

### Unsettled accounts of CAD systems with the creation of curve forms in design

In the modelling process of curve shapes, some conic lines have been privileged to the point that they have become tools in CAD systems: circumferences and ellipses. Others have been ignored to the point of being excluded: parabolas and hyperbolas.

Important reasons make this rescue convenient. One of those is that these curves are frequently used in design because of their distinct identification. In theory, modern "splines" and "nurbs" cover the whole range of whatever a designer might want to draw (as far as curve shapes are concerned). However, its structuring capacity cannot be compared to that of conic lines. To have all the conceivable curves and to lack the possibility of organizing them, restricts its morphological potentialities.

There is a set of notable curves, among others lemniscates, spirals and Cassinian ovals, that keep waiting for new technologies to give them the possibility of existence. Though these lines have a high aesthetic and graphic value, they are not frequently included in projects. This is not because they are unsuitable, but because there are not simple possibilities of drawing them. We expect graphic computing will fill this empty place, so that these shapes become part of our habitat.

### As contas pendentes do CAD com a geração de formas curvas para desenho

Na modelação de formas curvas, algumas linhas cônicas têm sido privilegiadas ao ponto de serem incorporadas como ferramentas dos sistemas: as circunferências e as elipses; outras têm sido menosprezadas ao ponto de serem excluídas: as parábolas e as hipérbolas.

Existem razões importantes que justificam seu emprego, entre outras por serem utilizadas freqüentemente em desenho, já que têm uma clara identificação. Teoricamente as modernas "splines" e "nurbs" cobririam o espectro de tudo o que um desenhista pode querer em termos de formas curvas. Apesar disso sua capacidade estruturante não se compara a das cônicas. Possuir todas as curvas possíveis e não poder caracterizá-las inibe sua capacidade morfogenerativa. Ainda assim existe uma série de curvas notáveis, entre outras as lemniscatas, as hélices e os óvalos de Cassini, que esperam sua vez para que as novas tecnologias lhes concedam qualidade de existência. Mesmo que estas curvas possuam alta qualidade estética e gráfica, não são incorporadas freqüentemente ao projeto, não por serem impróprias, mas por não existir traçados simples para construí-las. Esperamos que este espaço seja ocupado pela computação gráfica para que estas formas se incorporem ao nosso habitat.

## Las cuentas pendientes del CAD con la generación de formas curvas para diseño.

**Patricia Muñoz**

Facultad de Arquitectura. Diseño Industrial  
Universidad de Nacional Buenos Aires. Argentina  
pamun@teletel.com.ar

**Juan López Coronel**

Universidad Nacional de Córdoba. Argentina  
dable@infomatic.com.ar

**Mónica Da Silva. Esteban Louzán. Agustina Torroja**  
Colaboradores

En la modelización de formas curvas, algunas líneas cónicas han sido privilegiadas a tal punto que se las incorpora como herramientas de los sistemas: las circunferencias y las elipses. Otras han sido menospreciadas a tal punto que han sido excluidas: las parábolas y las hipérbolas.

Existen importantes razones que justifican su rescate. Entre otras que estas curvas se emplean frecuentemente en diseño ya que tienen una clara identificación. Teóricamente las modernas "splines", y "nurbs" cubrirían el espectro de todo lo que un diseñador puede querer dibujar en términos de formas curvas. Sin embargo su capacidad estructurante no es comparable con la de las cónicas. Tener todas las curvas posibles y no tener posibilidad de caracterizarlas inhibe su capacidad morfogenerativa.

Asimismo hay una serie de curvas notables, entre otras las lemniscatas, las hélices y los óvalos de Cassini, que esperan su turno para que las nuevas tecnologías les concedan cualidad de existencia. Aunque estas curvas tienen una alta calidad estética y gráfica no se incorporan frecuentemente al proyecto; no porque sean inapropiadas, sino porque no existen trazados simples para construir las. Este es un lugar que esperamos que la computación gráfica ocupe para que estas formas se incorporen a nuestro hábitat.

