

Arkitekturax

Arkitekturax Visión FUA

Revista internacional de arquitectura, urbanismo y políticas de sostenibilidad
ISSN: 2619-1709 | ISSN-e: 2665-105X

Publicaciones Universidad de América

Volumen 6, Número 6, enero-diciembre 2023, pp. 1-12

<https://doi.org/>

Web: <https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/ark>

Pliegues y origami en las disciplinas proyectuales

Folds and Origami in Design Disciplines

Recibido:

• Aceptado:

Maritza Granados-Manjarrés

Doctora en Arquitectura (UPV, 2021); Magíster en Lógica y Técnica de la Forma (UBA, 2012) y Arquitecta (PUJ, 2003). Profesora asociada de la Pontificia Universidad Javeriana

Contacto: ✉ granados.m@javeriana.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-8873-3190>

Resumen

Este artículo presenta de manera escrita el taller llevado a cabo durante la Semana del Arte, la Cultura y la Arquitectura de la Universidad América. En la primera parte se hace una introducción al origami plano que es la variedad de papel doblado con la que se ha trabajado los últimos 10 años. Se explica cómo se dio la relación con esta técnica y se deja para el lector un patrón de pliegues para que pueda experimentar. En el segundo apartado, buscando acercar al lector con las posibilidades de las técnicas del origami, se dan una variedad de ejemplos en diversas disciplinas desde el diseño de indumentaria hasta la robótica.

Palabras clave: origami; diseño; proyecto

Abstract

This article presents the results of a workshop that took place during the Week of Art, Culture and Architecture in Universidad de América. In the first section Flat Origami is introduced, that is the variation of folded paper that we have been working for the last 10 years. It is explained how the relationship with this technique was developed and we present the reader with some fold patterns to encourage experimentation. We strive to bring the reader to the different possibilities of origami techniques. In the second section a wide range of examples in diverse design disciplines is presented.

Keywords: Origami, design, folds, projects

Introducción

Pensar el espacio nos convoca como arquitectos. Entender una plasticidad que es infinita e inagotable, pero además cuando a esa ecuación le sumamos las oportunidades dialógicas de las artes plásticas las posibilidades se amplían de maneras extraordinarias.

En este artículo presenta el encuentro de la autora con el mundo del plegado, sus particularidades y los lugares a los que la ha llevado; pero, sobre todo, da cuenta de la experiencia del taller desarrollado durante la Primera Semana del Arte, la Cultura y la Arquitectura de la Universidad América. Este taller, titulado *El pliegue como herramienta de diseño*, ha hecho parte de su quehacer profesional durante varios años y ha sido presentado en diversos encuentros y universidades alrededor del mundo. Su primera versión fue en la Universidad de Palermo (Argentina) en 2015, y en adelante ha sido reproducido en la Universidad Nacional de Colombia (2018), la Universidad de Rosario (Argentina–2019), Universidad Francisco de Paula Santander (Colombia – 2019), en la Universidad Técnica de Vilnius Gediminas (Lituania – 2019) y en la Pontificia Universidad Javeriana (Colombia) anualmente desde 2015.

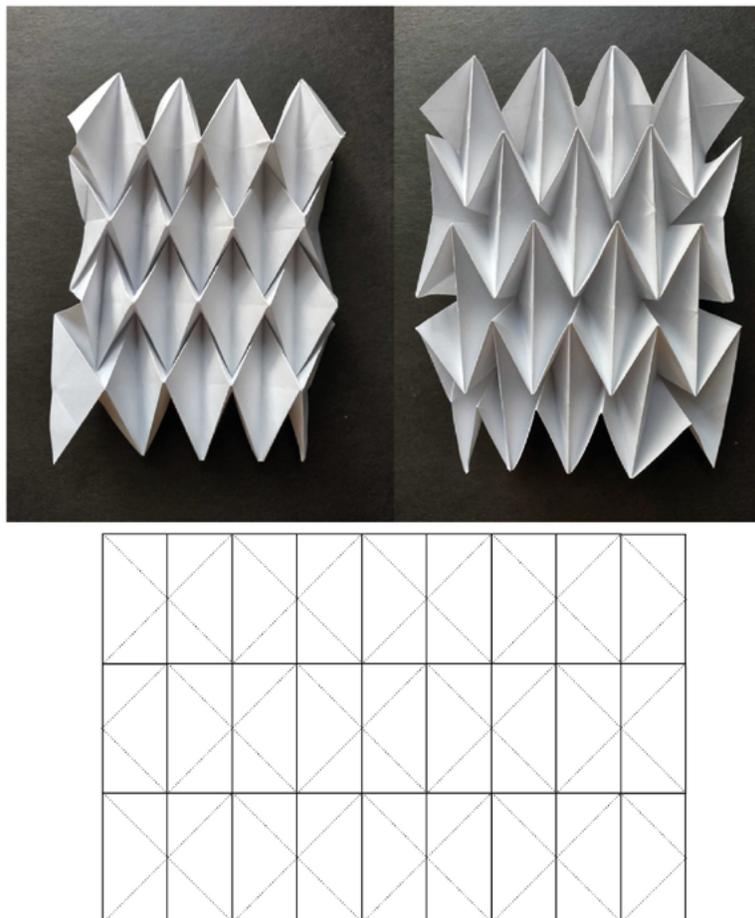
En primer lugar, se define el Origami Plano como es el tipo de plegado con el que se ha trabajado los últimos 15 años, se presentan sus condiciones y determinantes, y se deja un patrón de plegados por si el lector quiere experimentar. Brevemente, se hace una mención al Origami Modular que también hace parte del taller, pero del que

