

## **XIII JORNADAS DE INVESTIGACION CAEAU**

### **PLEGADOS DESDE CURVAS DERIVADAS DEL EUR R<sup>1</sup>** Marcela Franco<sup>2</sup>

#### *Introducción*

Con la inquietud de actualizar, ampliar y enriquecer el lenguaje de formas de los arquitectos y diseñadores, en los últimos años nos centramos en desarrollar transformaciones de Curvas derivadas de la Espacialidad del Espacio Unitario Recíproco Radial (EUR R). Como arquitectos es inevitable pasar a la instancia de aplicar dichos resultados al diseño para contribuir al desarrollo de un lenguaje geométrico acorde con los desarrollos de la forma arquitectónica compleja contemporánea.

El objetivo en esta instancia es comenzar a analizar alternativas para aplicar dichas curvas tanto al diseño, como en la enseñanza de grado de carrera de arquitectura y diseño interior.

Iniciamos dicho proceso y de las múltiples aplicaciones a la arquitectura y al diseño, en esta oportunidad nos centramos en el Plegado Curvo de superficies para la generación y materialización de superficies espaciales. Comenzamos a desarrollar y analizar patrones que presentan plisados por Familia de Curvas clásicas abiertas, cerradas, simétricas y asimétricas.

El plegado curvo se ha empleado en disímiles disciplinas, por ejemplo, en el diseño industrial, en mobiliarios, instalaciones, generación de espacio arquitectónico y estructuras edilicias.

Actualmente este tema se puede explorar con las nuevas tecnologías desde los softwares de arquitectura paramétrica y también las tecnologías de corte láser, o por agua, en materiales tal diferentes como papel, polipropileno, láminas de: madera, acero, aluminio, acero inoxidable, etc.

#### *Antecedentes del plegado curvo*

El plegado curvo se remonta al doblado de servilletas del siglo XVII (imagen 1). Le siguen las experiencias didácticas para desarrollo de la creatividad del artista plástico Josef Albert en la mítica escuela alemana Bauhaus en la década del 20. Otros antecedentes relevantes son las estructuras abstractas y geométricas de David Huffman (1925-1999) que en sus trabajos investiga la relación entre los diferentes trazados curvos y la generación de superficies espaciales.

Ron Resch (1939-2009) accede a los trabajos de Albert a través de su relación con Buckminster Fuller. Resch fue precursor en el uso de ordenador; desarrolla sistemas generadores de patrones de doblado de papel, controlados y científicos: combinatorio

---

<sup>1</sup> Este ensayo es un avance de investigación del Proyecto 22: *Morfologías complejas: formas y transformaciones en la arquitectura contemporánea.*

<sup>2</sup> Arquitecta, Doctoranda FADU-UBA, Profesora FA-UAI Buenos Aires.

geométrico y topológico, los convierte en estructuras teseladas que pudieran tener aplicaciones a la arquitectura.

En nuestros días se destacan los trabajos de Martin y Erik Demaine, cuyos diseños son la evolución del plisado curvo de Albers. También destacamos a Richard Sweeney quién trabaja con plegado modular. Sus obras con curvas sinuosas se asemejan a las últimas estructuras de arquitectura paramétrica de Zaha Hadid.

Patkau Architects se inspiraron en el plegado curvo de láminas de madera. Diseñaron un grupo de refugios turísticos en Canadá que consta de 6 cobijos de estructura cónica siendo todos diferentes. Asimismo, este mismo estudio diseñó caparazones similares a partir de láminas de acero inoxidable curvadas denominados Cocoons (2012). Estos diseños destinados para comercios de moda ubicados en un *shopping* en Tokio en donde las reflexiones interiores que produce el material multiplican las simetrías formales. También desarrollaron *One Fold* curvando láminas de acero inoxidable y asimismo diseñaron esculturas habitables que denominaron GNaum en homenaje al genial escultor constructivista Naum Gabo.

