

# 3D Beaker: Video Mapping Tridimensional sobre Superficies Curvas.

Autor:

Johan Sebastián Mayorga Sánchez

Tutor:

Carlos Augusto Bahamón Cardona

Programa de Ingeniería en Multimedia  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Militar Nueva Granada  
2015



# 3D Beaker: Video Mapping Tridimensional sobre Superficies Curvas.

(3D Beaker: Three-Dimensional Video Mapping on Curve Surfaces)

Carlos Augusto Bahamón Cardona, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia  
Johan Sebastián Mayorga Sánchez, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia

**Resumen:** Cada vez es más común que las nuevas tecnologías no representen aspectos de innovación para la sociedad, de hecho gracias a los medios de comunicación y el internet nos encontramos a la vanguardia de lo que está sucediendo en el mundo y por ello es fácil asimilar ideas que sean novedosas. En este artículo se presenta una exploración en el arte anamórfico y el procedimiento matemático para llevarlo a cabo. Se examina la deformación visual que tiene la imagen y la proyección que se obtiene al realizarlo en un espejo curvo, el análisis de las variaciones del gráfico distorsionado por medio de aproximaciones cartesianas y la obtención de una ecuación que describe su comportamiento curvilíneo. Los resultados demuestran que este efecto perspectivo se puede replicar digitalmente con procesamiento de imágenes y computación gráfica, en este caso con la especificación estándar OpenGL del lenguaje de programación C++, se recreó una malla de Bézier que simula la deformación de la imagen descrita por la ecuación que al ser proyectada en una superficie cilíndrica y reflexiva toma una forma proporcionada y clara, como solución al video-mapping en superficies curvas e innovación de un medio de comunicación llevado al video en vasos de dispensadores de bebidas.

**Palabras clave:** anamorfosis, arte, procesamiento de imagen, visualización.

**Abstract:** It is increasingly common that new technologies do not represent aspects of innovation to society, in fact thanks to the media and the internet we are at the forefront of what is happening in the world and it is easy to assimilate the ideas. This article presents an exploration into the anamorphic art and mathematical procedure to carry out visual distortion that has the image, the analysis of changes in graphic distorted by Cartesian approaches and obtain an equation describing the curvilinear behavior. The results show that this perspective effect can digitally replicate on image processing and computer graphics, in this case with the standard specification OpenGL programming language C++, a Bezier mesh simulating the deformation of the image described by equation was recreated which when projected on a reflective cylindrical surface take a proportionate and clear form, as a solution to video-mapping on curved surfaces and innovation of a media.

**Keywords:** anamorphosis, art, image processing, visualization.

## Introducción

La abstracción del espacio tridimensional postula la variación de eventos tangibles originados por el ancho, la longitud y la profundidad de un objeto dado, es decir que cada esquema elemental de posicionamiento puede ser localizado en un marco de referencia respecto a un origen. En este caso, cuando el formato físico tiene implicación estereoscópica puesta en una línea de tiempo, logra una nueva expresividad que brinda la sensación de un movimiento gráfico en el espacio. Lo anterior, hace parte de los principios que se han tomado para realizar nuevas propuestas a la vanguardia de la tecnología, un ejemplo de ello es la computación gráfica, que consiste en generar imágenes artificiales a partir de modelos geométricos y físicos (Mery, 2004, pp.4), a partir de la informática visual para la compilación de imágenes digitales o la alteración de información percibida y sustraída del mundo real. Este conocimiento se utiliza en la cotidianidad para el desarrollo de video juegos, captura de video, efectos especiales, animación por computadora, entre otros.

Gracias a ello el sin número de piezas que se puede realizar en un espacio tridimensional es ilimitado, pero el desgaste computacional no, por ello la computación gráfica ha desarrollado la obtención de modelos tridimensionales, a partir de imágenes bidimensionales como mapeo de texturas, correlación de relieve (Bump mapping), sombreador, entre otras representaciones, basadas

en imágenes que han tenido un desarrollo algorítmico para la resolución de sucesos que impliquen un deterioro en los procesos del software. De acuerdo con John Lasseter, director creativo de Pixar, "El arte reta a la tecnología, y la tecnología inspira al arte".

