

## DESDE LOS PATRONES DE PLEGADO CURVO

**MUÑOZ, Patricia Laura**

[patricia@plm.com.ar](mailto:patricia@plm.com.ar); [patricia.munoz@fadu.uba.ar](mailto:patricia.munoz@fadu.uba.ar)

IEHU – Laboratorio de Morfología, FADU, UBA

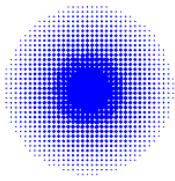
Línea temática 1

### Resumen

El origen del plegado curvo puede rastrearse al doblado de servilletas del siglo XVII. Siguen las experiencias de estudiantes de Joseph Albers en la Bauhaus, que derivaron en experimentaciones de diferentes alumnos. Otros antecedentes relevantes fueron David Huffman, Resch, Demaine y Sweeney. Desde la producción se ha empleado en envases, muebles y diversos productos en distintos materiales como cartulina, plástico y metal.

En la investigación se partió del análisis de las imágenes y la realización de los modelos de los principales patrones. El objetivo fue comprender la relación entre los mismos y las formas tridimensionales. Una gran cantidad de diagramas pueden agruparse en tres categorías distintas: aquellos que consisten en bandas, con pliegues paralelos al lado corto con simetría de traslación; aquellos que son una forma cerrada, con simetría de rotación y los que presentan un plisado por líneas cerradas concéntricas.

En el primer caso, hay una vinculación con el desarrollo plano aproximado de la superficie esférica, por husos. Los plegados logran aproximar un rectángulo a esta configuración. En el segundo, hay una fuerte relación con el desarrollo plano de las superficies cónicas, que es un sector circular. Los plegados reducen la extensión del círculo, dándole espacialidad a la forma. En el último grupo la conexión es con los paraboloides hiperbólicos y los diagramas derivados de la Bauhaus. Esto no incluye todos los casos posibles: existen otros plegados con tensión del material curvado y otros por asociaciones de fragmentos de superficies reflejadas o constituyendo tramas.



La primera etapa de la investigación se orientó a detectar las variables del diseño con diagramas de bandas, para poder modificar intencionalmente las formas tridimensionales al cambiar las líneas de los pliegues. El patrón básico y sus variaciones fueron detallados y explicados en diagramas y modelos tridimensionales.

Luego se partió de la estructura circular, para generar en dos ocasiones un cloche para el representante nacional en el concurso internacional de gastronomía Bocuse D'Or. Se mostrarán los procesos de diseño y las justificaciones desde los aspectos morfológicos y comunicacionales en ambos casos. Se trabajó en la adaptación de los plegados en papel, durante el desarrollo, a láminas de polipropileno con cortes discontinuos por láser, que producen una bisagra viva por debilitamiento del material.

Estos conocimientos nos permitieron llevar esta estrategia de generación y materialización de formas al grado. Los resultados de la experimentación en los talleres provocaron nuevas preguntas para la investigación.

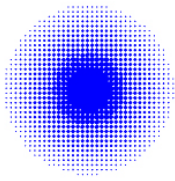
### **Palabras clave**

Morfología, Plegado curvo, Diagramas de plegado, Estructura, Diseño

### **Introducción**

Si bien el plegado curvo está presente en la producción de diseño industrial, sorprendiéndonos con su posibilidad de obtener formas tridimensionales a partir de elementos laminares, no están definidas sus variables y posibilidades configurativas.

Se pueden rastrear los orígenes del plegado curvo al doblado de servilletas, en el siglo XVII, como muestra *Li Tri Trattatti* de Messer Mattia Giegher (1639). Varios siglos después Josef Albers, en su búsqueda por la exploración de la forma a través de plegados de papel explora esta temática en los primeros cursos en la Bauhaus, de 1927 y 1928. Algunas producciones de sus estudiantes dieron origen a diferentes investigaciones. Una historia detallada de las derivaciones de este camino se encuentra en Koschitz (2014) que, si bien centró su trabajo en la obra de Huffman, realiza un relevamiento del desarrollo previo de esta temática. Desde la aproximación



morfológica de nuestra indagación, se considera también muy relevante el trabajo de Ron Resch, Richard Sweeney, Martin L y Erik D. Demaine<sup>1</sup>.

