



Artículo

Las flores de Bézier. Elasticidad e inestabilidad en el grafismo digital interactivo

Jordi Alberich



Artículo

Las flores de Bézier. Elasticidad e inestabilidad en el grafismo digital interactivo

Jordi Alberich

Resumen

A partir del dibujo realizado mediante curvas de Bézier por el propio Pierre Etienne Bézier en 1997 para su amigo Brian Barsky —que aparece aquí convenientemente reproducido—, el presente artículo aborda inicialmente el origen, la naturaleza y la expansión del uso de las curvas de Bézier en el conjunto del grafismo digital interactivo para la web. A continuación, se analizan en profundidad las implicaciones estéticas del dibujo vectorial de fuentes tipográficas digitales, y se realiza finalmente una selección de los nuevos valores estéticos que debiera incorporar una estética de los sistemas multimedia capaz de adaptarse y tratar de forma adecuada la nueva producción gráfica digital de naturaleza vectorial.

Palabras clave

estética digital, imagen vectorial, diseño gráfico, tipografía digital, interacción



Figura 1. Pierre Etienne Bézier, 1997.

En noviembre de 1997, a partir del uso estético de las curvas a las que él mismo da nombre, Pierre Etienne Bézier confecciona un dibujo-regalo para su amigo y profesor en Berkeley, Brian Barsky. En la flor representada se corporeiza de forma singular cómo una técnica matemática nacida originalmente en el contexto de unas determinadas necesidades de diseño industrial permitiría con el tiempo expandir su uso y utilidad mucho más allá de su finalidad inicial, hasta alcanzar los vastos campos del grafismo, el arte y el expresionismo digital.

Origen, naturaleza y expansión de las curvas de Bézier

En su formulación más general, una *curva de Bézier* consiste en una curva cúbica (o de tercer orden), paramétrica, definida por cuatro puntos, dos finales —situados en los extremos de la misma— y dos de control —que no aparecen sobre la propia curva. Las curvas de Bézier surgen precisamente de un promedio sobre las dos tangentes creadas por los puntos de control, que pueden arrastrarse a voluntad por el usuario del sistema para cambiar libremente su forma hasta obtener prácticamente cualquier tipo de curva posible. Las curvas de Bézier son un caso especial de la interpolación



cúbica de Hermite: mientras que en esta última, las curvas se construyen a partir de los segmentos derivados de los puntos finales, la construcción de las curvas de Bézier depende precisamente de los (dos) puntos de control situados externamente.

El origen de las curvas de Bézier nos retrotrae a los primeros días del diseño asistido por ordenador a finales de los años sesenta y comienzos de los setenta. Aparecen descritas por vez primera en 1972 por Pierre Etienne Bézier, cuando éste trabajaba como ingeniero para la empresa Renault. Bézier desarrolló este sistema de ecuaciones simples que permiten que se dibuje muy fácilmente un número infinito de diferentes curvas en una pantalla como método para utilizarlo en el diseño de las carrocerías de los automóviles Renault.

Las curvas de Bézier tienen varias propiedades que hacen que sean especialmente útiles y convenientes para representar formas y superficies en 2D y en 3D de objetos en el ordenador. Y aunque rápidamente las –propiamente dichas– curvas de Bézier se complementasen con otras herramientas y sistemas de dibujo posteriores (curvas de Bézier racionales y, sobre todo, curvas B-splines y NURBS), éstas han llegado a convertirse *de facto* en el fundamento de la práctica totalidad del software de dibujo vectorial más reciente, y, por tanto, de la mayor parte de la producción gráfica digital para la web.

Hoy, debido a sus numerosas ventajas y propiedades, las curvas de Bézier se utilizan de forma profusa en prácticamente todos los sistemas y dispositivos de producción gráfica digital para representar formas que aparezcan razonablemente lisas en todas las esca-

las. En especial, resulta significativa su adopción como estándar de edición tanto en el diseño y la producción de videojuegos, como muy especialmente en la totalidad de los formatos de tipografía digital –PostScript, TrueType y OpenType.