Otros ejemplos de arquitectura contemporánea son los de Gregory Epps y Tomohiro Tachi quienes estudian pliegues curvos de superficies rígidas y también las estructuras de Marc Fornes para un anfiteatro informal entre otros (imágenes 7 A/B).

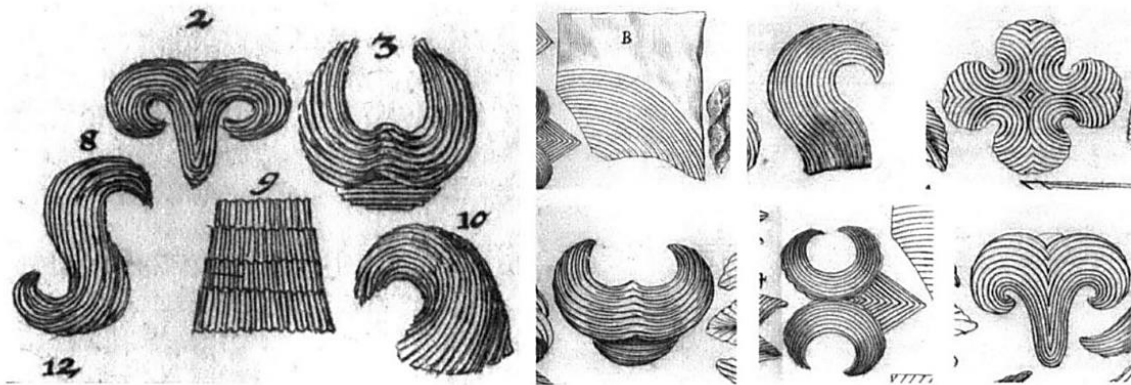


Imagen 1. Plegado de Servilletas por Andreas Klett (1677-1724). Detalles de Glorez (1699-1701)



Imagen 2. Zaha Hadid Architects. A: Instalación Arum, Venice Biennale, 2012. B:geometrías naturales inspiradoras  
 13th International Architecture Exhibition

### *Curvas desde el EUR radial*

El Espacio Unitario Recíproco Radial (EUR R) es un disco abierto de centro 0 y radio 2, cuya espacialidad central y unitaria es homogénea y por fuera de ésta la espacialidad es no homogénea. Es una métrica diferenciada de dichas espacialidades y no un sistema de dibujo.

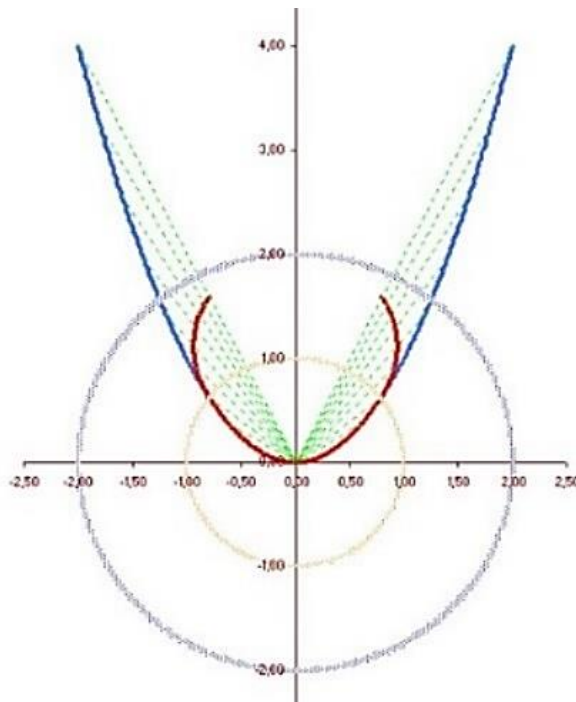


Imagen 3. Gráfico explicativo de las transformaciones que se producen en el EUR R.  
Transformación de una parábola.

### *Laboratorio de formas*

Desde nuestro punto de vista las posibilidades máximas del sistema EUR R están vinculadas con la acción o labor de diseñar y con el hacer; de ahí la relación con la palabra *laboratorio*.

