

Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata

GEOMETRÍA Y DISEÑO: LA CONSTRUCCIÓN DE ÓVALOS

FEDERICO, CARLOS^(1,3); DÍAZ, NÉSTOR^(1,4); ARIAS MERCADER, MARÍA^(1-2,5)

¹Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de La Plata. ²Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación - Universidad Nacional de La Plata

³cvfederico@yahoo.com.ar . ⁴ nestoralbertodiaz@gmail.com. ⁵ mjarias@hotmail.com

⁵ mjarias@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo forma parte de la investigación que llevan a cabo los autores, quienes pertenecen a la Cátedra de Matemática N° 1 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNLP. En su desempeño en acciones de posgrado, los mismos desarrollan el análisis de las formas ovoides y la construcción de huevos euclídeos en el curso “Geometría y Arte. Morfogeneradores geométricos en el Diseño” perteneciente al Programa de Actualización Profesional (PAP) de la misma Facultad. En la actualidad, se encuentran numerosos ejemplos de hechos proyectuales pertenecientes a la Arquitectura y al Diseño Industrial que recurren a formas ovoides, en variados objetos de uso, algunos de los cuales se describen en el presente trabajo. El huevo consiste en una superficie de revolución que presenta simetría con respecto a su eje de revolución, y que no es simétrica respecto a un eje perpendicular al anterior. Su sección longitudinal corresponde a la configuración oval. Cuando se trabajan las construcciones con regla y compás en Geometría, resulta poco frecuente el abordaje del estudio y la construcción de óvalos, entre los que se incluyen los huevos. En esta ocasión, se presentará la construcción de la sección longitudinal de huevos euclídeos, utilizando a la *vesica piscis* como figura auxiliar.

Palabras clave: diseño, geometría, óvalos, construcción, vesica piscis.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se focaliza en el relevamiento de la presencia en el Diseño Arquitectónico e Industrial de formas ovoides, y la construcción con regla y compás de huevos euclídeos. Forma parte de la investigación que los autores, integrantes de la Cátedra de Matemática N° 1 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (FAU-UNLP), llevan a cabo. Dicha temática es desarrollada en el curso de posgrado “*Geometría y Arte. Morfogeneradores geométricos en el Diseño*” perteneciente al Programa de Actualización Profesional (PAP) de dicha Facultad.

El huevo como objeto simbólico ha sido empleado por diversas culturas, con distintos sentidos, en diferentes momentos históricos. Desde mediados del siglo XX y en especial en este siglo, las formas ovoides han irrumpido con fuerza en el diseño industrial y arquitectónico. A su vez, los diseños innovadores centrados en las formas orgánicas que aportan los huevos, se han visto favorecidos por los nuevos materiales y los software de computadora. Desde este lugar, resulta relevante su análisis y construcción tanto para los profesores de Matemática como para los graduados de carreras de Diseño.

Los óvalos son objetos complejos que dan lugar al abordaje de su estudio como problema interdisciplinario, cuyos diferentes aspectos requieren la cooperación de ciertas bien individuadas disciplinas para poder analizar y comprender el mismo (Agazzi, 2010). En particular, admite ser analizado desde la Geometría, el Diseño, la Historia y su simbolismo en las distintas culturas. En este trabajo, sólo nos centraremos en los dos primeros aspectos.

ÓVALOS EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO E INDUSTRIAL

Considerando la profusión en el uso de curvas y formas orgánicas en el Diseño desde fines del siglo pasado y lo que va de este, el uso de las mismas viene ganando adeptos tanto en diseñadores como en consumidores. Para verificarlo, basta revisar los últimos concursos internacionales de Arquitectura y darle un vistazo a los productos industriales presentados en las exposiciones internacionales de diseño industrial. Esto tiene relación, sin dudas, con la visión icónica que se obtiene a partir de los proyectos realizados mediante programas de tres dimensiones generados por computadora. En el caso particular de la Arquitectura, el uso de este tipo de software dio lugar a lo que se conoce como Blog Architecture, que en líneas generales se trata de edificios de gran complejidad formal, con una fuerte impronta de uso de curvas.