Las ventajas que ofrece el dibujo vectorial mediante curvas y objetos de Bézier resultan numerosas: precisión en la información contenida, facilidad de transmisión y de ampliación, y, sobre todo, buenas propiedades geométricas, así como extrema facilidad de modificación de un punto de control con efectos «naturales» sobre las formas de las curvas resultantes. En el caso específico de los videojuegos, el hecho de no tener que dirigir más que los puntos de control para efectuar, por ejemplo, una rotación o la traslación de un objeto determinado permite una reducción importante del tiempo de cálculo, lo que resulta sumamente necesario para la posibilidad de representación de escenas dinámicas complejas.

Por todo ello, y pese a su invención en el marco de la industria del automóvil, muy rápidamente las curvas de Bézier salieron de este marco para ser utilizadas en prácticamente todo lo que afecta a la concepción y la representación de curvas y superficies cualesquiera. Las curvas de Bézier son tan fáciles de definir y precisar como de modificar y alterar. En la representación vectorial resulta muy sencillo seleccionar capas u otro tipo de elementos individuales y transformarlos de forma independiente unos de otros.

A diferencia de las imágenes de mapa de bits –su única posible alternativa en la edición gráfica por ordenador–, que consisten y están condicionadas por una retícula o matriz de puntos sobre la que se disponen las series de bits de información que representarán los píxeles, las imágenes vectoriales están compuestas, como ya hemos visto, por objetos gráficos independientes, definidos y creados a partir de simples operaciones matemáticas que realiza el ordenador, lo que permite que aumentar, reducir o transformar una imagen vectorial resulte extremadamente más sencillo que en el caso de una imagen de mapa de bits. Mientras que en esta última una simple ampliación de la imagen comportaría inmediatamente un incremento de la serie de píxeles que definen su super-

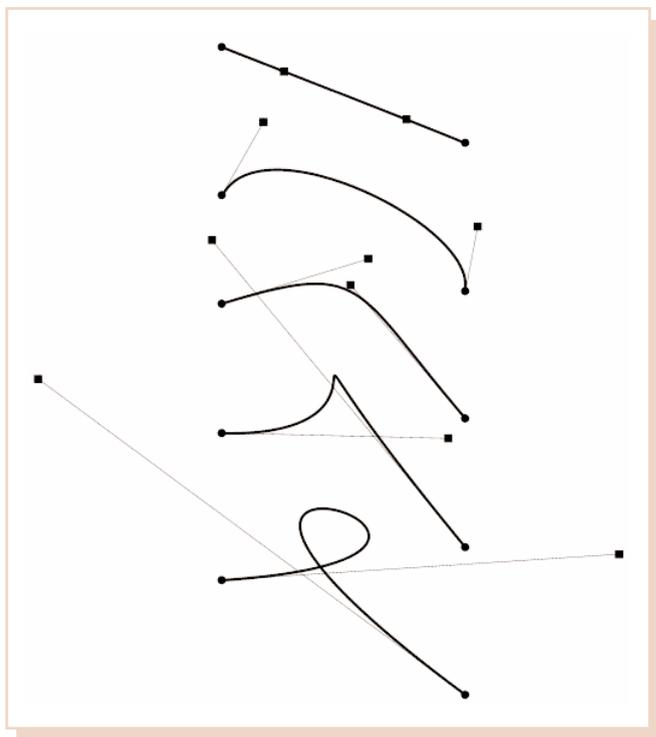


Figura 2. Variaciones sobre una misma curva de Bézier a partir de la simple modificación de los dos puntos de control externos.

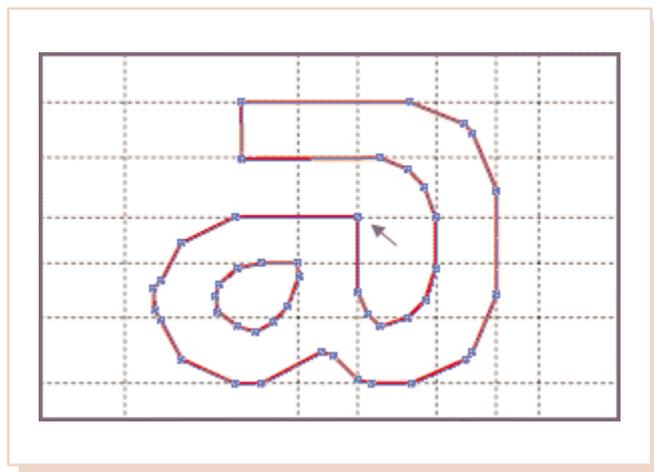


Figura 3. Curvas de Bézier cuadráticas utilizadas en la generación de fuentes TrueType.



