

# USO DE MÉTODOS COMPUTACIONALES EN LA ENSEÑANZA DE LAS FORMAS COMPLEJAS, CASO: PARABOLOIDE HIPERBÓLICO

*Carolina*  
**CARMONA APARICIO<sup>1</sup>**

M. en Arq. Facultad de  
Arquitectura, Universidad  
Nacional Autónoma de  
México, UNAM, Mexico

Email: kararq@gmail.com

## **PALABRAS CLAVE**

Enseñanza, paraboloides hiperbólicos, formas complejas, métodos computacionales.

## **RESUMEN**

Las formas complejas representan un interesante modelo de diseño para los estudiantes de arquitectura, sin embargo su enseñanza y entendimiento son difíciles. Esto se debe a modelos matemáticos abstractos, a la dificultad de visualización de las geometrías, y al desconocimiento de su comportamiento estructural. Dichas problemáticas pueden ser resueltas con el uso de tecnologías que nos permitan la generación de modelos virtuales que el alumno pueda manipular, aparte de analizar geometrías con un amplio historial de aplicaciones y estudios de su comportamiento. Las metodologías computacionales y didácticas son esenciales para el orden y desarrollo del proceso de enseñanza, al igual que referirse a casos constructivos existentes, por lo que se ha escogido al paraboloides hiperbólico como objeto de estudio.



## Panorama

En la enseñanza de la arquitectura, uno de los retos más importantes es la incorporación de nuevas opciones de diseño para los estudiantes. Podemos incursionar actualmente en patrones que eran poco recurridos debido a su dificultad, tal es el caso de las formas complejas que para su enseñanza y entendimiento requieren de procesos de visualización que antes no eran posibles dentro del salón de clases, pero que hoy en día sí lo son. Otro fac-

tor importante radica en la abstracción matemática que las formas representan, es muy diferente aprender con base a una fórmula, que con imágenes auxiliares que nos muestren el desarrollo de la geometría, ya que estas últimas fomentarán un mayor entendimiento del concepto. Como ejemplo, la generación de las superficies por traslación: a partir del uso de esquemas es más fácil entender los conceptos de generatriz y directriz, además de dar un aspecto visual concreto y una posible aplicación a la forma resultante.

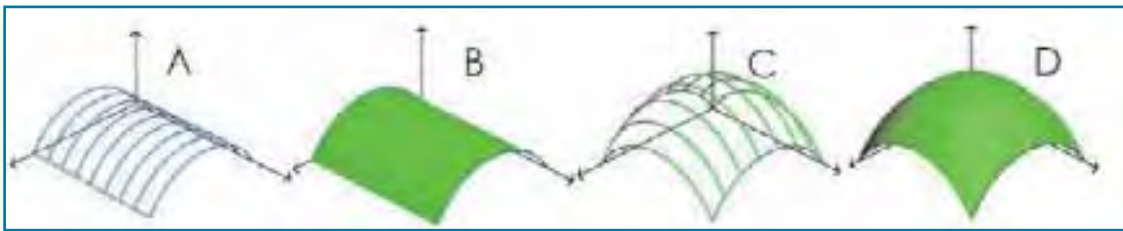


Fig. 1. Esquemas para explicar la generación de las superficies por traslación.

## Métodos Computacionales

Gracias a los recursos de medios computacionales actuales, podemos tener mejores herramientas didácticas que faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje. Con los diferentes programas de visualización y modelado, (AutoCAD, ArchiCAD, Rhino, 3d Max y Maya por citar algunos), el estudiante puede tener mayores herramientas para conceptualizar todo tipo de

formas. Esto representa una mayor libertad para los procesos de diseño, ya que se puede

dar un manejo y manipulación de la forma, a partir de rotar y modificar el elemento en las tres dimensiones. Anteriormente esto no era posible, al igual que la experimentación de diferentes materiales que pueden ser adaptados y dispuestos según la conveniencia del proyecto.

En la Fig2, la modificación de la forma es evidente, al generar en ella diferentes tipos de cortes, que dan como resultado superficies derivadas de la misma geometría, concepto que se maneja con claridad gracias a la visualización en tres dimensiones.



Fig. 2. Manipulación de la forma, diferentes tipos de cortes a la superficie.

La realidad virtual, tiene que venir acompañada de una correspondencia del modelo geométrico y estructural, esto es para poder tener diseños que sean construibles y no solo utopías, por esta razón, para el proceso de enseñanza necesitamos de geometrías que tengan un concepto estructural definido.