## Introducción

Durante siglos las circunferencias fueron suficientes para explicar el mundo, realizando abstracciones sobre el mundo visible en el dibujo de las hojas y las flores hasta las invisibles, presuntas y erradas órbitas de los planetas. También fueron suficientes para construir, empleando la rueda, el torno y todas las máquinas que emplean la rotación.

El universo de las curvas cónicas se estudió en Grecia desde Menaechmus<sup>1</sup>, a partir del siglo III A.C., pero quedó encriptado en un saber puramente geométrico. La astronomía incorporó con Kepler<sup>2</sup> el concepto de órbita elíptica y la física con Galileo<sup>3</sup> la trayectoria parabólica de los proyectiles. Sin embargo su aplicación no se extendió mayormente a los objetos cotidianos.

Creemos que se están desaprovechando siglos de conocimiento que además, si no se incorporan, tenderán a quedar progresivamente en el olvido.

Nuestra hipótesis sostiene que estas curvas no se emplean tan frecuentemente en diseño como la circunferencia, no porque sean inapropiadas, sino porque no están dados los instrumentos para su rápida y ajustada construcción gráfica. Existen antiguos trazados para cada una de ellas, hasta "máquinas"<sup>4</sup> que permiten su dibujo. Sin embargo ninguna tuvo la difusión del simple y efectivo compás. Las tecnologías materiales anteriores a la digitalización tampoco estaban preparadas para fabricarlas. No era imposible pero sí inviable debido a los tiempos y costos involucrados. Hoy en día no existen razones para que no se vuelquen al diseño a través de la informática, para quien -una vez conocida la fórmula- su digitalización es muy sencilla. Actualmente los sistemas CAD-CAM permiten construir estas curvas a partir de los antiguos trazados. Consideramos que es el momento de que esto cambie a un modo mucho más dinámico. El mundo de los objetos ha adoptado las formas curvas como su lenguaje formal más habitual, creemos que es hora que esto se rigore y facilite a partir de las herramientas digitales.

## Un mundo de sutileza, transformación y sensualidad.

El proyecto sobre formas curvas está caracterizado por la sutileza, la transformación y la sensualidad.

Para aludir al primero de los valores, *la sutileza*, nos referiremos a un producto de diseño industrial: el colador diseñado por Philippe Starck para Alessi. Está compuesto por un cuerpo principal generado por una parábola que rota sobre su eje, con tres apoyos que vuelven a mencionar la curva generatriz.

Respetando el diámetro de la boca, empleamos otras curvas cónicas para generarlo: elipses, circunferencias e hipérbolas. Se puede verificar que se trata de cuatro productos distintos, por más que se respeten parcialmente las dimensiones. Un "simple" cambio de curva produce modificaciones sustanciales en los productos.

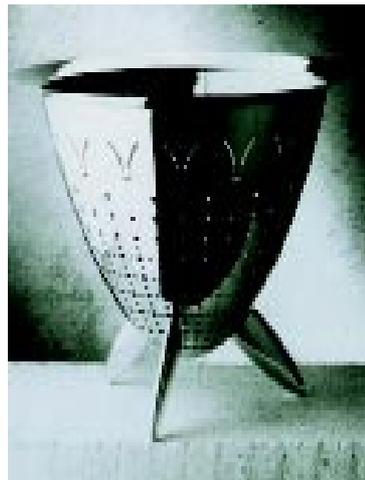


Fig.1: Colador de Philippe Starck para Alessi y cambios de la curva generatriz con elipse, circunferencia e hipérbola

*La transformación* es una constante en el universo de lo curvo, es lo que organiza mejor su lectura. Es el único tipo de formas que admite un pasaje continuo, por ejemplo entre lo cóncavo y lo convexo, lo continuo y lo discontinuo, lo curvo y lo recto. Estas categorías se reconocen mejor con la mención simultánea de su contrario en la misma figura. Esta unión continua, de umbrales ambiguos entre conceptos opuestos, es lo que caracteriza este tipo de formas.



Fig.2: Pasaje continuo cóncavo-convexo en rompenueces diseñado por Gurioli-Scanseti, 1993.