ficie, y en consecuencia un aumento proporcional y considerable del peso del archivo digital correspondiente, la ampliación de una imagen vectorial conlleva tan sólo la modificación de la fórmula matemática que la describe, sin que ello implique ni aumento de peso ni pérdida de definición: así pues, podremos ampliarla tanto cuanto deseemos y su calidad no se verá afectada, siempre será máxima.

Éste es precisamente el fundamento que se esconde tras el uso de los términos *programas de dibujo* y *programas de pintura*. Mientras que en los denominados programas de pintura (Bitmap Graphic Software) como Adobe Photoshop la representación y la alteración de las figuras se realiza píxel a píxel a través de zonas y/o capas seleccionadas de la imagen inicial, en los programas de dibujo (Vector Graphic Software) como Macromedia FreeHand el desarrollo de tareas similares se simplifica en extremo mediante el control lineal de los manejadores vectoriales de curvas y objetos Bézier.

Tipografía digital definida por el contorno

Un campo ejemplar en el que se exhiben y corporeizan sobremanera las implicaciones estéticas de los gráficos vectoriales es el de la tipografía digital. La explosión digital de las últimas décadas ha expandido y actualizado de forma radical el significado tradicional del término *tipografía* (*tipo*: «carácter», *grafos*: «escritura»). Para el arte tipográfico, la digitalización ha comportado unas posibilidades ilimitadas de creación, gestión, composición y experimentación con tipos, ahora intangibles y escalables.

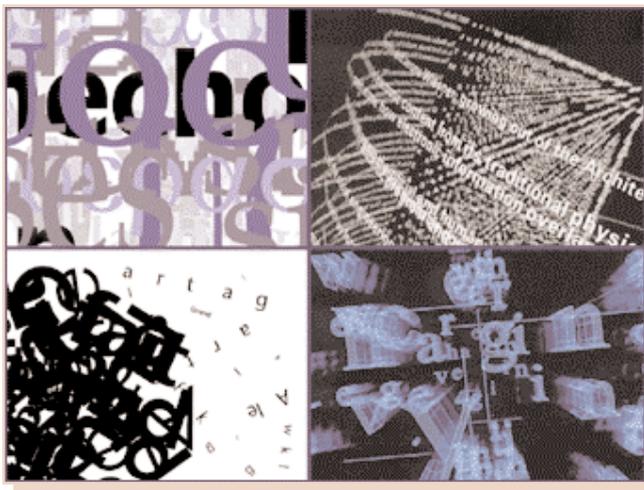


Figura 4. Ejemplos significativos de las nuevas posibilidades de experimentación y flexibilidad de la nueva tipografía digital de naturaleza vectorial.

La nueva tipografía digital no consiste en un paso gradual más en la vieja historia de la tipografía. Se trata de una auténtica revolución, que modifica de forma evidente el proceso de diseño y tratamiento gráfico con tipos. Las fuentes digitales son independientes de los sistemas físicos. Así mismo, permiten hasta la saciedad la actualización constante de nuevas versiones y revisiones

de las familias tradicionales. Las fuentes digitales también resultan intangibles, extremadamente manipulables y dinámicas, sin peso ni lugar, fruto de su naturaleza algorítmica vectorial.

La repercusión y los ecos de la tipografía digital se muestran de forma explícita en todos y cada uno de los ámbitos tecnológicos que nos rodean. La flexibilidad y las posibilidades que ofrecen las fuentes y los tipos digitales han permitido su irrupción profunda en la edición o la autoedición de prácticamente la totalidad de los procesos comunicativos de nuestro alrededor. Todas las fuentes tipográficas digitales predominantes en la actualidad son fuentes vectoriales definidas por el contorno. Esta naturaleza vectorial es la base sobre la que se sustenta la posibilidad de transmisión e intercambiabilidad de los documentos tipográficos digitales, gracias a su independencia de los dispositivos concretos de entrada o salida.