Una de las metodologías de trabajo posible e interesante resulta al utilizar el sistema EUR para obtener formas (curvas en este caso) y realizar un análisis morfológico. Es decir apropiarnos del conocimiento con lenguaje accesible al proyectista; luego utilizar dicha curva obtenida en la espacialidad cartesiana habitual. En consecuencia, situándonos en un híbrido entre el pensamiento paradigmático y el pensamiento narrativo comenzamos a desarrollar un apartado que hemos denominado *Cuaderno de Curvas*.

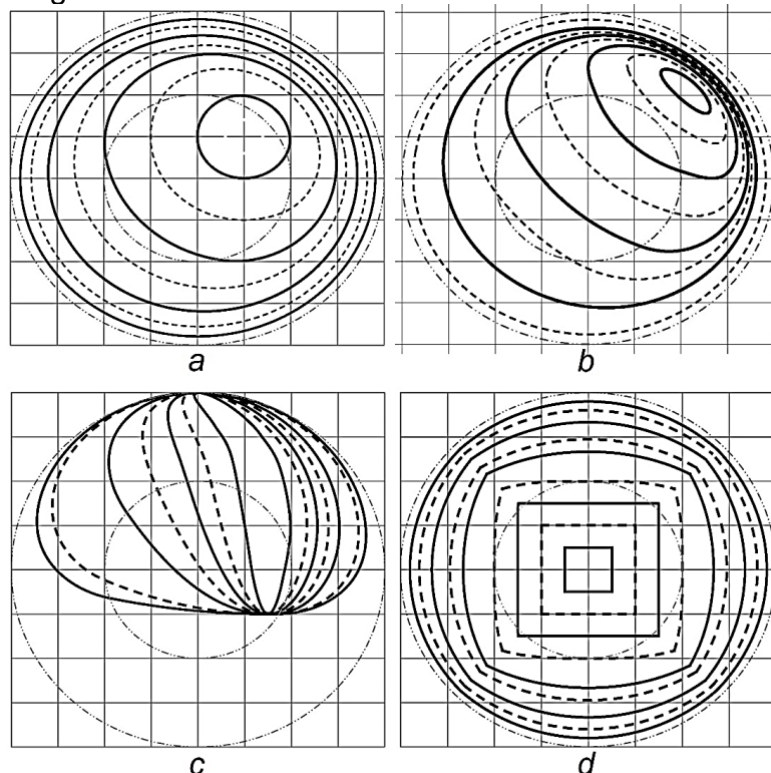
### *Metodología*

En el inicio de la investigación se emprendió la etapa predigital para estudiar el comportamiento de dichas curvas transfiguradas a partir de pliegues sin cortes y así poder conceptualizar desde las posibilidades morfogenerativas; con el propósito de tener más evidentes los pasos a seguir. Para ello desarrollamos un cuaderno de curvas para estudiar pliegues de dichas curvas transfiguradas. Se dejaron de lado los diagramas por bandas (simetría de traslación), las tramas (simetrías de traslación y/o roto-traslación) y las circulares (simetría de rotación). Estas categorías podrían abordarse en otra instancia.

Como metodología para el abordaje inicial del tema dividiremos entre dos grandes grupos: (1) los plegados que responden a la sistemática de las leyes de simetría simples o combinadas. Estas pueden ser simetrías lineales, tramas; en el plano o el espacio y (2) Pliegues escultóricos, como los que tenemos relevados hasta el momento (*One Fold* de Paul Jacson). Son pliegues artesanales, asimétricos.

*Cuaderno de curvas. La forma y la polisemia*

Nos interesa elucidar porqué denominamos a estos desarrollos *cuaderno de curvas*. *Cuaderno* porque es aquello que sirve para anotar, para registrar lo inmediato y lo no acabado. Aquello que se descubre, que puede ser útil y también acerca de lo cuál se escriben conclusiones parciales, dibujos, pensamientos. Nos interesa ese carácter espontáneo que registra lo sucedido.