Desde la producción de diseño, se han empleado en envases, muebles y diversos objetos en distintos materiales como cartulina, plástico y metal. El desarrollo de una línea de lámparas creadas por Poul Christiansen, realizadas por la empresa LeKlint<sup>2</sup> en láminas plásticas es una muestra de la complejidad formal que puede lograrse a partir de una lámina rectangular por simples plegados curvos. Productos tan disímiles como cubiertos descartables<sup>3</sup>, el equipamiento Flux<sup>4</sup>, el bote plegable de Maarno Design<sup>5</sup> o la instalación Arum de Zaha Hadid<sup>6</sup> evidencian la diversidad de usos, escalas y materiales que aprovechan esta estrategia morfogenerativa. Cabe destacar el aporte de los medios digitales en estos desarrollos en un rol doble. Una valiosa contribución es en la generación y determinación de formas, en particular aquellas concretadas por módulos diferentes, que dan cuenta de transformaciones. El otro rol está relacionado con la posibilidad de fabricación. Desde el corte láser o por agua en materiales tan diversos como papel y metal, la disposición en placas para el aprovechamiento del material y la identificación de piezas distintas, hasta el plegado de metal por robots.

## La indagación

En nuestra investigación se partió del análisis de las imágenes y de la realización de los modelos de los principales patrones para comprender mejor lo existente. Con el fin de delimitar el objeto de estudio, se dejaron de lado las tramas por plegado curvo en esta primera instancia. El objetivo fue entender la relación entre las formas planas y sus correlatos tridimensionales. Se focalizó la indagación en los diagramas que podían agruparse claramente en tres categorías distintas, que se muestran en la Figura 1: aquellos diagramas que consisten en bandas, con pliegues paralelos al lado corto; los radiales, con simetría de rotación en su mayor parte y sin costura, y los que presentan un plisado por líneas concéntricas cerradas. Esto no abarca todos los casos: entre otros se distinguen plegados con tensión del material curvado y por asociaciones de fragmentos de superficies reflejadas.

- Diagramas por traslación con costura  
En el primer grupo, hay una vinculación con el desarrollo plano aproximado de la superficie esférica, por husos. Los plegados logran aproximar un rectángulo a esta

---

<sup>1</sup> Más información sobre Ron Resch <http://www.ronresch.org/ronresch/>; Richard Sweeney <https://www.richardsweeney.co.uk/> y Martin y Erik Demaine <http://martindemaine.org/>

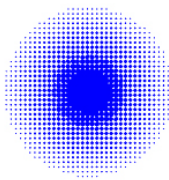
<sup>2</sup> <https://www.leklint.com/en-GB/Products/Show-Product/LE-KLINT-Model-172-Small-2.aspx?VariantID=VO45>