Al definirse vectorialmente, los tipos digitales definidos por el contorno garantizan, así mismo, la calidad de su representación. Todos los dispositivos físicos y lógicos que toman parte en su procesamiento y representación parten y trabajan con un mismo archivo de información matemática y geométrica original. En la actualidad, existen dos formatos de fuentes predominantes, PostScript y TrueType, junto al ya no tan nuevo formato OpenType, que prometía (sin éxito hasta la fecha) ser el formato de convergencia y superación de los dos primeros. Tanto TrueType (TT) como PostScript Tipo 1 (PS1) son fuentes de contorno definidas por medio de líneas y curvas de Bézier. Su representación es independiente de la resolución del dispositivo de salida, pueden ser escaladas a cualquier tamaño sin ninguna pérdida de calidad e incorporan *hinting* para optimizar su resolución en pantalla (aunque mientras que las curvas de Bézier que definían el formato PostScript eran cúbicas, las desarrolladas para TrueType resultan cuadrangulares).

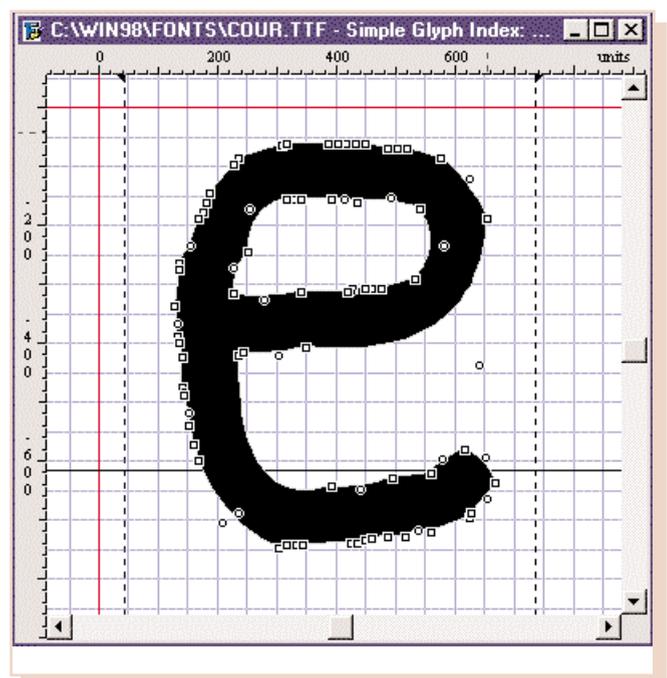


Figura 5. Proceso de generación vectorial de un nuevo tipo mediante Font Creator 3.0.



La creación de una nueva fuente completa TrueType o PostScript consiste simplemente en obtener un conjunto de *dibujos vectoriales*. Este fichero de la fuente debe contener la información necesaria para hacer corresponder cada imagen con su carácter, así como para el espaciado de los caracteres. La etapa de la representación geométrica vectorial de los tipos es, sin lugar a dudas, el momento más importante y básico para la creación de una nueva fuente. De hecho, las tres etapas posteriores que son necesarias hasta completar su edición completa –generación *bitmap*, estandarización ASCII y codificación ID– pueden entenderse como adaptaciones y ampliaciones de esta etapa inicial.

El proceso de definición de los contornos de cada letra será la información básica utilizada en un proceso potencial de impresión posterior, capaz de preservar la calidad final independientemente de los dispositivos. El momento de la generación vectorial de los tipos debe definir la estructura gráfica de cada signo, así como el conjunto compositivo de todo el alfabeto. En la nueva tipografía digital se describe el contorno del carácter mediante vectores por medio de las rutinas de dibujo orientado a objetos, fijando el ancho de cada signo, determinando los espacios de interletrado de las parejas de letras más conflictivas y cuidando en todo momento la relación entre todo el conjunto de signos que componen el alfabeto.