Una de las técnicas más utilizadas de la representación basada en imágenes es el mapeado topológico, creado por James F. Blinn en 1978, que consiste en brindar mayor realismo a una superficie por medio de las normales del plano y los rayos de luz, el resultado es suficientemente delicado y preciso, pues no modifica la topología, ni la geometría del objeto, esto es muy similar a lo que busca resolver el mapeo en video o video mapping, en objetos reales, a diferencia del mapeado topológico al que se le asigna un material dentro del software, el video mapping brinda esta textura por medio de la proyección de luz sobre espacios reales dando la ilusión de movimiento y perspectiva.



(a) (Seeper, 2010)

(b) (Seeper, 2010)

Figura 1: La empresa SEEPER realizo en julio del 2010 una proyección lumínica en dos edificios de Londres dando como resultado un Video Mapping Tridimensional.

## Anamorfosis

Otra situación donde podemos encontrar este mismo comportamiento es en la anamorfosis, esta técnica artística tuvo sus inicios en el siglo XV, se basa en la distorsión de una imagen que al ser vista en un ángulo específico, retoma su proporción y forma, dando la sensación de profundidad, Para llevar a cabo una anamorfosis es necesario un procedimiento tanto óptico como matemático, en la actualidad representa una innovadora forma de crear murales tridimensionales que llamen la atención del público, y ha sido aprovechado por los Street Paint Artist dando a conocer este efecto óptico masivamente.

Pero al final y al cabo, eso es una anamorfosis, y la finalidad es, en cierto modo, pintar una mentira para ver una verdad, o al revés, lo cual hace que recibamos un estímulo visual alterado y que el cerebro procese e interprete algo que parece una continua contradicción. (Gómez, 2011, p.15)

Esta ilusión gráfica no se utiliza solo en el arte callejero, su uso se ha difundido en carteles publicitarios, películas, programas de televisión y su finalidad es la misma, dar la sensación de profundidad.



(a) (Beever, 2012)

(b) (Beever, 2012)

Figura 2: Imagen Anamórfica apreciada en diferentes perspectivas, hechas por el artista Julian Beever.

No obstante, como se observa en las fotografías, su visualización debe ser preestablecida o privilegiada, ya que si esta ilustración es vista desde otro ángulo pierde la coherencia y del mismo modo la proporción.

### *Anamorfosis en la aplicación*

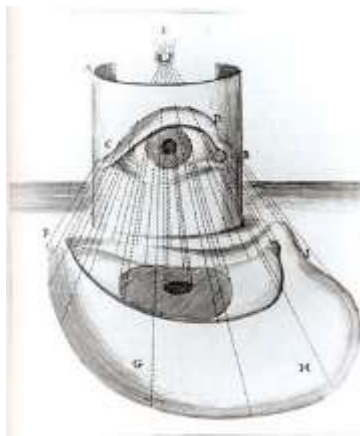
Durante el desarrollo de la investigación en el semillero del Sonido como soporte de la imagen, se planteó realizar una proyección en objetos inanimados con mayor realismo, diferente e innovadora, combinando el video mapping con el anamorfismo, para ello es necesario que los usuarios lo puedan ver desde cualquier ángulo y no se distorsione el efecto óptico.

Las anamorfosis fueron al principio un fenómeno marginal asociado a la óptica y la perspectiva geométrica. Raramente fueron consideradas como una expresión de gran arte, ya que eran únicamente como una curiosidad y en sus cualidades estéticas. (Costa, 2013, p.32)

Al realizar un estudio entre los tipos de anamorfismo, se observó que esta técnica es tan amplia que se puede llevar a cabo en la mayoría de superficies, las dos más representativas son la cónica, que como su nombre lo dice se puede observar en un objeto con forma de cono y así mismo la cilíndrica.

### *Anamorfosis cilíndrica.*

Esta deformación se construye con una transformación matemática, y se lleva a cabo transformando cuadrícula uniforme en curva.



(a) (Bettini, 1642)

Figura 3: Base teórica del anamorfismo cilíndrico.

A diferencia de la anamorfosis convencional, ésta posee la ventaja de ser observada desde cualquier ángulo y no pierde su proporción, por ello puede ser usada como medio de comunicación, y se logra observar por más de una persona al tiempo sin perder la sensación de profundidad.