La configuración oval, con sus curvas suaves no escapa a esta tendencia, y su construcción no reviste mayor complejidad. Es así que, la forma del huevo de gallina, se está utilizando como morfogenerador en el Diseño Industrial en los más variados objetos de uso; y también en el diseño arquitectónico, impensado hasta no hace mucho tiempo. La presencia de estas formas ovoides se manifiesta tanto a partir del corte longitudinal del huevo, y de seccionar y perforar su volumetría en sus más variadas maneras, como a partir del volumen completo del huevo.

En el diseño industrial los objetos con forma de huevo comienzan a ser relativamente frecuentes, especialmente en enseres, muebles y aparatos electrónicos, todos con el distintivo de “objetos de diseño” que les otorga cierta plusvalía. Tomando el volumen del huevo en su totalidad, abarcan una variedad de funciones: desde un salero de mesa hasta un MP3, pasando por calentadores de manos, mouses, parlantes, proyectores de imágenes, lámparas, y hasta una heladera portátil. Si se considera al volumen de un huevo recortado

en distintas partes, da origen a estructuras de sillas, sillones, bañeras y camas, por citar solamente algunos ejemplos.

Presentamos aquí algunos casos del uso del huevo de gallina como morfogenerador en el Diseño Arquitectónico, que cubren un amplio abanico desde el punto de vista funcional y, van desde una vivienda unifamiliar, un ejemplo de arquitectura sanitaria de baja complejidad, hasta un gran centro comercial exponente de la denominada arquitectura *high-tech*.

En primer lugar, presentamos la Eggo House: en 2006, con el fin de crear un anexo a una vivienda de Praga, la firma A69 Architects, integrada por Boris Redčenkov, Tomasek Prokop y Jaroslav Wertig, con la cooperación de Tomás Amtmann, diseñó alrededor de un jardín el programa de necesidades, dando una solución un tanto inusual (Figura 1).



Figura 1: Eggo House.

El artefacto arquitectónico se desarrolla alrededor de un espacio abierto cuya planta tiene forma de huevo seccionado longitudinalmente. Una losa plana cubre las dependencias y fue agujereada en forma de ovoide para dar lugar al jardín.

Por otra parte, en Nottingham, Reino Unido, se encuentra uno de los Centros del Cáncer de Maggie. Esta red, organizada por Maggie y Charles Jencks atiende en forma gratuita a pacientes de cáncer, sus familiares y amigos. Diseñado por los arquitectos de CZWG Arquitectos, el jefe del proyecto es el arquitecto Pierre Gough, autor de los Muelles Gough, mientras que en los interiores del edificio trabajó el diseñador Paul Smith (Figura 2).



Figura 2: Centro del Cáncer de Maggie. CZWG Architects.

Finalmente, el Galaxy Soho, diseñado por la multipremiada arquitecta Zaha Hadid y terminado de construir en 2012, es un centro comercial ubicado en Pekín (Figura 3). Las cuatro imponentes masas ovoideas que lo componen se organizan en torno a un patio central que las conecta a diferentes niveles, espacios que carecen de esquinas y de transiciones abruptas, una reinención del patio chino clásico conceptualizado a partir del uso de curvas suaves.



Figura 3: Galaxy Soho, Zaha Hadid.

Los anteriores son sólo algunos ejemplos de hechos arquitectónicos que tienen como idea rectora la forma ovoide, dado que hay muchos más. Entre los mismos podemos citar por su importancia: el Ayuntamiento de Londres de Norman Foster de 2002; el Centro Comercial Peek & Cloppenburg de Renzo Piano, en Colonia, Alemania, finalizado en 2005; el Gran Teatro Nacional de China de Paul Andreu, realizado en Pekín en 2007; el Gran Teatro Jinan de Paul Andreu, en Shandong, China, terminado en 2013; y el Cyberecture Egg de James Cyberlector International, de Mumbay, India, en etapa de programación para su construcción.