la autora no tiene una producción personal y finalmente se dan ejemplos en diversas disciplinas proyectuales.

Origami plano

Durante su paso por la maestría en morfología en la Universidad de Buenos Aires y con una extrema urgencia de creación se encontró por primera vez con una de las versiones de un patrón de plegados conocido como *Waterbomb* (Figura 1.), que se define como una unidad estructural autoportante desarrollada a partir de módulos geométricos repetitivos de acuerdo con la patente declarada por Ron Resch en 1968 (Estados Unidos Patente n° 3407558, 1968). Este patrón, ampliamente estudiado por matemáticos e ingenieros (Zhao, Endo, Mitani, & Kanamori, 2018) cambió su manera de entender las superficies plegadas y promovió su investigación de maestría y un trabajo con papel cuyo camino lleva más de diez años de recorrido.

Figura 1. Patrón y plegado de la Bomba de Agua



Fuente: Archivo personal.

Para entender mejor la curiosidad que le generaba la bomba de agua, nos acercamos al trabajo de Resch un diseñador y científico computacional quien fuera uno de los primeros en explorar las conexiones entre plegados y arquitectura. Resch comenzó su investigación durante su maestría en la Universidad de Iowa cuyo resultado puede verse en el filme *Paper and Stick* y buscaba entender los patrones geométricos que se formaban al arrugar el papel. A partir de estos patrones, que llamó módulos, empezó a crear teselados tridimensionales, primero a mano y más adelante con el advenimiento de los computadores, creó códigos que le permitieran entender los modelos en tres dimensiones en la pantalla (Latchana Kenney, 2020).

El trabajo de Resch se vio influenciado por los diseños Josef Albers quien había sido profesor de la Bauhaus y a su cierre se mudó a los Estados Unidos, pero su mayor influencia fue Buckminster Fuller, pues mucho de su trabajo fue consolidado en conversaciones con su programa de Ciencia del Diseño. Fuller y Resch¹ se habían conocido cuando Bucky era profesor en el Departamento de Diseño de la Universidad del Sur de Illinois y Resch le presentó sus hallazgos; Fuller creía que los artistas tenían una capacidad singular de reconocer patrones y extrapolarlos al diseño pues eran capaces de resistirse a la especialización y mantener sus habilidades para pensar de manera independiente (Witt & Pertigkiozoglou, 2019).

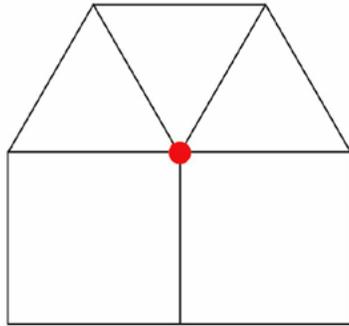
A partir de algunas indagaciones sobre la obra de Resch, el paso a seguir fue entender mejor el concepto de teselado que se define como un “conjunto de polígonos dispuestos de forma que no se sobreponen unos a otros ni quedan separaciones sobre ellos” (Clemens, O’Daffer, & Cooney, 1998, pág. 40). Se recopilaron los teselados descritos en la literatura matemática y se encontraron un total de 28 conjuntos que por lo general son clasificados dependiendo de su regularidad, el número de polígonos que lo conforman o la uniformidad (Aslaksen, 2006; Steinhaus, 1999; Wells, 1991).