### *Materiales y métodos.*

Se aplicó en el proyecto como metodología, el proceso unificado de desarrollo de software dirigido por casos de uso, iterativo e incremental, el cual postula un registro de trabajo extendido por medio de modificaciones que se realizan según el plano de verificación y validación.

De acuerdo a lo anterior, la investigación se hizo como un recurso para el desarrollo tecnológico que anima y plantea nuevos campos de estudio hacia la innovación y la comunicación, e incorpora la exploración del anamorfismo como una nueva estructura audiovisual con el fin de detectar la manipulación de las deformaciones cilíndricas para una posible vinculación con el video mapping.

## Resultados

Cuando hablamos de una deformación visual proyectada en una superficie curva, es necesario recurrir a un procedimiento tanto matemático como óptico, por ello los algoritmos requeridos varían según la superficie cilíndrica.

La geometría general del anamorfismo cilíndrico está constituida por una directriz circular y una generatriz perpendicular al objeto, en este caso y para la masificación del producto se plantea realizar un mapeo tridimensional sobre un vaso.

Al igual que un cilindro, un vaso cumple con las características curvas y generalmente posee una generatriz perpendicular, sin embargo, éste no cuenta con dos radios de la misma longitud, es decir que el algoritmo que describe la deformación de la imagen en el vaso debe ser diferente aquella que se refleja en un cilindro convencional.

En este proceso se evidencia la necesidad de estudiar la reflexión del vaso por medio de la incidencia lumínica y su reflejo en un plano cartesiano.

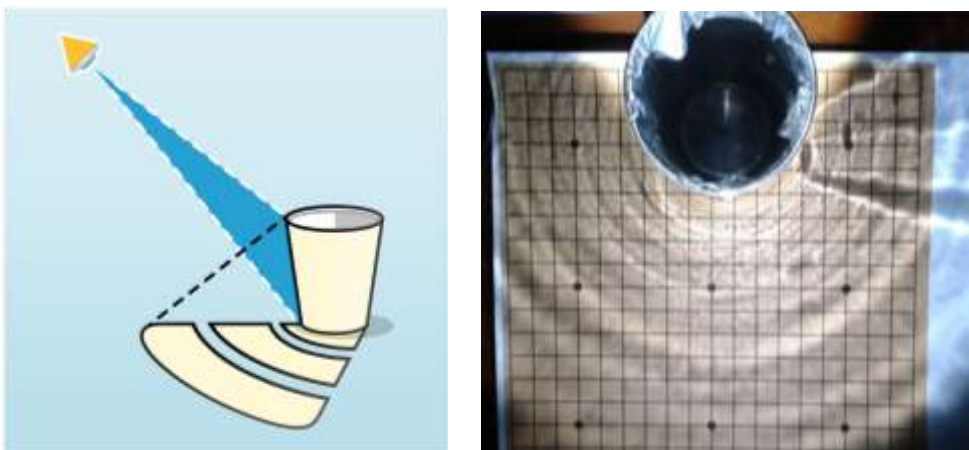


Figura 4: Incidencia de la luz en un vaso con alto índice de reflexión y su reflejo en un plano cartesiano.

### *Análisis*

Al observar la incidencia que ejerce la luz sobre la cuadrícula, se muestra un comportamiento parabólico incremental, donde las ondas que están cerca al vaso son más pequeñas y juntas que aquellas que finalizan la cuadrícula que se caracterizan por ser amplias y separadas.

Lo que indica este fenómeno es que las curvas tienden a un aumento según su posición en el plano cartesiano, es decir que al colocar una imagen para que esta sea reflejada es necesario

que primero tenga un procesamiento digital con una fórmula exponencial para un óptimo resultado.