**En la enseñanza de la arquitectura, uno de los retos más importantes es la incorporación de nuevas opciones de diseño para los estudiantes**

## Caso: Paraboloide Hiperbólico

El paraboloide hiperbólico, cumple con las condiciones antes mencionadas, ampliamente recurrido en la arquitectura, y con diferentes aplicaciones en cuanto a forma y materiales, la única limitación que puede tener es su complejidad. Sin embargo se puede estudiar con modelos visuales que permitan comprender la conformación de la geometría y los diferentes cortes y posiciones de la superficie. Uno de los mayores cuestionamientos es encontrar la posición de las parábolas y las hipérbolas, las primeras se encuentran delimitando a la superficie, mientras que las segundas se ven mediante la intersección de un plano como se muestra en la Fig3, donde la imagen hace un concepto más claro.

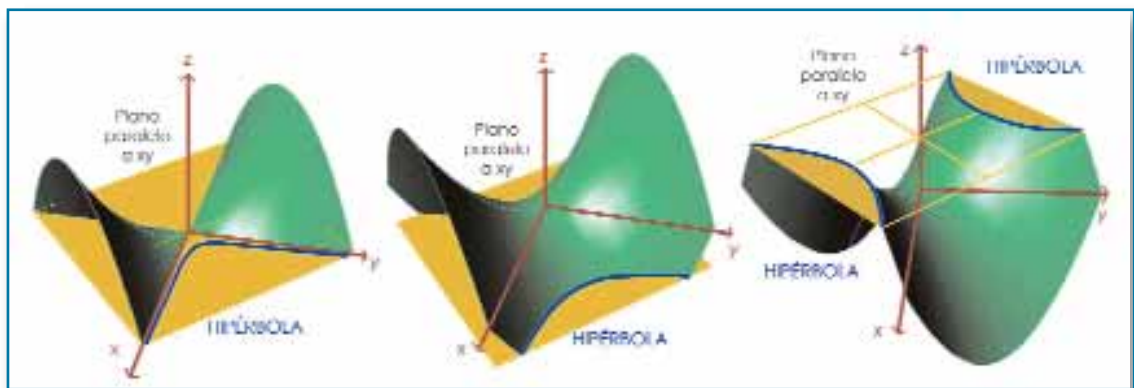


Fig. 3. Ubicación de hipérbolas en la superficie del paraboloide hiperbólico.

Otra de las complejidades de esta geometría esta en sus métodos de generación ya que la superficie también puede estar conformada por rectas, si bien la traslación de las parábolas es evidente, la posición de las rectas resulta confusa. Por medio de los programas de dibujo, se puede indicar la metodología paso por paso para que los sistemas coinci-

dan. Dicha correspondencia la he nombrado, sistemas de curvas y rectas, y de nuevo se demuestra que las imágenes generadas por recursos computacionales hacen que la explicación en el aula sea posible. En las décadas pasadas, el proceso de enseñanza de esta clase de tópicos, se hubiera complicado por la cantidad de pasos del proceso.

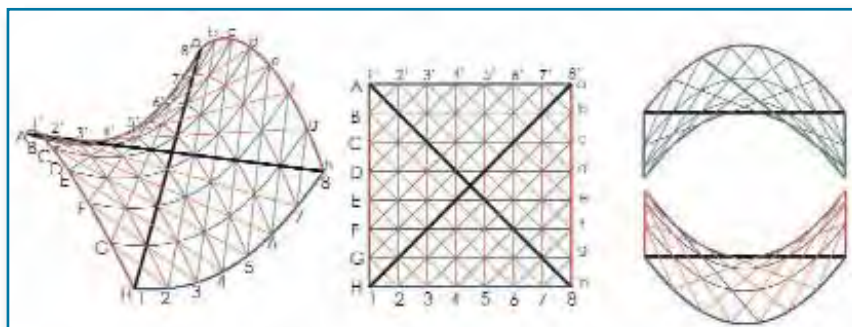


Fig.4. Sistemas de curvas y rectas en la superficie.

## Didáctica y aplicación

Aplicado a la didáctica la conformación de los recursos visuales, tienen que ir enfocados a los casos constructivos directos, esto es para que el estudiante no vea a la geometría tan solo como un recurso abstracto, sino como una opción de directa de aplicación a sus proyectos. Por otra parte también es esencial, la formación de metodologías didácticas, tanto para la enseñanza de la técnica de diseño,

como para el modelado y visualización en los diferentes programas de cómputo. La ejemplificación de este concepto, se da al tomar una combinación de mantos de paraboloides hiperbólicos, la metodología describe el proceso de formación de la superficie compuesta llamada paraguas, visualizaciones en tres dimensiones, ubicación de puntos y de mantos, referencia a un sistema de ejes cartesianos, rotación del modelo y finalmente la analogía con un caso construido.