CONSTRUCCIÓN DE HUEVOS EUCLÍDEOS CON REGLA Y COMPÁS

Cuando se estudian las construcciones geométricas con regla y compás, resulta poco frecuente el abordaje de los óvalos, entre los que se incluyen los huevos euclídeos o euclidianos. El huevo de ave puede interpretarse como una superficie de revolución que es simétrica respecto a su eje de revolución y no lo es respecto a un eje perpendicular al mismo. Cada extremo del huevo tiene un radio de curvatura distinto. La sección longitudinal de esa superficie corresponde a la configuración oval.

La construcción de óvalos con regla y compás se basa en la idea de formar una curva suave conectando arcos de circunferencia de diversos radios. Dicha curva no puede tener quiebres en el punto donde dos arcos se encuentran. Para ello, debe ocurrir que una recta que pase por los centros de los dos arcos, pase también por el punto de intersección de los mismos (Figura 4).

Los radios pueden tener cualquier magnitud, y los centros de los arcos pueden pertenecer a semirrectas opuestas con origen en el punto de intersección de los arcos, o a la misma semirrecta. Los puntos B son las intersecciones de los arcos AOB y BO'C.

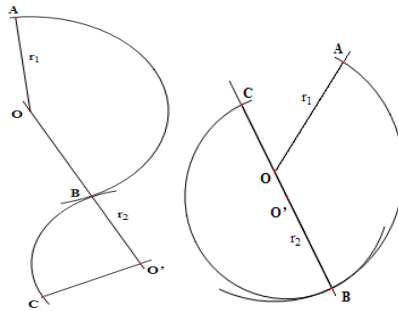


Figura 4: Curvas suaves

A continuación se construirán algunos óvalos planos ideales denominados huevos euclídeos o euclidianos, considerando su sección longitudinal. En estas construcciones con regla y compás son relevantes las proporciones, no importando la escala real.

Construcción de la Vesica Piscis

Al construir huevos euclídeos es frecuente emplear como figura auxiliar la Vesica Piscis. Vesica significa vejiga, que al llenarse de aire adquiere la forma de pez (piscis). Ésta era el diagrama central de la Geometría Sagrada en el misticismo cristiano de la Edad Media, representando simbólicamente a Cristo. La Vesica Piscis es la región que une el cielo y la tierra, lo superior y lo inferior, el creador y la creación, y se vincula morfológicamente a un pez, símbolo que identificaba a los cristianos en el Imperio Romano.

Para su construcción se traza una circunferencia de centro A y radio cualquiera. Desde cualquier punto B de esa circunferencia, se traza una nueva circunferencia con el mismo radio. La intersección de ambas determina una región denominada Vesica Piscis (VP) (Figura 5).

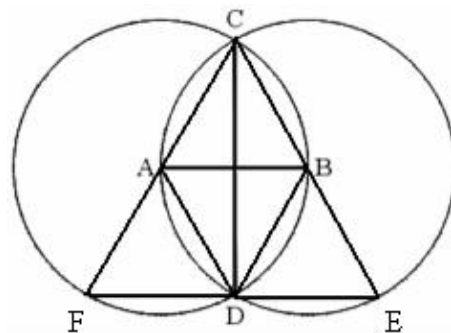


Figura 5: Vesica Piscis

Existen numerosas aplicaciones de la Vesica Piscis en el Diseño. Se la ha utilizado como elemento ordenador de distintas composiciones: pictóricas, escultóricas y arquitectónicas, cuyas temáticas corresponden principalmente a la religión Católica, al poseer una carga simbólica muy importante para el cristianismo. También antiguas culturas occidentales y orientales la utilizaron, aunque obviamente como materialización de otros significados simbólicos (Federico *et al.*, 2007).