Limitaciones de la tipografía vectorial

En contraste con la situación de máximo control que ejemplificaba históricamente el trabajo tipográfico para un medio impreso, donde primaba la posibilidad de decidir y verificar hasta el más mínimo detalle del «cómo» se imprimirá finalmente un titular o bloque de texto sobre el papel, el uso y la creación de tipografía para la web resultará algo mucho más ingrato, y en ocasiones incluso frustrante. Como resultado precisamente de su naturaleza vectorial, aún son numerosas las limitaciones que el medio tecnológico digital impone al trabajo del diseñador y del tipógrafo web.

Entre la lista inicial de variables que dificultan nuestro control exacto sobre la apariencia decidida de un determinado trabajo de

tipografía para la web, debemos considerar aspectos como por ejemplo que a) los tamaños de las fuentes son distintos en diferentes ordenadores –la misma fuente del mismo tamaño no se representa de igual forma en un sistema basado en Windows que en uno basado en Mac– o que b) no todo el mundo posee las mismas fuentes –al especificar el tipo de fuente con una etiqueta «.html» puede que haya personas que no tengan instalado dicho tipo de letra. La diferencia de la configuración de pantalla en ambos casos dará lugar a dos apariencias gráficas muy diferentes para un mismo sitio web original.

La principal limitación para el diseñador web consiste en la falta de un control preciso sobre el producto final, sobre cómo aparece éste ante los ojos del usuario final. Dos aspectos tan básicos como el color –los colores varían de un monitor a otro– y la diagramación –moldeable según la configuración de los monitores– no resultan accesibles para el diseñador web, con lo que su trabajo queda condenado a un cierto grado de deriva en su concreción final. En el diseño web, sencillamente, no siempre es posible elegir las fuentes más apropiadas para un determinado proyecto (para estar seguros del resultado final, deberían estar instaladas en el sistema operativo de todos nuestros potenciales usuarios-lectores). Elementos que hayamos dispuesto con esmero se moverán y desplazarán en la pantalla del visitante debido a imponderables tan simples como el tamaño de visualización de las tipografías que éste haya seleccionado en su navegador.

Cuando la fuente de una página web no está disponible en el sistema del visitante (y no ha sido tratada como imagen ni como archivo PDF), ésta se visualiza con la fuente predeterminada del navegador (generalmente, Times New Roman en Windows), con lo que se pierde todo el detalle, calibrado y calidad existentes en el diseño tipográfico original. Existen dos posibles soluciones –parciales– para este problema: a) incrustar las fuentes en la web original –lo que no permite utilizar la fuente, porque tan sólo se incrusta una representación gráfica de la fuente– o b) intentar afinar al máximo en la capacidad de control que nos permiten las versiones recientes de los lenguajes-códigos HTML, XML o CSS. Las especificaciones recientes de los estándares CSS, por ejemplo, permiten un ele-



Figura 6. La simple variación del tamaño de visualización del texto en los navegadores de dos usuarios distintos hace que se modifique notablemente la apariencia gráfica de la composición gráfica, debido tanto a la naturaleza elástica del lenguaje en HTML como a la naturaleza vectorial de la tipografía digital.



vado control de los atributos tipográficos, aunque aún debemos luchar contra la ausencia de compatibilidad entre navegadores.

Valores estéticos en el grafismo vectorial

El nuevo grafismo digital de naturaleza vectorial exige un nuevo vocabulario estético, en el que la misma disciplina estética debe redefinirse para permitir el tratamiento adecuado de las nuevas producciones gráficas interactivas. *Belleza, orden, proporción* u *obra final* son sólo algunos de los conceptos que han resultado hegemónicos a lo largo de la historia del arte y de la estética para el estudio en profundidad tanto de la imagen como del conjunto de nuestras percepciones sensibles. Hoy, su traducción y adaptación a los nuevos entornos de producción gráfica digital resulta, cuando menos, problemática. La caracterización habitualmente dinámica e interactiva del conjunto del grafismo vectorial demanda el uso y la adaptación de nuevos valores como la elasticidad, la flexibilidad, la adaptabilidad e incluso la inestabilidad para el análisis adecuado de sus ricas y evidentes implicaciones estéticas.