La regularidad hace referencia a la variedad de teselas que se utilizan y el tipo de vértice que esta variedad produce. El segundo modo de clasificación indica el número de polígonos que son necesarios para construir el teselado. La uniformidad hace referencia exclusiva a la variedad de vértices que tiene el teselado, esto quiere decir que, si todos sus vértices son iguales, independientemente de la cantidad de polígonos que usen será “1Uniforme”, si tiene dos vértices iguales será “2-Uniforme” y así sucesivamente (Figura 2).

Una vez hecha la clasificación y recopilación se hizo una experimentación morfológica que dio como resultado cerca de 20 plegados distintos, en su mayoría inéditos, que han hecho parte de al menos una decena de talleres en los que se ha intentado enseñar el mundo del papel como medio plástico.

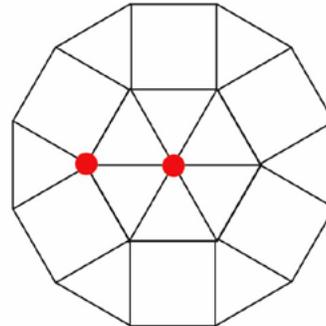
¹ Pueden verse fotografía de estos encuentros en www.ronresch.org

Figura 2. Ejemplo de la clasificación de los teselados



Clasificación:

- Semirregular, o
- Diedral (Utiliza dos poliedros), o
- 1 – Uniforme (Un solo tipo de vértice)



Clasificación:

- Demirregular, o
- Diedral (Utiliza dos poliedros), o
- 2 – Uniforme (Dos tipos de vértice)