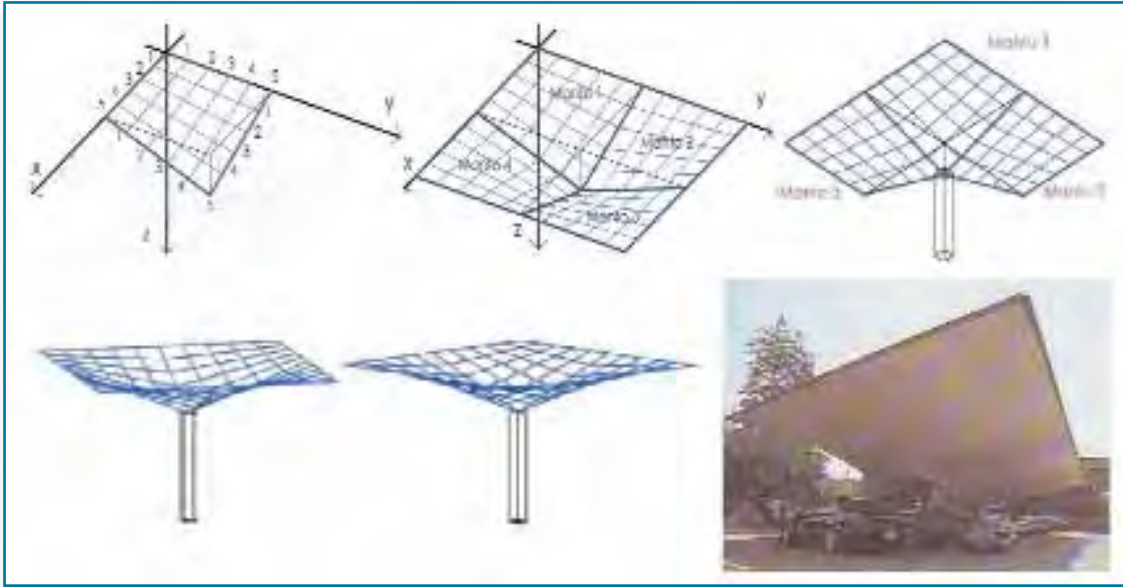


Fig. 5. Metodología para el diseño de un "paraguas". La analogía construida es del edificio Bacardi y Cía, México, (Tonda, 2000, pp 35)

En definitiva, las posibilidades para la enseñanza y aprendizaje de formas complejas, se ven enriquecidas con el uso de estas metodologías, a la vez procesos matemáticos como la ubicación de puntos, se facilitan con los

esquemas en tres dimensiones, como se ve en la Fig 6, en la vista de planta la superficie es confusa, sin embargo al ver su manejo en tres dimensiones, se vuelve mucho mas clara para su explicación.



Fig. 6. Ubicación de puntos en la superficie de un paraboloides hiperbólico.

## Metodología didáctica para el diseño del paraboloides hiperbólico

Siguiendo los parámetros antes descritos, he desarrollado esta metodología enfocada al caso de estudio del paraboloides hiperbólico, donde se abarcan los contenidos de concepto general de la forma, curvas generadoras, aplicaciones a la arquitectura, generación de la superficie, métodos constructivos, proyecto,

utilidad, diseño y aproximación al cálculo. Las aportaciones más importantes, radican en las posibilidades de combinación de la geometría, como se ve en la Fig.7; la inclusión de procedimientos computacionales que ayuden a los estudiantes a dibujar la superficie en programas de modelado digital y la generación de plantillas para modelos a escala en materiales flexibles. Finalmente se muestra esencial la distribución de este material, donde los medios electrónicos como internet, han sido fundamentales para el enriquecimiento y difusión de la metodología didáctica.



Fig. 7. Modelado digital de algunas posibilidades de combinación del paraboloides hiperbólico.

### CONCLUSIONES

Se han presentado una serie métodos computacionales y didácticos para la enseñanza de una forma compleja: la del paraboloides hiperbólico. Se escogió esta geometría por su versatilidad morfológica, constructiva y estructural; representando amplias opciones de combinación y utilización en proyectos arquitectónicos. Con este trabajo, se amplian las posibilidades de diseño para los estudiantes, enriqueciendo el proceso enseñanzaaprendizaje a partir del uso de la tecnología. Geometrías y combinaciones complejas, se pueden volver sencillas y entendibles, a partir de la aplicación y ordenamiento correcto de visualizaciones y técnicas de realidad virtual con un enfoque metodológico.

### REFERENCIAS

- [1] C. Carmona A. (2008) "Estudio sobre el diseño del paraboloides hiperbólico" Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- [2] J.A. Tonda M. (2000) "Félix Candela", Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Publicaciones, México, 3235.
- [3] M. Bermejo H. (1999) "Geometría descriptiva aplicada", Editorial AlfaOmega, México, 3045.
- [4] <http://www.mathcurve.com/surfaces/paraboloidhyperbolic/paraboloidhyperbolic.shtml>
- [5] <http://www.fpolar.org.ve/matematica3/fasciculo18.pdf>
- [6] [http://www.facd.ubiobio.cl/2ctv/tema\\_4.pdf](http://www.facd.ubiobio.cl/2ctv/tema_4.pdf)