La sensualidad se manifiesta en la evocación de las formas corporales, no bajo la forma de registro icónico directo. En esa separación de lo anatómico, reconocible como tal, y en su sutil alusión es donde radica su atractivo. Baudrillard<sup>5</sup> afirma que “lo femenino seduce porque nunca está donde se piensa”. En el trabajo sobre superficies, por medio de cambios de curvatura, de inflexiones, de entidades de doble tangencia se evoca a ese ausente mencionado, aludido apenas, asumiendo desde el misterio su mayor poder de seducción.

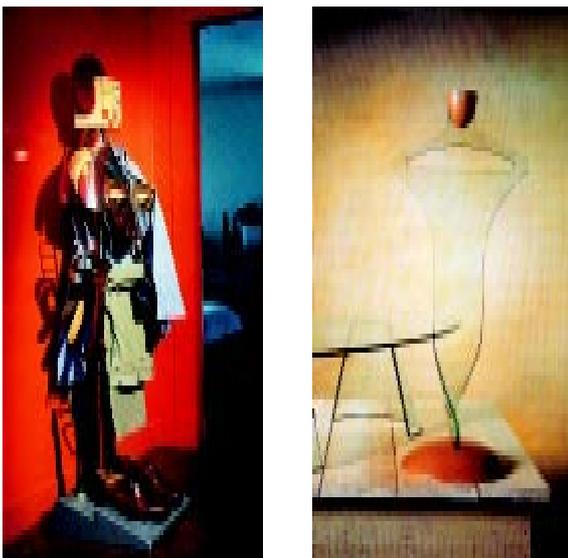


Fig.3: Reproducción y evocación: Valet diseñado por Marc Sadler para Boffi y Valet diseñado por Fabio Di Bartolomei para Fiam

## Las cónicas

El hecho de que las curvas cónicas hayan sido estudiadas durante siglos ha producido una gran cantidad de conocimiento sobre ellas y sus propiedades. Esto es muy importante ya que, en el mundo de objetual, permite conocer las condiciones de continuidad de tangencias en superficies compuestas por ellas con un simple croquis, sin necesidad de dibujarlo ajustadamente. La continuidad está garantizada por lo que se conoce de cada curva, no por su visualización en el dibujo.

Teóricamente las modernas “splines”, y “nurbs” cubrirían el espectro de todo lo que un diseñador puede querer dibujar en términos de formas curvas. Sin embargo su capacidad estructurante no es comparable con la de las cónicas. Tener todas las curvas posibles y no tener posibilidad de caracterizarlas inhibe su capacidad morfogenativa.

Es posible generar muchas formas curvas combinando solamente arcos de circunferencia. Prueba de esto es el isotipo de la rana del Citroën 2CV. Sin embargo, si mostramos el producto final, sin la grilla, resulta prácticamente imposible leerlos como arcos de circunferencia. Sólo se puede reconstruir ajustadamente el dibujo original tomando arcos muy pequeños que no se reconocen como tales.

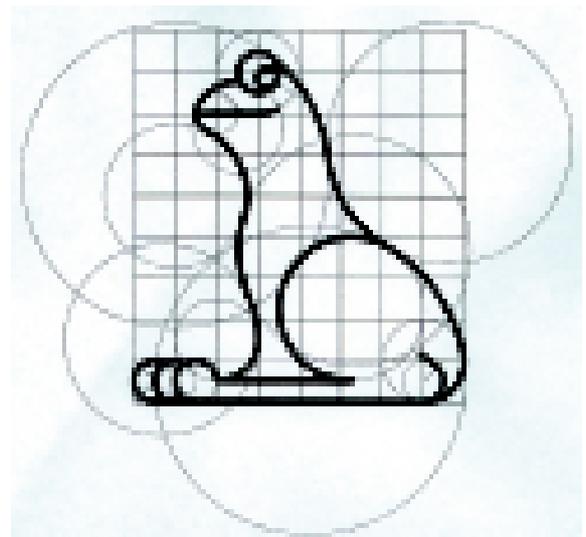


Fig.4: Isotipo de Citroën 2CV

Pero, ¿qué es lo que hace a cada curva notable? ¿cuáles son las variables para su reconocimiento? Cada curva tiene características geométricas y comunicacionales que las hacen notables, que les dan identidad. No son escindibles, ya que la significación está estrechamente relacionada con sus atributos matemáticos. Desde este punto de vista vamos a referirnos a cada una de ellas.