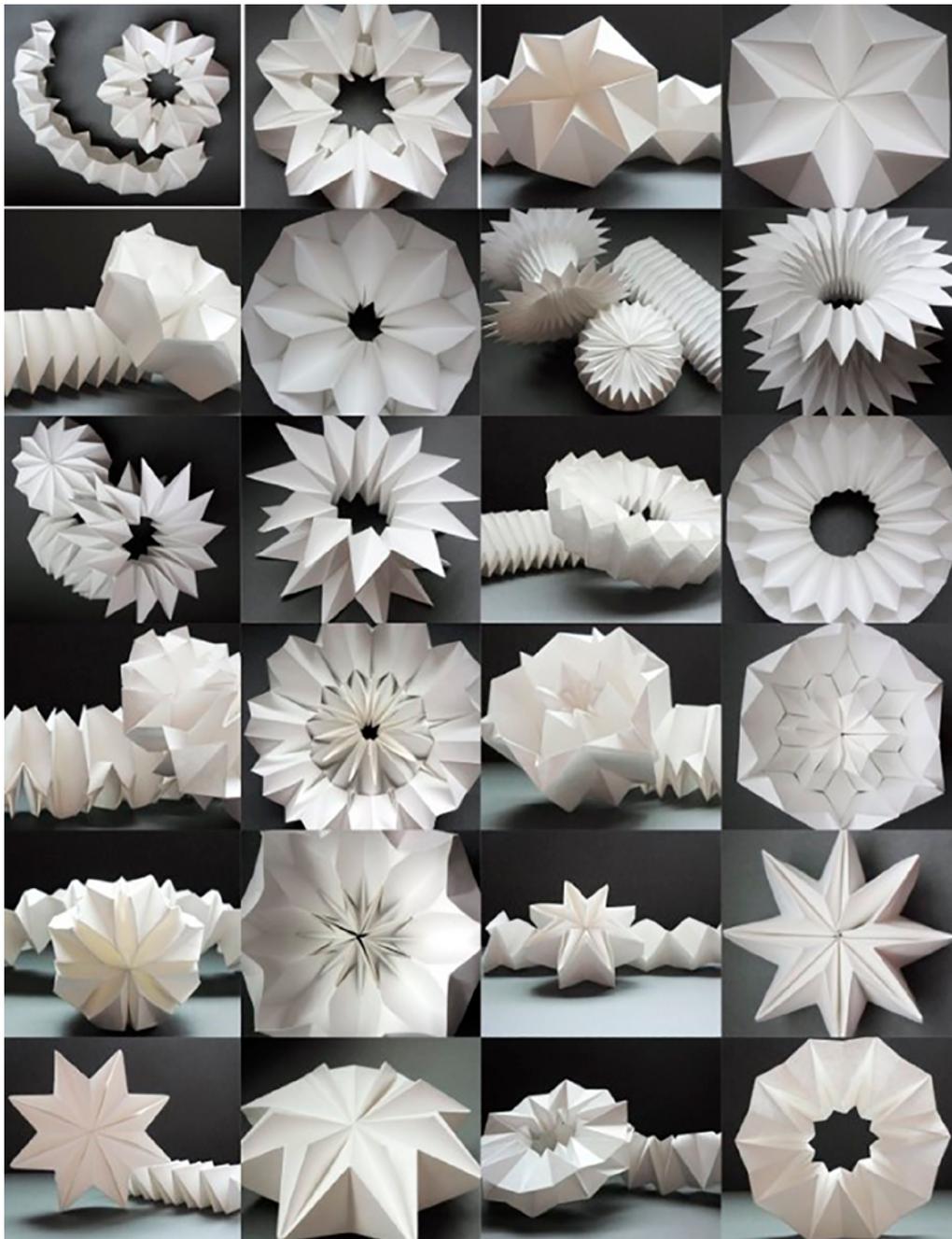
Fuente: elaboración propia

Esta familia de plegados (Figura 3) tiene en común que se define como origami plano, el cual se caracteriza porque cualquier superficie a la que se le haya asignado un patrón de pliegues y dicho patrón permita que la pieza se doble hasta formar un plano contrayéndose totalmente, sin romperse o deformarse. Análisis matemáticos han propuesto una serie de axiomas para que la condición de plano se de en un patrón específico, previo al plegado, y extensas investigaciones (Bern & Hayes, 1996; Hull, 1994) han estudiado las propiedades que este debe tener; sin embargo, ha sido Robert Lang quién las ha resumido de forma más sencilla a lo largo de su obra, específicamente en la conferencia *From Flapping Birds to Space Telescopes: The Modern Science of Origami* que dicta desde 2005 en distintas universidades y convenciones a propósito de las relaciones entre origami, matemáticas y ciencia. Estas condiciones, que son cuatro y se describen a continuación, deben darse para cada uno de los vértices del patrón de pliegues, es decir para los puntos donde se encuentran dos o más líneas de pliegue.

Para explicar estas condiciones (Figura 4), se va a retomar el patrón de plegados que configura la bomba de agua. Primero, debemos identificar la variedad de vértices que tiene, que en este caso son dos (marcados en azul y violeta), y además se identifican cuáles pliegues van hacia arriba (montes) y cuáles hacia abajo (valles). En las figuras de demostración fueron dibujados como líneas continuas y punteadas respectivamente.

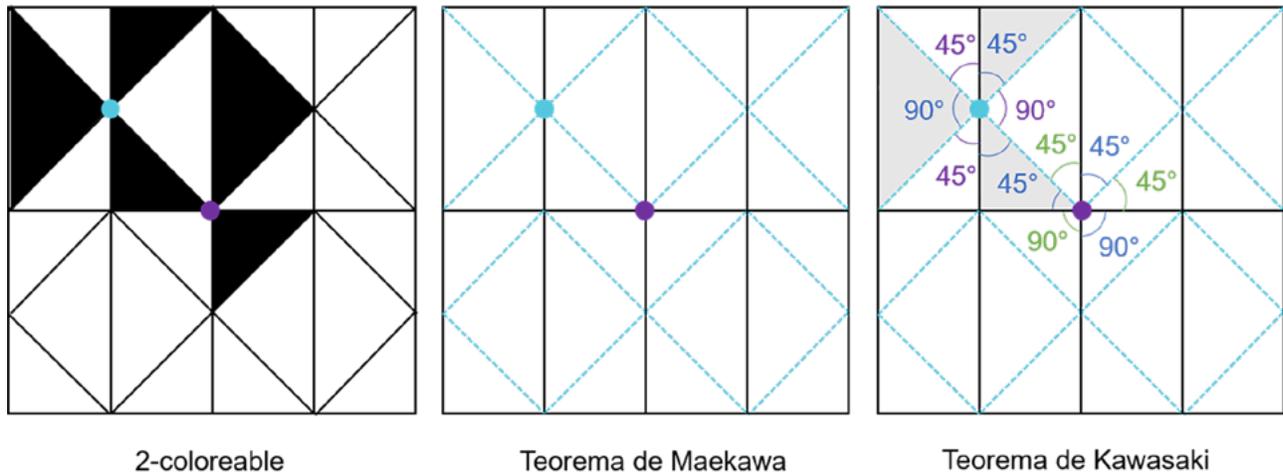
1. El patrón de pliegues debe ser 2-coloreable, esto quiere decir que alrededor de cada vértice deberá poder ser coloreado con dos tonos distintos intercaladamente sin que teselas adyacentes queden del mismo color.
2. El patrón debe cumplir con el Teorema de Maekawa, es decir que la diferencia entre valles y montes será siempre igual a 2.
3. El patrón debe cumplir con el Teorema de Kawasaki que dice que la suma de los ángulos internos alternos debe ser igual a 180° .