<sup>3</sup> <https://www.designboom.com/project/flat-pack/>

<sup>4</sup> <https://www.fluxfurniture.com/>

<sup>5</sup> <http://www.maarno.com/foldingboat>

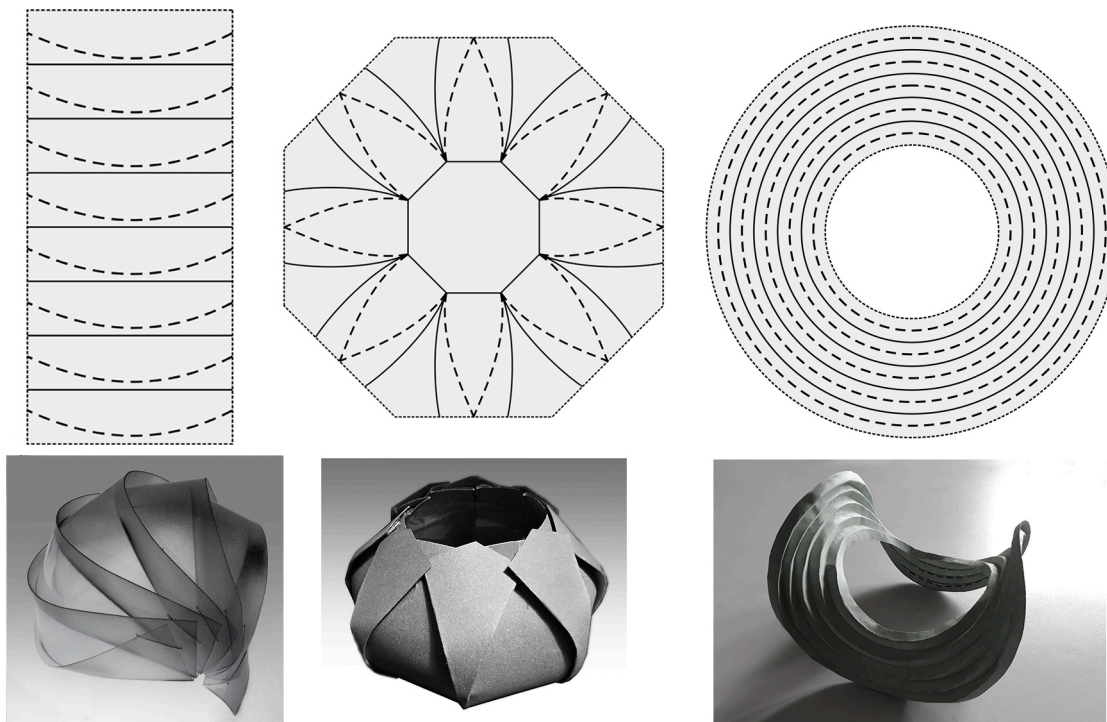
<sup>6</sup> <https://zaha-hadid-design.com/arum-installation>



configuración reduciendo la cantidad de material en los bordes paralelos de mayor longitud.

- Diagramas radiales sin costura  
En el segundo grupo, hay una fuerte relación con la configuración del desarrollo plano de las superficies cónicas, que es un sector circular. Los plegados reducen la superficie del círculo hacia el centro, dándole espacialidad a la forma.  
El patrón tiene simetría radial, con líneas abiertas, que pueden concurrir a un punto o a un área. Si bien es frecuente que el borde exterior sea circular, puede tener otra forma, aunque por lo general es un polígono regular y el centro de simetría suele coincidir con el centro de la figura. De ahí que las configuraciones tridimensionales correspondientes tengan también un eje de simetría central.
- Diagramas por plisado de líneas cerradas concéntricas, sin costura  
En este caso, las líneas de pliegue son cerradas y tienen un crecimiento concéntrico. Dichas líneas generan una tensión en el material y así toman una configuración espacial (Demaine, 2009).