Imágenes 4 a, b, c, y d. Curvas inscriptas en el EUR R

(a) Familia de Círculos (0,5; 0,5); (b) Familia de Círculos (1,5; 1,5); (c) Familia de Parábolas descentradas (0,75; 0,5); (d) Familia de Cuadrados centrados

### *Plisados a partir de familia de curvas clásicas*

De la multiplicidad de familias de curvas planas a desarrollar, en esta oportunidad iniciamos el análisis del plegado curvo con las siguientes familias a saber: familias de curvas centradas: cuadrados, rectas paralelas, hipérbolas. Familias de curvas descentradas: circunferencias, parábolas.

En el sistema EUR R podemos inscribir las curvas centradas o descentradas y así obtenemos disímiles configuraciones.

Se trabajó con diagramas de plisado de curvas cerradas. (Imágenes 6 a y b). También y como estrategia operativa se trabajó con diagramas de plisado con curvas abiertas como para permitir la articulación de módulos, lo cuál sería interesante para trabajar en los talleres de arquitectura y diseño.

### *Configuración espacial del pliegue*

Repasemos su definición: según el diccionario de la RAE la palabra *pliegue* significa doblez, especie de surco o desigualdad que resulta en cualquiera de aquellas partes en que una tela o cosa flexible deja de estar lisa o extendida. Del latín *plicare*, doblar, trenzar.

Morfológicamente podemos decir que el pliegue es un recurso para la generación de espacio. El plegado es desarrollable en el plano. A partir de la acción del pliegue cambia la configuración espacial, de la bidimensión al espacio tridimensional y es un buen ejercicio para la generación de formas espaciales.

El pliegue es el diseño de un punto intermedio entre dos superficies manteniendo la continuidad laminar; la organización operatoria de esta acción es la de yuxtaposición. Al pensar al pliegue como rasgo operatorio focalizamos la materia, el lenguaje y su forma de articularse.

El despliegue no es lo contrario al pliegue ni su colapso sino que es la extensión de su acto, es la condición de su genética morfológica, al igual que el repliegue.

La acción del plegado como sistemática de una transfiguración tiene tres instancias significativas: pliegue, despliegue, repliegue. Estas instancias son parte de la genética morfológica del plegado y son parte de la misma esencia del pliegue.

A partir del pliegue se conforma en la superficie laminar una textura característica aportando el característico juego de luces y sombras.