Figura 3. *Producto de la experimentación con teselados*



Fuente: Archivo personal

Figura 4. Patrón de plegado y condiciones satisfechas



Fuente: Elaboración propia

La cuarta condición es mucho más compleja en términos matemáticos (Justin, 1997), pero básicamente lo que propone es que el papel, o el material que se escoja, no puede intersectarse, es decir que en el proceso de doblado se deben tener en cuenta los límites del patrón para que el papel no entre en conflicto con él mismo y evite plegarse.

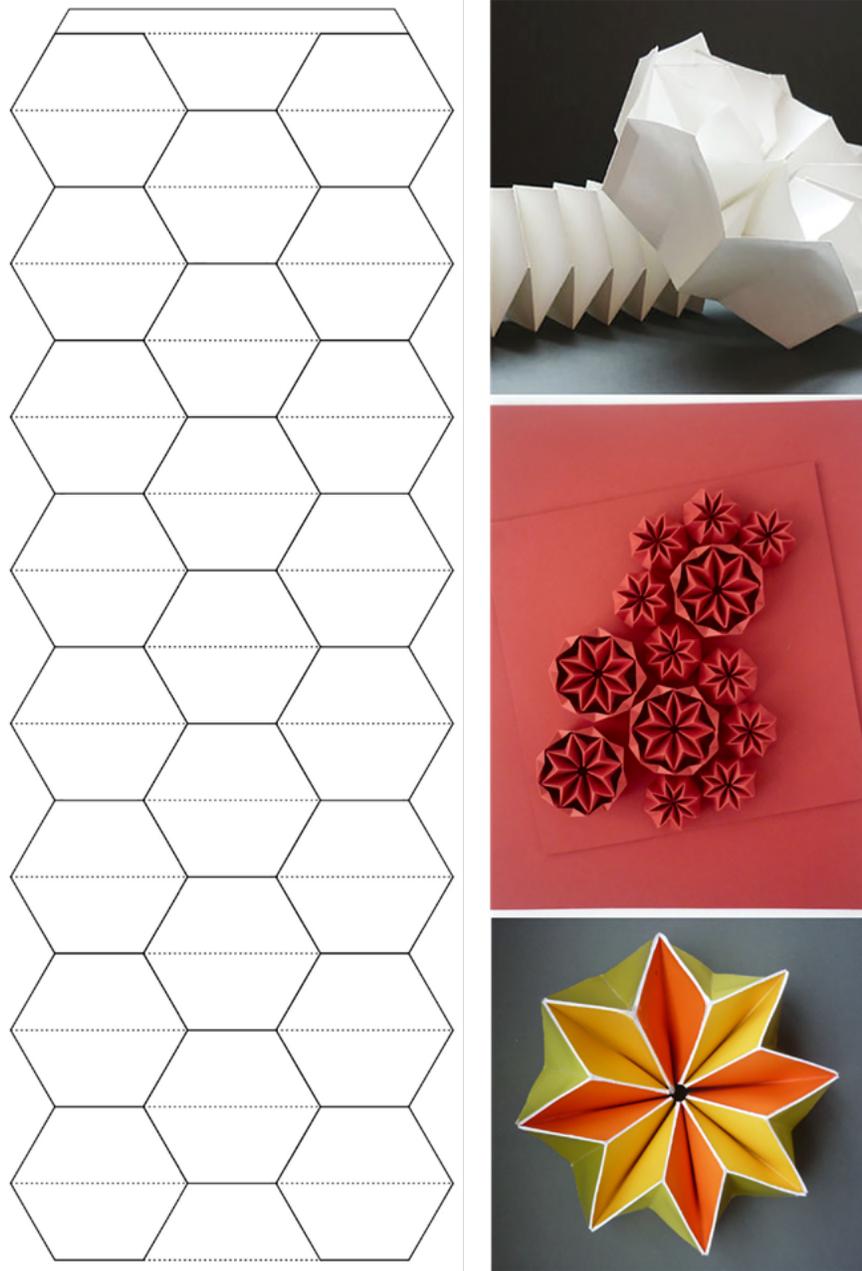
Si usted quisiera experimentar y entender mejor las particularidades del origami plano, puede intentar plegar el patrón que se presenta en Figura 5.