La escalabilidad inherente al conjunto del grafismo vectorial da lugar a producciones esencialmente elásticas, fruto del carácter abierto e indefinido, en constante cambio y actualización, de los numerosos sistemas y dispositivos de visualización existentes sobre los que éste se implementa de forma creciente.

El ordenador ya no es el único dispositivo que permite ver sistemas interactivos. Están también los teléfonos móviles, la televisión y otros dispositivos, en los que la visualización de los gráficos puede diferir completamente. Muchos teléfonos móviles suelen limitarse aún a una profundidad de color de 1 bit, tienen un tamaño de pantalla muy reducido y son consultados en condiciones de iluminación que pueden no ser las óptimas. Por otro lado, los televisores tienen un refresco de pantalla inferior a los ordenadores y se ven a una distancia mucho mayor. Éstas y otras

variables alteran habitualmente la constancia y la estabilidad perceptivas de un determinado proyecto en sistemas multimedia.

El grafista que afronta un proyecto de diseño digital deberá tener un planteamiento abierto sobre la visualización final de su trabajo. Esta forma de diseñar supone un cambio de mentalidad importante sobre la proyectación tradicional. Se tratará de aprovechar y valorar de forma positiva la *flexibilidad* que permite el medio digital para crear soluciones reconfigurables u ofrecer opciones alternativas, proponiendo soluciones gráficas que expresen de modo consciente el carácter eminentemente variable de las condiciones estéticas propias de los entornos digitales.

Una producción estética digital que valore la adaptabilidad que ofrecen los gráficos vectoriales tendrá en cuenta si el diseño ha previsto las particularidades tecnológicas o si sólo se visualiza de forma óptima con una determinada configuración. Así mismo, deberá considerar su potencialidad de visualización en distintos sistemas operativos y usar formatos gráficos y multimedia que sean multiplataforma, y también deberá tener en cuenta las diferencias entre programas navegadores y visualizadores que puedan afectar a la presentación de los gráficos. Además, deberá ofrecer al usuario información sobre la configuración mínima y óptima de hardware y software, y sobre los recursos necesarios, siendo recomendable que sea capaz de ofrecer versiones alternativas para configuraciones más sencillas de aquéllas para las que ha sido conceptualizado y producido inicialmente.

La conciencia sobre el carácter adaptable, flexible y elástico de los gráficos vectoriales nos lleva de forma consecuente a su mutabilidad y, por tanto, inestabilidad (en cada una de sus actualizaciones, una misma producción algorítmica podrá dar lugar a una configuración y apariencia distintas). Así pues, la nueva estética digital debe tratar con un material extremadamente voluble y versátil. Su objeto de estudio resulta huidizo. Frente al carácter constante, seguro y firme de la producción estética tradicional de naturaleza física, el desarrollo y la producción de aplicaciones y



Figura 7. La naturaleza algorítmica del grafismo digital basado en curvas y objetos de Bézier proporciona una estética esencialmente elástica, gracias a la ausencia de pérdida de calidad de representación a cualquier escala de formas e imágenes vectoriales.



sistemas multimedia opone su variabilidad. La posibilidad misma de la existencia disciplinar de una *estética digital* tiene como límite natural una excesiva delimitación de su objeto de estudio. El análisis y tratamiento estético de los nuevos entornos digitales implica reconocer ante todo el mismo carácter esencialmente abierto de las producciones gráficas digitales.

Insistamos de nuevo en ello. Los valores estéticos que habría que utilizar en el estudio y el análisis de los nuevos gráficos digitales interactivos no deberían ser ya los tradicionales *belleza, orden, proporción* u *obra final*. Las *flores de Bézier* nos dirigen hacia un nuevo territorio en el que prima la dimensión estética de conceptos y valores como *elasticidad, flexibilidad, adaptabilidad e inestabilidad*.