### La circunferencia

Es considerada la "forma pura" por excelencia en el plano, teniendo su correlato espacial en la esfera. Es absolutamente regular, tiene curvatura constante en cada uno de sus puntos, tiene infinitas reflexiones, que nos lleva a asociarla con la idea de lo ilimitado ya que no tiene principio ni fin. Cualquiera de sus puntos puede tomarse como origen, todo recorrido lleva al mismo punto de partida. Por esto se asocia a los ciclos.

La circunferencia tiene la posibilidad de inscribir las más variadas formas, desde los polígonos hasta la figura humana, como lo ha ilustrado Leonardo Da Vinci. Esta relación con lo discontinuo es la que define sectorizaciones que permiten establecer un marco para controlar lo ilimitado.

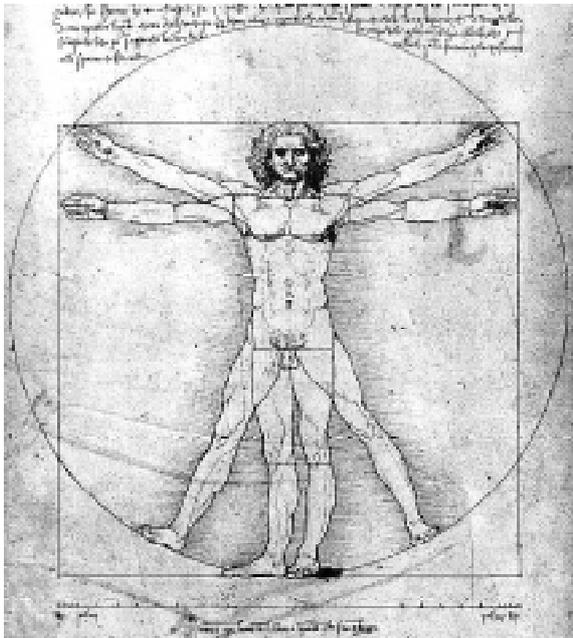


Fig.5: Estudio de proporciones humanas en apuntes de Leonardo da Vinci.

En la naturaleza las circunferencias están

presentes por doquier: en el efecto de un objeto que cae al agua, en el iris de los ojos, en las pompas de jabón, en los planetas. Se reiteran como en una serie de espejos en los que estas curvas se multiplican incansablemente.

Desde los primeros tiempos el hombre las adoptó en las rondas y en las danzas. Podemos encontrarla también en la tecnología desde sus orígenes, desde la rueda la rueca y el molino. En el área del diseño nos resulta interesante el uso de la esfera en los bols para batir de Danesco, que aprovechan que cualquier sección plana de esta figura es una circunferencia. Esto permite tener contacto pleno entre el borde de la superficie cilíndrica y el cuenco, sin importar la inclinación que estas formas tengan entre si.



Fig. 6: Bols para batir diseñados por Danesco para Rosti

Podrá apreciarse que no rechazamos a la circunferencia pero si reclamamos un lugar para aquello que es distinto, menos regular, menos perfecto, menos evidente y por lo tanto más misterioso.

### La elipse

Podemos entender a las elipses como circunferencias que han desdoblado su centro en dos, que se han estirado, han crecido y manifiestan ese crecimiento. Es una línea con variación de curvatura, con sectores más curvos comunicados entre sí por sectores más rectos. Esto se desarrolla en una transformación continua, sin quiebres. Sigue siendo una línea cerrada, manteniendo la

## Las cuentas pendientes del CAD con la generación de formas curvas para diseño.

característica de lo cíclico pero agregándole la idea de lo diferenciado. Las situaciones se reiteran pero existe ya la noción de lo distinto.