Origami modular

Esta experimentación llevó a indagar sobre otras formas de origami, por lo que paralelamente se empezó un trabajo exploratorio sobre origami modular (Figura 6). Este se define como una composición hecha con varias piezas de papel plegadas y ensambladas de la misma manera (Simon, Arnstein, & Gurkewitz, 2012).

Uno de los módulos más populares se conoce como módulo *sonobe* y aunque su origen es dudoso debido a la poca documentación existente se le atribuye a Mitsonobu Sonobe a principios de los 1970. El sólido más pequeño que se puede hacer se hace con tres módulos, y se conoce como la Joya de Toshie Takahama, también se pueden hacer cubos con 6 módulos, un octaedro estrellado con 12 módulos o un icosaedro estrellado con 30; no obstante, pueden hacerse sólidos con 90 e incluso con 270 módulos. Variaciones de este módulo, instrucciones de plegado y los sólidos que pueden formarse están disponibles ampliamente pero el libro *Marvelous Modular Origami* (Mukerji, 2007) es un gran texto para empezar a familiarizarse con este origami.

Figura 5. Patrón de pliegues y resultado



Nota. Las líneas punteadas son valles y las líneas continuas son montes. Idealmente imprima el patrón en tamaño carta².

Fuente: Archivo personal.

² También disponible en: <https://mishadepapel.wixsite.com/paper-design>

Figura 6. Origami modular con módulo sonobe y módulo tornillo



Fuente: Archivo personal.

Aplicaciones

Como es de esperar el origami cuenta con diferentes aplicaciones en diversos campos y disciplinas proyectuales por lo que en esta sección se presentan brevemente algunos ejemplos de ello en cuatro diferentes campos: indumentaria, arquitectura, diseño industrial y robótica.

En el diseño de modas y con el avance de la ingeniería textil, es ahora posible integrar materiales y telas a las técnicas del plegado (Ding, y otros, 2013). Uno de los diseñadores más reconocidos en este campo es Issey Miyake creador de la colección *Pleats Please* que se lanzó en 1993. Este conjunto de prendas, hecha poliéster, se corta y cose a partir de una pieza que es varias veces más grandes que la prenda

acabada y que consigue su textura de pliegues al intercalarla entre hojas de papel que tienen el patrón plegado.

A nivel nacional, puede verse la obra de Diana Gamboa quien se presentó por primera vez en 2011 en la Semana Internacional de la Moda de Bogotá y más tarde, en 2014 se presentó en Tokio junto con el artista Luis Fernando Bohórquez; sin embargo, son varios los diseñadores que han incorporado esta técnica a su producción. Puede revisarse la obra de Yung Wong, Jule Waibel o la uruguaya Lucía Benítez.

En arquitectura pueden rastrearse sus aplicaciones en un sinnúmero de obras y arquitectos. Uno de los ejemplos modernos son las obras de Félix Candela y sus cascarones, recientemente pueden verse en pabellones como el de HHD_FUN en Shanghai; la capilla de la Diaconisa de San Loup de Localarchitecture & Danilo Mondada; o el Bosque de Acero de Moneo. No obstante, también existen proyectos mucho más efímeros que trabajan con papel y sus derivados, por ejemplo la Exhibición de Vivienda en Cartón cuyo producto fue diseñado y construido por 19 equipos universitarios en la Universidad de Chongqing en China, o el pabellón origami de Aion Architecture.