Bibliografía

Libros

- BELLANTONI, J.; WOOLMAN, M. (2000). *Type in motion. Innovations in digital graphics*. Londres: Thames & Hudson.
- CEREZO, J.M. (1997). *Diseñadores en la nebulosa*. Madrid: Editorial Biblioteca Nueva.
- CHAPMAN, N.; CHAPMAN, J. (2000). *Digital Multimedia*. Londres: John Wiley & Sons Ltd.
- LAFON, J. (1999). *Esthétique de l'image de synthèse. La trace de l'ange*. París: Editions L'Harmattan.
- MEDINA BEIRO, J.M. (2001). *Tipografía digital*. Madrid: Anaya Multimedia.
- MITCHELL, W. (1994). *The Reconfigured Eye*. Massachusetts Institute of Technology Press.
- MORSE, M. (1998). *Virtualities. Television, Media Art and Cyberculture*. Indiana University Press.

- SASSOON, R. (1993). *Computers and Typography*. Londres: Intellect Books.
- TSICHICHOLD, J. (1988). *The New Typography*. University of California Press.
- WHITE, J. (1988). *Graphic Design for the Electronic Age*. Nueva York: Watson-Guption.

Ponencias

- RABUT, C. (2000). «Petite Histoire d'une Idée Bizarre: les Courbes et les Surfaces de Bézier». En: *Actes de la Journée en Hommage à Pierre Bézier* (30 de noviembre). École Nationale des Arts et Métiers, París.

Artículos de revistas

- BÉZIER, P.E. (1975). «Souvenirs d'un outiller». *Revue de la Section d'Histoire des Usines Renault*. N.º 11, págs. 176-187.
- BÉZIER, P.E. (1976, octubre). «L'ordinateur au service des travaux de carrosseries». *Revue Arts et Métiers*. Págs. 34-37.
- BÉZIER, P.E. (1982). «Petite histoire d'une idée bizarre (1)». *Revue de la Section d'Histoire des Usines Renault*. Vol. 4, n.º 24, págs. 256-268.
- BÉZIER, P.E. (1982). «Petite histoire d'une idée bizarre (2)». *Revue de la Section d'Histoire des Usines Renault*. Vol. 4, n.º 25, págs. 319-331.
- CYCHOSZ, J. (1990, noviembre). «Pierre Bézier». *Computer Aided Design*. N.º 22.
- MANOVICH, Lev. (1998). «Estética de los mundos virtuales». *El Paseante. La revolución digital y sus dilemas*. N.º 27-28. Madrid.
- RABUT, C. (2002). «On Pierre Bézier's Life and Motivations». *Computer Aided Design*. N.º 34, págs. 493-510.

<--> Cita recomendada:

ALBERICH, Jordi (2005). "Las flores de Bézier. Elasticidad e inestabilidad en el grafismo digital interactivo". *Artnodes*, n.º 4 [artículo en línea].
DOI: <http://dx.doi.org/10.7238/a.v0i4.728>

**Jordi Alberich****Profesor del programa de Comunicación Audiovisual (UOC)**

jalberichp@uoc.edu

Doctor en Diseño e Imagen por la Universidad de Barcelona. Es profesor de los Estudios de Ciencias de la Información y de la Comunicación de la UOC, donde coordina el Área de Diseño y Creación Audiovisual, y del programa de doctorado sobre la Sociedad de la Información y el Conocimiento también de la UOC, donde actualmente coordina el Seminario de investigación en cibercultura. Colabora regularmente en varias publicaciones periódicas y es autor de los libros *Fotografía i fi de segle. Art, discurs i fotografia en el trànsit de la postmodernitat* (Edicions Di7, 1999) y *El cant de les sirenes. Ressonans postmoderns en la fotografia contemporània espanyola* (Fundació Espais, 2000), así como coautor, entre otros, de los materiales didácticos multimedia *Disseny visual* (Eurecamedia, 2003) y *Art i estètica digital* (Eurecamedia, 2003). Además, ha ganado el Primer Premio Nadal Batle i Nicolau (Universidad de las Islas Baleares, 1998) y el Premio Espais (Asociación Catalana de Crítics de Arte, 1999). Es miembro del Claustro de Doctores de la Universidad de Barcelona (CDUB) y de la Sociedad Catalana de Comunicación (SCC), y también es miembro fundador del Consejo Editorial de *Artnodes*.