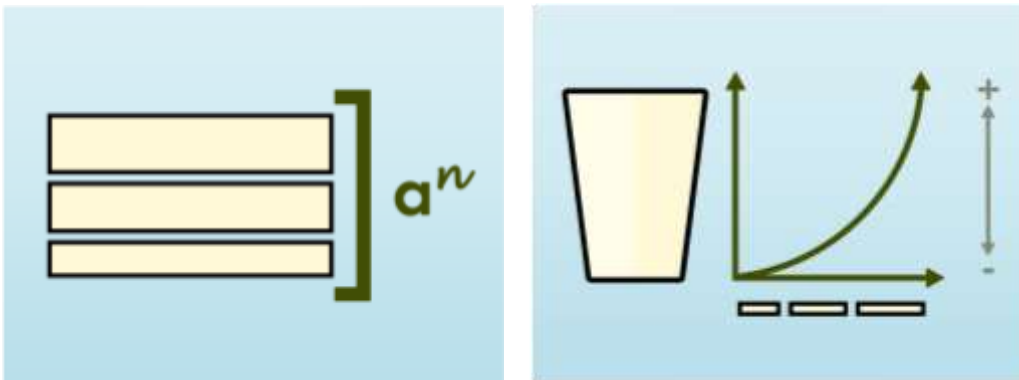


Figura 5: Comportamiento exponencial de la luz, cuanto más lejos se encuentran la amplitud de las ondas lumínicas aumenta.

Se utilizó el lenguaje de programación C++, con la especificación estándar Open GL y la librería Glut, que permite realizar diversas funciones con el sistema operativo, y cuenta con manejo de geometrías bidimensionales y tridimensionales, luego, se realizó una malla Bézier que permitiera la deformación de la misma utilizando ecuaciones numéricas.

Posteriormente, para hallar la ecuación que describe los movimientos curvos de la luz, se evidencia que las parábolas reflejadas son simétricas por coincidir en un eje vertical, de este modo se puede utilizar la ecuación general de la parábola donde, los puntos que se tomen para su posterior estudio se verán duplicados al lado inverso del eje.

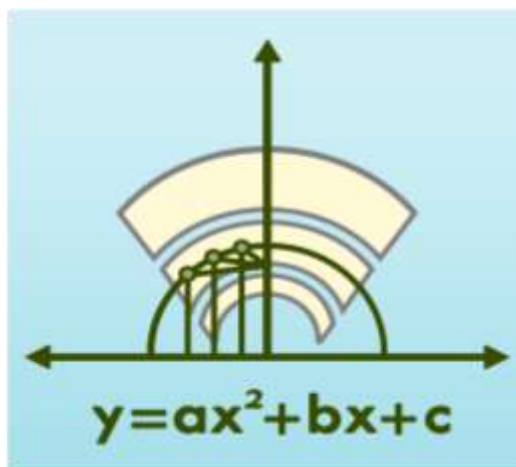


Figura 6: Ecuación de la parábola en la forma  $y=ax^2 + bx + c$  aplicada a las ondas de luz.

Para la combinación de la ecuación exponencial de la imagen y de la parábola, es necesario realizar por medio de algebra lineal una multiplicación matricial que de sentido a la imagen y de este modo sea correctamente reflejada en el vaso.

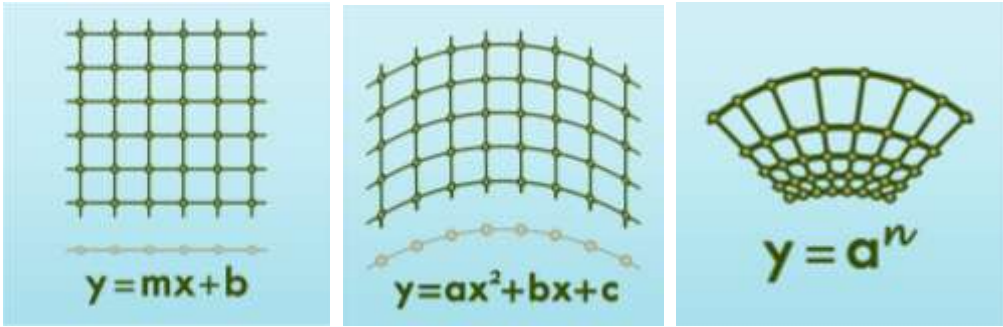


Figura 7: Forma teórica que debería adaptar la malla con cada una de las ecuaciones.

Al realizar estas deformaciones en el procesamiento digital se obtuvo un resultado óptimo que se puede ejecutar en una serie de imágenes de manera automática, lo que brinda una facilidad para modificar no solo cuadros estáticos de píxeles, si no también fotogramas de video e implementarlos como piezas publicitarias audio-visuales.



Figura 8: Imagen final al modificar un cuadro de la película Buscando a Nemo de pixar.