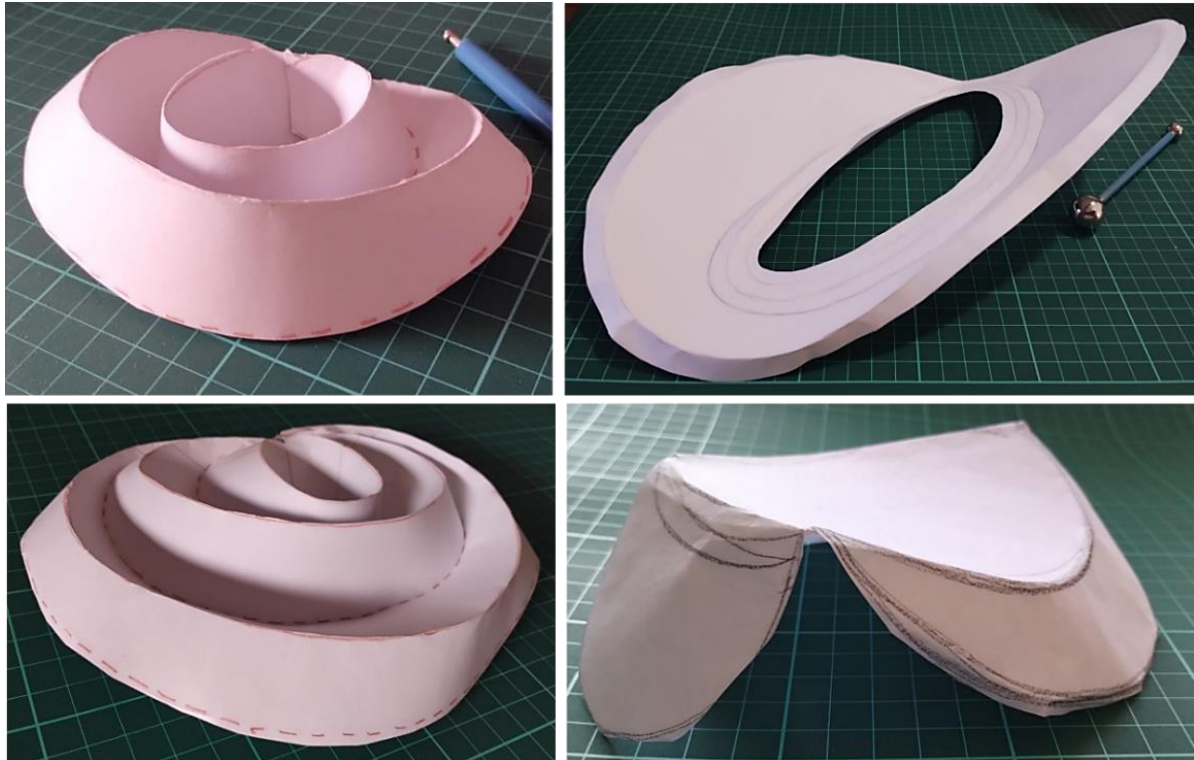


Imagen 5. Proceso de experimentación de plegados a partir de la utilización de las Curvas derivadas del EUR R. Plisados y rotaciones

### *Derivaciones y conclusiones*

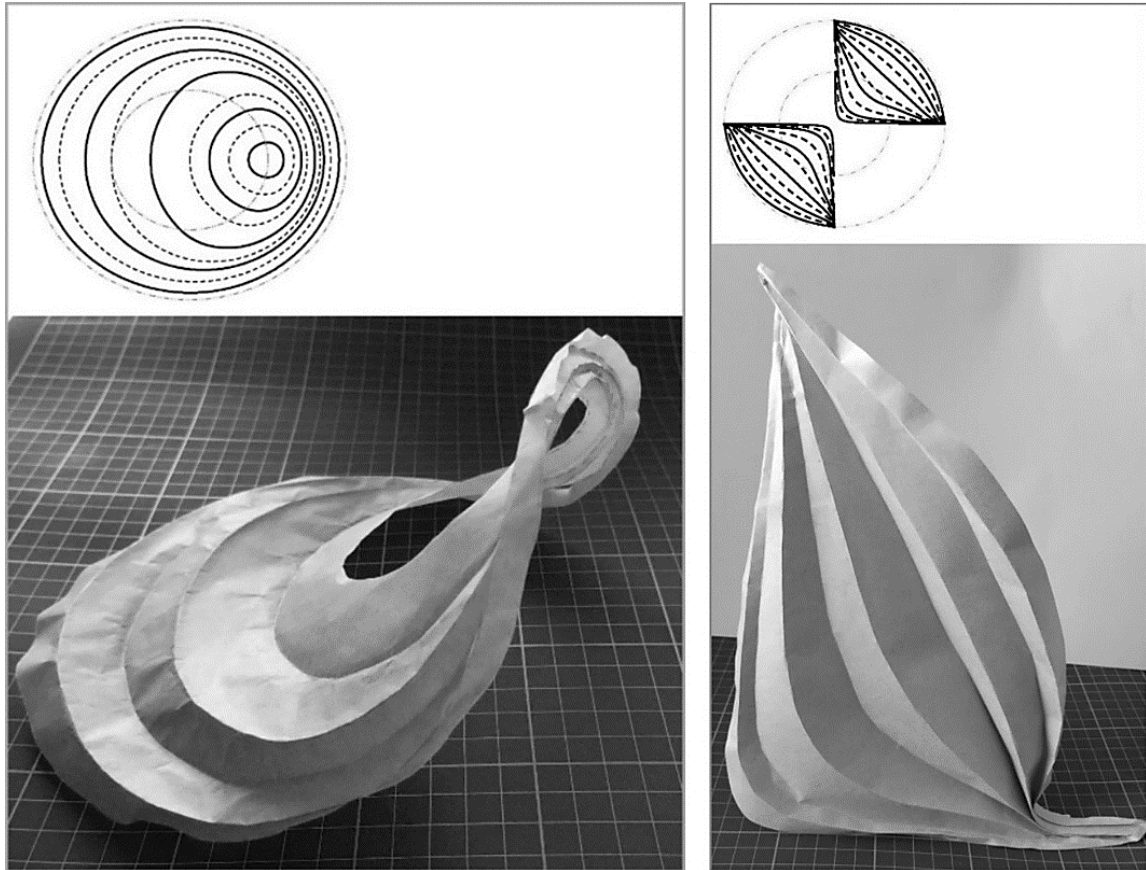
En esta primera aproximación predigital, observamos dificultad para manipular los pliegues de las familias de curvas de modo analógico, aun experimentando con diferentes tipos de papel.