Construcción del huevo de Duero

En particular, la morfología del huevo de gallina responde a una superficie mínima, característica de los materiales flexibles, donde se conjugan: la tensión superficial que tiende a contraerla al mínimo, la presión interna del volumen fijo que contiene, y las fuerzas (entre otras la gravitatoria), que distorsionan la superficie deformando su esfericidad. La rigidez de la cáscara del huevo se debe a un proceso electroquímico que deposita el material calcáreo sobre la membrana exterior flexible y con forma ovalada. Se presenta a continuación la construcción del huevo de gallina debida al matemático y artista Alberto Duero (1471 – 1528), que es una de las construcciones de huevos euclídeos (Figura 6).

- 1.- Se construye una Vesica Piscis (VP) de eje menor AB.
- 2.- Se traza el eje mayor de la VP, MN. Por el centro O, intersección de los dos ejes, se construye una circunferencia de radio OB, determinándose así el punto C, punto de intersección de la circunferencia con el eje mayor de la VP.
- 3.- Se une A con C determinando el punto E sobre la VP.
- 4.- Se une B con C determinando el punto E' sobre la VP.
- 5.- Con centro C y radio CE se traza un arco de circunferencia EE'.

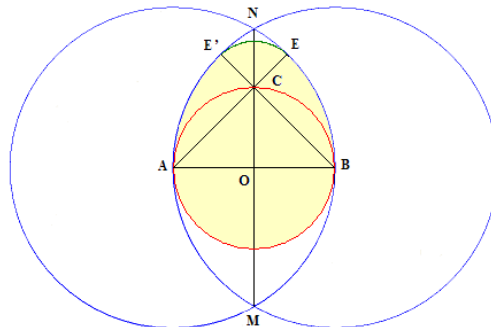


Figura 6: Huevo de Dürero

Queda determinado de esta manera el huevo euclídeo, formado por los cuatro arcos de circunferencias: AB; BE; EE' y E'A.

El punto de intersección de los arcos AE' de centro B, y E'E de centro C, es E'. Tal como se requería, para que no haya quiebre en la curva, la recta que pasa por los centros B y C de ambos arcos, pasa por el punto de intersección de los mismos, E'. Lo mismo ocurre para los otros puntos de intersección de los pares de arcos restantes.

Construcción de otro huevo euclídeo

Se analiza a continuación otra construcción de un huevo euclidiano, también a partir de una Vesica Piscis (Figura 7). Se ha elegido para este trabajo presentar dos de las ocho construcciones que se abordan en el curso de posgrado.

- 1.- Se traza la circunferencia de centro A y radio AB. Con el mismo radio se traza una nueva circunferencia de centro B. De la intersección de ambas circunferencias se determina la VP de eje menor AB, eje mayor CD y centro E.

- 2.- Se prolonga el eje menor de la VP y se traza la circunferencia de centro A y radio AE, determinando el punto F sobre la prolongación del eje menor de la VP.
 - 3.- Se traza por F una paralela al eje mayor CD de la VP, determinando los puntos G y H en la intersección de la misma con la circunferencia de centro A y radio AB.
 - 4.- Se trazan las rectas GD y HC.
 - 5.- Con centro G se traza la circunferencia de radio GD.
 - 6.- Con centro H se traza la circunferencia de radio HC.
 - 7.- Se trazan las semirrectas GE y HE, que determinan sobre las circunferencias de centro G y H, respectivamente, los puntos J e I.
 - 8.- Se prolonga la recta GH a ambos lados.
 - 9.- De la intersección de la prolongación de la recta GH con la circunferencia de centro G y radio GD se obtiene el punto L, quedando determinado el arco JL.
 - 10.- De la intersección de la prolongación de la recta GH con la circunferencia de centro H y radio HC se obtiene el punto K, quedando determinado el arco KI.
 - 11.- Con centro en F se traza la circunferencia de radio FK, determinándose el arco LK.
 - 12.- Con centro en E se traza la circunferencia de radio EI, determinándose el arco IJ.
- De este modo queda construido el huevo euclídeo, formado por la conexión de cuatro arcos de circunferencias: IJ; JL; LK y KI. El punto de intersección de los arcos IJ de centro E, y JL de centro G, es J. Tal como se requería, para que no haya quiebre en la curva, la recta que pasa por los centros E y G de los dos arcos pasa por el punto de intersección de los mismos, J. Lo mismo ocurre con los puntos de intersección de los tres arcos restantes.