Figura 9: Reflejo de la imagen en el vaso.

## Conclusiones

Por medio del procesamiento de imágenes, este artículo logra vincular las características del arte y la tecnología para innovar en la estructura de medios publicitarios, de entretenimiento y educación, con técnicas artísticas donde es necesario comprender la realidad para poder transformarla.

Aunque tener una estructura cilíndrica facilita el análisis de modelos algebraicos, teniendo en cuenta su simplicidad geométrica respecto a otras figuras, este proyecto de investigación se puede llevar a cabo

con todo tipo de piezas de mayor o menor complejidad para el desarrollo de nuevas formas y técnicas de anamorfismo y así mismo de video mapping un ejemplo de ello son las estructuras irregulares, que de hacerlo de la manera convencional haría imposible su proyección y difusión.

Por otra parte, el anamorfismo aunque ha sido una técnica muy utilizada y acogida en el cine, el dibujo y publicidad, cuenta con un potencial enorme al que no se le ha dado la importancia requerida y que sin duda marcará una nueva era en la difusión de contenidos.

A partir de los resultados visuales generados por el software es indiscutible el acompañamiento con la implementación del sonido, formando composiciones agradables que generen mayor impacto en los usuarios, y se pueda tener una experiencia más inmersiva, además de poner en marcha la creatividad, de artistas e ingenieros de atreverse a generar desarrollos tecnológicos que fomenten el interés de nuevos medios de comunicación.

El movimiento relativo de las ondas de luz tiene parámetros de movimientos únicos, aunque puede haber diferentes tipos de movimiento dentro de una misma estructura, estos son completamente diferente a las demás ya sea por su tamaño o forma, no se puede utilizar las mismas condiciones para varios objetos ya que tendrán un resultado diferente para ello es necesario que el software pueda fácilmente cambiar las variables de la estructura en este caso radio superior en inferior y longitud del vaso.

Para finalizar, es pertinente exponer como el conjunto de mapeado puede brindar mayor realismo y detalle a una superficie dando la sensación de profundidad, de igual forma aunque el uso del video mapping tridimensional sobre superficies curvas se haya llevado a cabo en un vaso, este se puede utilizar en cualquier superficie cóncava, desde una caneca de basura, hasta la estructura cilíndrica de un edificio.

## **REFERENCIAS**

Ambrose, G. (2006). *Color Volumen 5 de Bases del diseño*. Valencia, España: Grupo Editorial Norma.

Costa, J. (2013). *La forma de las ideas*. Barcelona, España: Costa Punto Com.



- Foley, J. (1996). *Computer Graphics, principles and practice*. Reino Unido, Londres: Addison-Wesley.
- Gómez Rodrigo, M. (2011). *Anamorfosis: El ángulo mágico*. Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Kemp, M. (2000). *La ciencia del Arte Volumen 53 de Arte y Estética*. Madrid, España: Akal.
- Llorens, V. (1995). *Fundamentos tecnológicos de video y televisión Volumen 13 de papeles de comunicación*, Barcelona, España: Paidós.
- Mery, D. (2004). *Visión por computador*, Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile.
- Poppy, E. (2004). *Exploring the Elements of Design DESIGN EXPLORATION SERIES*. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning.
- Rancière, J. (2007). *The future of the image*. trans. g. elliot. london and new york: verso.
- Royo, J. (2004). *Diseño Digital Volumen 3 de Paidós Diseño*. Barcelona, España: Paidós.
- Terence, D. (1992). *Guía complete de ilustración y diseño: técnicas y materiales volumen 6 de Artes, técnicas y métodos*, Valencia, España: Akal.

## **SOBRE EL AUTOR**

**Johan Sebastián Mayorga Sánchez:** Ingeniero en Multimedia de la Universidad Militar Nueva Granada con alta capacidad administrativa e investigativa, pertenece al semillero de investigación “LA TRAMOYA” en el grupo El sonido como soporte de la imagen, donde ha participado durante los últimos dos años.

***Carlos Bahamón:*** A la fecha, el trabajo de Carlos Bahamón tiene más de doce años. En ese tiempo ha dirigido proyectos que reúnen animación, arquitectura, fotografía, publicidad, diseño de interiores, diseño gráfico, diseño web y multimedia.