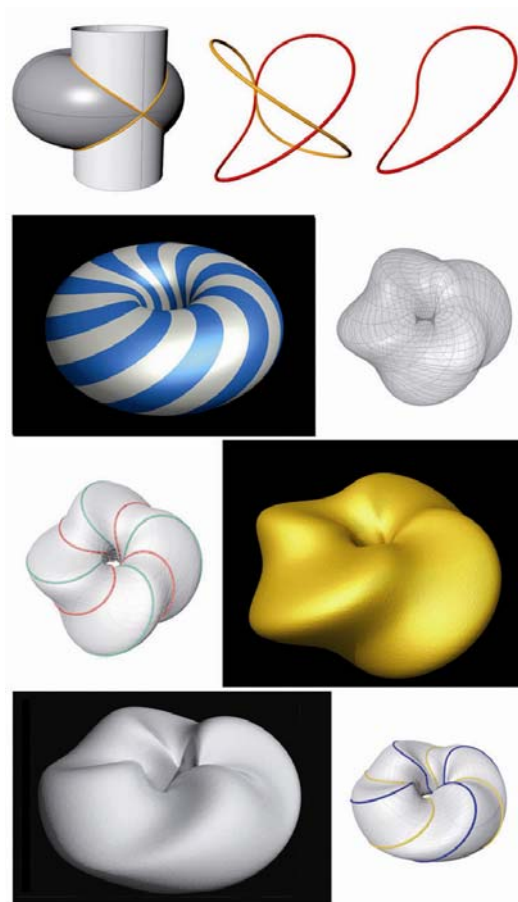
El empleo de estas líneas para generar nuevas formas a partir de formas conocidas permitió trabajar figuras perceptualmente complejas pero de gran simplicidad. También, empleando

superficies de unión (fillets y blends), pudimos regular la integración relativa del límite entre las distintas superficies que configuran la nueva forma. En la Figura 6, se ven tres modelos tridimensionales a partir de la intersección de una esfera y dos conoides, con dos transformaciones posteriores.



*Figura 6. Maquetas de trabajos de los alumnos Irazoqui, Cuello y Bollana, emergentes de la intersección de una esfera con dos conoides y sus transformaciones.*

### **Líneas espaciales como elementos de deformación**



Las líneas espaciales pueden emplearse también como elemento de deformación de la superficie que generaron, definiendo discontinuidades sorprendentes.

Un ejemplo de esta posibilidad puede verse en la Figura 7. Se generó una superficie espacial por rotación de un sector de una curva de Archytas. Posteriormente se deformó la malla por el cambio de escala regido por cuatro de estas líneas. En una instancia posterior se escalaron de un modo no homogéneo.

*Figura 7. Línea de Archytas, determinación de un sector como línea generatriz. Generación de la superficie y su deformación homogénea y no homogénea.*

## 5. CONCLUSIONES

Roberto Doberti (1989:12) se refiere “a la maravillosa *pluralidad significativa* de las superficies que contienen y ocultan todos sus sistemas generativos. (...) que son *explicación* de las líneas que las surcan y *resultado* de la organización espacial de los múltiples sistemas lineales que las construyen”. En este trabajo hemos considerado otras líneas potencialmente disponibles en las superficies, pero que requerían la interacción con superficies distintas para hacerlas evidentes. Pudimos construir secuencias de transformación, que permitieron leer a las superficies involucradas con otra mirada, develando otros atributos. Así estas líneas no sólo hacen posible la generación de nuevas formas sino que también descubrir posibilidades inesperadas en superficies tan conocidas como la esfera.

En cuanto a la incorporación estas formas al proceso de diseño, el conocimiento desarrollado en esta investigación sobre líneas espaciales nos ha permitido detectar sus elementos de control, que facilitan su manipulación intencional. Su valor como entidades se potencia con sus posibilidades de transformación regulada, como así también de su capacidad morfogenerativa de superficies espaciales y de volúmenes de caras curvas.

Los instrumentos digitales han jugado un rol muy importante en esta indagación. Acordamos con David Perkins [1997:150] cuando plantea: “Con harta frecuencia, las tecnologías se presentan como una especie de arenero cognitivo, y lo que proponen es construir lo que se pueda dentro de él.” Pensamos que así no se potencian ni aprovechan sus posibilidades. Uno de los sentidos más relevantes de la incorporación de los medios informáticos al proyecto es su carácter instrumental para la investigación de formas complejas, tanto desde el análisis como desde la producción. En este marco el hacer, mediado tecnológicamente, supera la mera actuación para convertirse en metodología de indagación y análisis sobre la forma.

Los conocimientos previos sobre esta tipología, potenciados y ampliados por las indagaciones realizadas con un fuerte apoyo digital, nos han permitido iniciar una transferencia de este campo temático al grado. Los tres cursos de Morfología de la Cátedra Muñoz, en la carrera de Diseño Industrial, de la FADU, Universidad de Buenos Aires, Argentina, abordarán esta temática – desde los contenidos correspondientes a cada curso - durante el primer cuatrimestre de este año.

Estas formas presentan un desafío, no sólo por su complejidad entitativa, sino por ser configuraciones compuestas. Son el borde común de figuras distintas que, como todo límite, es marca de separación pero también de vinculación. Estas líneas nos enfrentan con formas que no encajan en clasificaciones únicas y cuestionan algunos conceptos que pensábamos que



ya estaban establecidos, pero vale la pena abordarlas ya que su conocimiento abre nuevas y atractivas posibilidades proyectuales.

**Referencia:**

Doberti, R. (1989) Morfología de Superficies, en Instituto Tecnológico de Costa Rica (Eds) *Revista Módulo No. 26*, Costa Rica, p.12 - 23.

Perkins, D. (1992 [1997]) *Smart Schools. From training memories to educating minds*. New York: The free press. Versión en castellano: *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*, traducción de Gabriela Ventureira, España, Gedisa.