En diseño de producto donde más aplicaciones tienen los pliegues es en la producción de empaques o *packaging* que son objetos que no solo sirve para proteger y almacenar un producto, sino que además son dispositivos de comunicación y persuasión (Ciravegna, 2017). Uno muy reconocido es el empaque de la famosísima champaña Viuda de Clicquot creado por el diseñador belga Mathias van de Walle. Este empaque fue presentado en Milán en la Semana del Diseño 2011 y se convierte en pocos pasos en un balde para enfriar la bebida; no obstante, puede verse también para el empaque de chocolates, tés, vinos y huevos.

Otro ejemplo de su aplicación puede verse en el conjunto de muebles producidos por la empresa holandesa *Flux Furniture*, junto con la compañía HSV TMP encargada de la ingeniería de los plásticos utilizados para su producción. La silla flux se construye a partir de una lámina plana de plástico y puede tridimensionalizarse con una serie de bisagras de polipropileno lo que significó un reto considerable para el equipo de ingenieros, sobre todo por el peso que debe resistir una vez está armada.

Finalmente, en robótica puede rastrearse en varios ejemplos, pero posiblemente el más innovador sea el robot desarrollado en 2016 por el MIT, la Universidad de Sheffield y el Instituto de Tecnología de Tokio quienes proponen un pequeño robot de origami que se puede ingerir y a través de campos magnéticos externos llegar al lugar del cuerpo que lo necesite. Esta propuesta es una mejora de otro robot de origami de menos de un centímetro y solo un tercio de gramo de peso, presentado en 2014 en el Congreso Internacional de Robótica y Automatización, como un robot que puede nadar, caminar, subir pendiente, atravesar espacios con obstáculos y transportar cargas del doble de su peso.

Conclusiones

Como puede verse, las aplicaciones del origami en todas sus variedades – tradicional, plano, modular...–resuenan con mucha potencia en diversos campos de las disciplinas proyectuales pero lo más interesante está en la posibilidad de tejer, pues es en la urdimbre inter y multi disciplinar es donde está la innovación.

Dicho de otro modo, la invitación para el lector es que sea el papel doblado o sea otra cosa, busque maneras de ampliar lo transdisciplinar, indague sobre otros espacios y lógicas de creación, y busque acercar campos diversos al ejercicio proyectual pues esto será siempre un viaje fructífero y retador.

Referencias

- Aslaksen, H. (2006). In Search of Demiregular Tilings. En R. Sarhangi, & J. Sharp, *Bridges London: Mathematical Connections in Art, Music, and Science* (págs. 533-536). Londres: Tarquin Books.
- Bern, M., & Hayes, B. (1996). The complexity of flat origami. *7th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms* (págs. 175-173). Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Ciravegna, E. (2017). Diseño de packaging. Una aproximación sistémica a un artefacto complejo. . *RChD: Creación Y Pensamiento*, 1-17.
- Clemens, S., O'Daffer, P., & Cooney, T. (1998). *Geometría*. Pearson–Addison Wesley.
- Ding, D., Zhang, F., Lan, S., Liu, Y., Li, S., Xie, X., & Chen, Y. (2013). Review of Materials for Origami in Fashion Design. *Advanced Materials Research*, 821-822.
- Hull, T. (1994). On the Mathematics of Flat Origamis. *Congressus Numerantium*, 215-224.
- Justin, J. (1997). Towards a mathematical theory of origami. *Origami Science and Art: Proceedings of the Second International Meeting of Origami Science and Scientific Origami* (págs. 15-29). Otsu: Seian University of Art and Design.
- Latchana, K. (2020). *Foldign Tech: using origami an nature to revolutionize technology*. Minneapolis: Twenty-First Century Books .
- Mukerji, M. (2007). *Marvelous modular origami*. Natick: A K Peters.
- Resch, R. (29 de Octubre de 1968). *Estados Unidos Patente n° 3407558*.
- Simon, L., Arnstein, B., & Gurkewitz, R. (2012). *Modular Origami Polyhedra: Revised and Enlarged Edition*. Mineola: Dover Publications.
- Steinhaus, H. (1999). *Mathematical Snapshots*. Mineola: Dover Publications.

- Wells, D. (1991). *The Penguin Dictionary of Curious and Interesting Geometry*. Londres: Penguin.
- Witt, A., & Pertigkiozoglou, E. (2019). *Computation as design*. Harvard University Graduate School of Design.
- Zhao, Y., Endo, Y., Mitani, J., & Kanamori, Y. (2018). Approximating 3D surfaces using generalized waterbomb tessellations. *Journal of Computational Design and Engineering*, 442-448.