Pensamos que la incorporación de nuevas tecnologías será decisivo para ampliar los límites de la investigación así como explorar con diversos materiales, por ejemplo, polipropileno, láminas de aluminio, acero y madera, etc.

Para de esta manera incorporar la complejidad de las curvas derivadas del EUR y del plegado curvo como variables del diseño para la generación de espacio tridimensional. Sería posible desarrollar morfologías generativas derivadas de curvas y contracurvas para contrarrestar tensiones del material e incorporar color.

Muchas de las formas arquitectónicas contemporáneas que observamos utilizan morfologías complejas que con nuestros desarrollos intentamos sistematizar.

Destacamos las maquetas con los plegados con cuerdas para manipular su transfiguración. Lo cual sería interesante aplicar a la arquitectura efímera; así como para arquitectura para emergencias y catástrofes naturales o humanitarias.



Imágenes 6 a (izq.) y b (der.): Plisado a partir de familia de círculos descentrados (1,0) inscriptas en el EUR R.  
 Plisado a partir de una rama de familia de hipérbolas inscriptas en el EUR R



a



b

Imagen 7a. Marc Fornes Arch / Plisado.2023

Imagen 7b. Amphitheater Lexington, Kentucky / <https://theverymany.com/>

*Bibliografía*

Demaine, E., Demaine, M. & Koschitz, R. D (2008). *Curved Crease Origami*. En *Proceedings of Conference: Advances in Architectural Geometry*, Vienna. Recuperado el 15/06/2024 de <https://architecture.mit.edu/computation/publication-old/curved-crease-origami>

Doberti, R. & Giordano, L. (2020) *Sistemática de las conformaciones*. Buenos Aires, Argentina: Infinito.

Koschitz, R. D. (2014) *Computational design with curved creases: David Huffman's approach to paperfolding*, Thesis: Ph. D. in Architecture: Design and Computation, Massachusetts Institute of Technology, Department of Architecture, 2014. Recuperado el 23/05/2024 de <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/93013>

Misuraca, A.; Abaca, A. [et al]. (2007) *Merodeando la Forma: Atravesamientos y Tangencias*. . Buenos Aires: IEH, FADU UBA.

Muñoz, P. *Curve folding in form generation with digital fabrication*. SIGraDi 2022. Critical Appropriations | Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Páginas web consultadas:

<https://www.designboom.com/architecture/13th-international-architecture-exhibition-arum-by-zaha-hadid/> . Recuperado el 9/8/2024

Richard Sweeney

<https://richardsweeney.co.uk/pages/selected-works.html>

<https://www.robofold.com/make/software>

Zaha Hadid