La mención de la circunferencia se mantiene como fondo contra el cuál se recorta la elipse, manteniendo la idea de tensión al entenderla como una circunferencia ordenadamente deformada, ya que conserva dos ejes de simetría. Se incluyen en esta categoría de curvas a la transformación entre la circunferencia y la recta, que se integrarían en una superficie espacial: el conoide.

Resulta interesante destacar el diseño de las linternas de Emilio Ambasz, a partir de un cilindro de base elíptica que, con un corte oblicuo que define una circunferencia, permite la articulación y la orientación de la luz en distintas posiciones. Juega con la situación inversa a la de los cilindros de base circular.



Fig. 7: Linternas diseñadas por Emilio Ambasz

La diferenciación entre óvalos y elipses no está especificada en los programas de computación, por lo tanto muchas veces es necesario comprobarlo manualmente. Sin embargo esta diferenciación es importante en productos por los empalmes con otras curvas y la definición de tangentes.

### La parábola

En las parábolas la característica principal es la ruptura de lo cíclico, la apertura, la imposibilidad de cerrarla. Se queda con un solo eje de simetría. Es el ejemplo del crecimiento continuo e infinito. Solo podemos ver un recorte, que al ser una línea de curvatura variable se nos impone como diferente aunque como forma sea única. De acuerdo al sector que veamos la encontraremos más próxima

a la elipse o a la hipérbola. Solo en el Espacio Unitario Recíproco<sup>6</sup>, que permite graficar el infinito, podemos verla por completo.

Tiene una característica que la hace interesante en el diseño de artefactos de iluminación. Los rayos de luz de un elemento ubicado en el foco se reflejan paralelos al eje de la parábola.

Aunque no se usó a este fin resulta interesante la utilización de superficies generadas por parábolas en la lámpara Taccia, de Achille Castiglioni.



Fig. 8 Lámpara Taccia, de Achille Castiglioni

### Las hipérbolas

Las hipérbolas son la materialización de la tensión entre lo recto y lo curvo. Contradicen los postulados de la Gestalt que, otorgándole un valor positivo a la simplicidad, establecen que "La anulación de la ambigüedad conduce a la simplificación de la forma."<sup>7</sup>. Por esto recomiendan la nivelación o la agudización para eliminar o intensificar las diferencias. La sutileza de estas ambiguas líneas, que transitan el borde de lo curvo y lo recto, la podemos ver en las lunetas de los autos.

Es la misma curva la que está "en tensión", acercándose infinitamente a sus asíntotas, sin poder llegar a alcanzarlas jamás. Es la graficación del conflicto tan humano de fundirse o preservarse en una relación de atracción y magnetismo. Si nos limitamos a las hipérbolas equiláteras, al variar el sector que vemos obtenemos la serie que en sus extremos tendería a leerse como dos rectas unidas

por un arco y en el otro a una parábola.

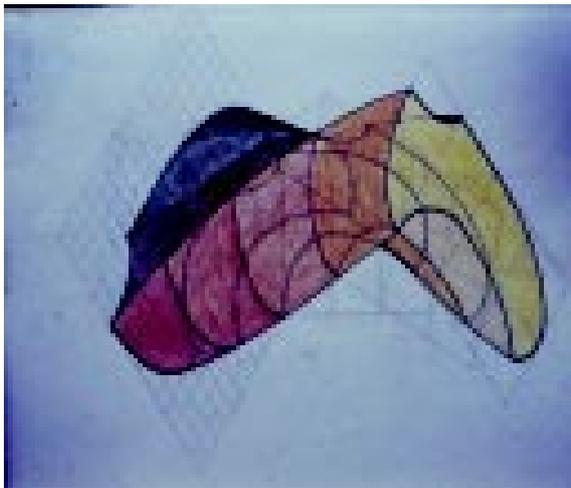
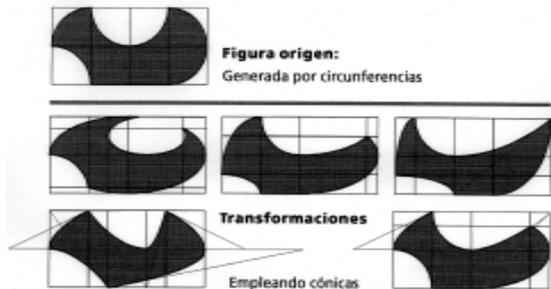