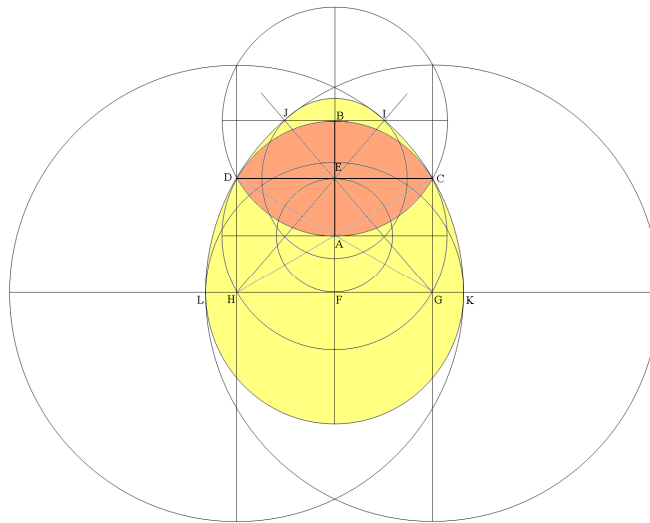


Figura 7: Otro huevo euclídeo

CONCLUSIONES

Los nuevos programas computacionales, los nuevos materiales y cierta preferencia por las líneas orgánicas y contornos ovales que diseñadores y consumidores comienzan a evidenciar en las últimas décadas, ha favorecido la presencia de los óvalos en el Diseño Arquitectónico e Industrial. Es indudable que su utilización responde a la búsqueda de una imagen icónica que se destaque, pero no hay que olvidar los beneficios estructurales de esa

forma. En el caso de la Arquitectura, un edificio con forma de huevo es muy probable que se convierta en icono y seguramente alcanzará la categoría de hito en el medio que se inserte, por su fuerte lenguaje visual.

Las formas ovoides presentes en estas ramas proyectuales, requieren, para ser analizadas, tanto el punto de vista del Diseño, como el de la Geometría que permite modelizar las mismas. En particular, la construcción con regla y compás de huevos euclídeos aporta a la comprensión de las formas ovoides. Sin embargo, el análisis no se agota aquí, dado que completar el mismo requiere recurrir a la presencia de la configuración oval en diferentes momentos históricos, así como al estudio de su simbolismo para las diferentes culturas considerando que el huevo como símbolo encierra un significado arquetípico interior que conduce a realidades de orden superior, pero esto será parte de la presentación de un futuro trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agazzi, E. (2010). *El desafío de la interdisciplinariedad: Dificultades y logros*. Disponible en: <http://dspace.unav.es/dspace/bitstream/10171/5877/1/EVANDRO%20AGAZZI.pdf>.

Consultado el: 16-11-2014.

Alsina, C. (2005). *Geometría cotidiana: Placeres y sorpresas del diseño*. Barcelona: Rubes Editorial S.L.

Brunés, T. (1967). *Los secretos de la antigua geometría y su utilización*. Copenhague: Rhodos.

Cook, T. (1978). *The Curves of Life*. New York: Dover Publications.

Correa Pinto, N. (1992). *Desenho Geométrico*. São Paulo: Editora Moderna Ltda.

Federico, C.; Díaz, N. y Arias Mercader, M. (2007). Geometría y Diseño en un curso de posgrado: un enfoque interdisciplinario. *Journal of Mathematics & Design*, 7 (1): 241-251.

Gómez Borobia, S. (2012). *Arquitectura última*. Disponible en: <http://stgb.blogspot.com.ar/2012/12/ovoides.html>. Consultado el: 2-5-2015

Lockwood, E. (1961). *A Book of Curves*. Cambridge: Cambridge University Press.

Pedoe, D. (1984) *La geometría en el arte*. Barcelona: Gustavo Gili.

Pérez Sanz, A. (2011). *Más por menos. La Aventura del Saber*. Madrid: Espasa Libros.