**Figura 1. Tipos de diagramas de plegado curvo**



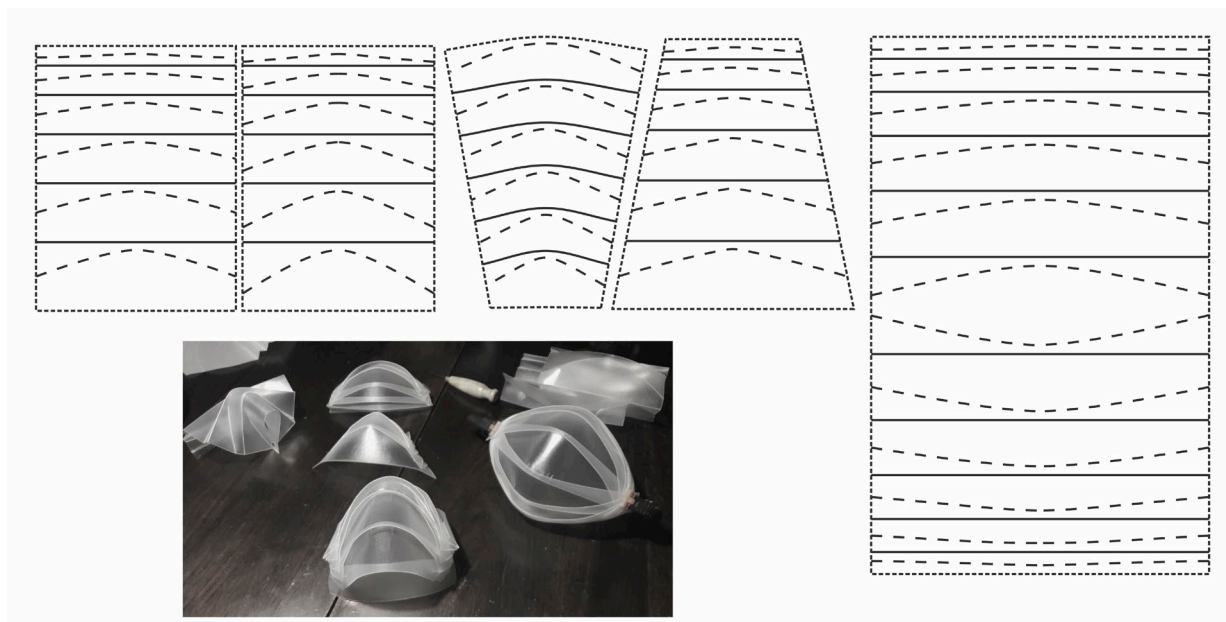
Autor: Patricia Muñoz

### *La exploración*

En una primera instancia se buscó detectar las variables del diseño con diagramas de traslación con costura, a fin de modificar intencionalmente las formas tridimensionales al cambiar las líneas de los pliegues. Se realizaron diferentes pruebas y modelos para comprender los efectos de las variaciones del diagrama en su correlato tridimensional.

El patrón básico y sus variaciones fueron detallados y explicados en diagramas y modelos tridimensionales, como los que se muestran en la Figura 2.

**Figura 2. Variaciones del diagrama de traslación con costura**



Autor: Patricia Muñoz

Asimismo, cada uno de estas variaciones admite transformaciones con diferentes niveles de simetría, de la isometría a la catametría, incrementando el potencial generativo de esta estrategia.

Luego se abordó el segundo grupo, el de los diagramas radiales. Un pasante de investigación, Bruno Lai, estudió las transformaciones del modelo BUD de Jeannine Mosely<sup>7</sup>.

Los plisados concéntricos fueron estudiados exhaustivamente por Duks Koschitz, Erik y Martin Demaine (2008 y 2009). Por esto no se profundizó en estos modelos.

---

<sup>7</sup> Se puede descargar el patrón en <http://theiff.org/oexhibits/paper04.html>

## La transferencia

La transferencia de conocimientos de la investigación se concretó en dos campos: el de la gastronomía y el de la enseñanza. Ambas instancias tuvieron objetivos muy distintos, pero fueron oportunidades de poner a prueba los primeros resultados de nuestras experimentaciones.

### *La gastronomía*

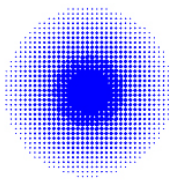
Desde 2014 se mantiene una relación con el Chef Emiliano Schobert, candidato de la delegación argentina para el concurso internacional Bocuse D'Or, en 2015<sup>8</sup>, 2018 y 2019. En dos ocasiones se optó por incorporar el cloche a la presentación final. En términos de Bonsiepe (1993), esta pieza podría entenderse como la interface entre el jurado-comensal y la comida propuesta. Además constituye simultáneamente un resguardo operativo del calor y los aromas pero también un velo, que oculta y anticipa su contenido.

Se trabajó primero en la adaptación de los plegados en papel, luego se emplearon láminas de polipropileno con cortes discontinuos por láser. La selección de este material se debió - en lo comunicacional - a su translucencia, que colaboraba con la posibilidad de ocultar y sugerir el contenido y en lo operativo porque producen una bisagra viva por debilitamiento del material. Se partió de la estructura circular, a partir de diagramas radiales para evitar la costura que, en una escala tan reducida, hubiera interferido con la lectura que se buscaba. Se buscó que la pieza fuera colapsable, de modo de poder trasladarla y guardarla desplegada. Debía permitir un armado sencillo. Por esto, se ensayaron diferentes elementos de unión incorporados por el corte.

El tema elegido por Schobert para el concurso que definía la candidatura nacional para el Bocuse D'Or era la Patagonia, que se evocaba a través de varios elementos de la presentación. Se desarrollaron propuestas que se referían a dos de sus elementos: el viento y el bosque. La idea de remolino y de trayectoria continua se plasmó en una de las propuestas. Sin embargo fueron descartadas ya que remitían fuertemente a un tipo de molde usado en repostería, el *savarin*, interfiriendo en su interpretación. Las ramas fueron seleccionadas para evocar el bosque, en sobre relieve de la superficie. Se realizaron diferentes pruebas en la definición de su forma y sus efectos en la configuración espacial correspondiente. En el agarre se empleó una cuenta de vidrio transparente con la caladura plateada, de modo que no tuviera un rol preponderante en el cloche. Algunas alternativas y la propuesta final se muestra en la Figura 3.