Fig. 9: Hipérbolas equiláteras

Tiene en común con la parábola la idea de apertura. A partir de esto siempre hay una parte de ellas que deberemos imaginar. Nunca se muestran por completo, al igual que las rectas, pero a diferencia de ellas estas líneas se modifican hasta el infinito.

### Algunas experiencias

Queremos terminar mostrando un ejercicio realizado en la materia Morfología 3, de la Carrera de Diseño Industrial, FAUD, UNC.

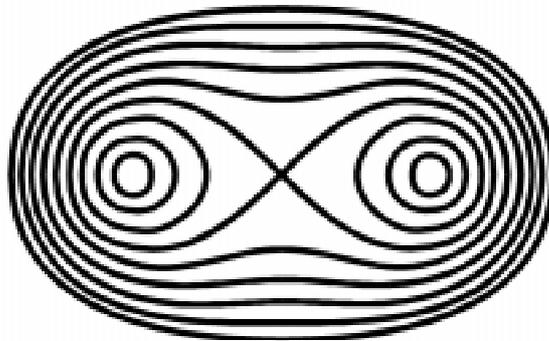


A partir de una línea cerrada, realizada con arcos de circunferencia, se la transformó empleando distintas líneas cónicas. Las líneas resultantes deberían pertenecer a una misma familia, con excepción a las reflexiones.<sup>8</sup> A partir de este rediseño se generó una superficie espacial aplicándole un movimiento a dicha línea.

Es un buen ejemplo de la posibilidad de diseñar con ellas, tanto en el plano como en el espacio, y de su fuerte identidad que permite reconocerlas más allá de su trazado ajustado. Muestra también la posibilidad de mantener coherencia en las transformaciones y de estructurar de diverso modo el universo de las formas curvas.

### Las otras

Hay una serie de curvas notables de alta calidad estética y gráfica, entre otras las lemniscatas, las espirales, las tractrices, las cardioides y los óvalos de Cassini, que esperan su turno para que las nuevas tecnologías les concedan calidad de existencia para el proyecto.



Ellas esperan sumarse como instrumentos digitales para el diseño. Este es un lugar que esperamos que la computación gráfica ocupe, para que estas formas puedan incorporarse a nuestro hábitat.

**Las cuentas pendientes del CAD con la generación de formas curvas para diseño.**

**Referencias**

1. Referencias [http://www.best.com/~xah/specialplanecurves\\_dir/conicsection\\_dir/conicsections.html](http://www.best.com/~xah/specialplanecurves_dir/conicsection_dir/conicsections.html)

2. Referencias <http://www-groups.dcs.st-andrews.ac.uk/~history/curves/ellipse.html>

3. Referencias <http://www-groups.dcs.st-andrews.ac.uk/~history/curves/parabola.html>

4. Referencias <http://www.museo.unimo.it/labmat/usa1.htm>

5. **Baudrillard, Jean** - De la séduction, versión castellana de Elena Benarroch: De la seducción, p14, Editorial R.E.I., Argentina, 1987

6. **Doberti, Roberto** - El espacio unitario recíproco, revista Area N° 1, FADU, UBA, Argentina, 1992

7. **Arnheim, Rudolf** - Art and Visual Perception. A psychology of the Creative Eye, University of California Press, Berkeley & Los Angeles, 1º ed. 1957, versión castellana de Rubén Masera: Arte y Percepción Visual - Ed. EUDEBA - Buenos Aires, Argentina - 7ª ed. 1976

8. **Doberti, Roberto** et al. - Sistema de Figuras - Summa 38 -Buenos Aires, Argentina, Junio 1971