---

<sup>8</sup> Cfr. Muñoz, P. (2016)



**Figura 3. Alternativas y propuesta final**

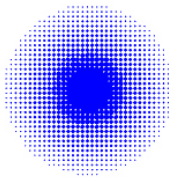


Autor: Patricia Muñoz

### *La enseñanza*

Los conocimientos emergentes de la investigación y de estas transferencias a productos, nos permitieron llevar esta estrategia de generación y materialización de formas al grado. Se empleó de modo experimental en una primera instancia con estudiantes de la asignatura Morfología 2, en la carrera de Diseño Industrial, Cátedra Muñoz, FADU, UBA en 2018. Se buscó pasar de una forma en dos dimensiones a una de tres, por medio de plegados curvos, como muestra la Figura 4. Luego se determinó su estructura rigurosamente, basada en estos plegados previos, y se definió su generación reglada. En una etapa posterior, se utilizó esta forma como base de transformaciones, tanto para operar sobre la estructura como sobre las generatrices, con los criterios de simetría y continuidad para generar nuevas formas.

Fue muy interesante el trabajo con los estudiantes sobre esta estrategia generativa. En esta experiencia, a partir de modelos conocidos se diseñaron nuevas formas. Luego, se recuperó su estructura espacial, a la inversa de la primera exploración sobre las modificaciones de los diagramas en 2D.



**Figura 4. Trabajo en el taller, curso 2018**



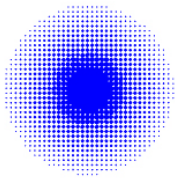
Autor: Patricia Muñoz

### **Derivaciones y conclusiones**

El estudio del plegado curvo como estrategia morfogenativa es muy extenso. Este es tan solo un primer abordaje. Se decidió restringir el objeto de estudio y realizar lo que entendemos es una buena metodología en la investigación en morfología en el área proyectual. Analizando las producciones y sus realizadores se detectaron recurrencias que permitieron empezar a organizar el campo en grupos. A partir de esto se analizó en profundidad uno de ellos y se establecieron relaciones con la práctica profesional, en la necesidad de articular en una forma no solo sus atributos generativos sino también los operacionales, tecnológicos y comunicacionales. Asimismo, se realizó una transferencia a la enseñanza, ampliando el espectro de posibilidades de generación y concreción. A su vez, los resultados de la práctica en los talleres provocaron nuevas preguntas para la investigación.

Esto no es un trabajo terminado sino en proceso. Se insinúan diferentes líneas de investigación para continuar indagando la forma, sosteniendo las preguntas que se responden en las exploraciones desde la experimentación crítica de los patrones y su correlato tridimensional.





---

## Bibliografía

Bonsiepe, G. (1993) *Del objeto a la interface. Mutaciones del diseño*. Ediciones Infinito. Buenos Aires.

Demaine, E. et al (2009) (Non)existence of Pleated Folds: How Paper Folds Between Creases. Recuperado el 03/07/2019 de <https://arxiv.org/pdf/0906.4747.pdf>

Giegher, M.M. (1639) *Li tre trattati*. Gallica, bibliothèque numérique de la Bibliothèque Nationale de France. Recuperado el 03/07/2019 de:  
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3101729/f5.image?lang=EN>

Koschitz, R.D. (2014) Computational design with curved creases : David Huffman's approach to paperfolding. MIT Libraries. Recuperado el 03/07/2019 de:  
<http://hdl.handle.net/1721.1/93013>

Koschitz, R.D., Demaine, E., Demaine, M.(2008) Curved crease origami. MIT Architecture. Recuperado el 03/07/2019  
<https://architecture.mit.edu/computation/publication-old/curved-crease-origami>

Muñoz, P. (2016) Preguntas desde el cloche. De la investigación al producto. En: *Nuevos diálogos entre Morfología y Fabricación Digital* (pp.19-25). Buenos Aires: Patricia Muñoz-Ediciones de la forma