

Tramas expansibles

Expandible tilings

► Patricia Muñoz
IEHU, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo,
Universidad de Buenos Aires, Argentina
patricia@plm.com.ar

Abstract

Different disciplines have studied tilings and tessellations throughout the centuries. Only in the last fifty years, hinged tilings have been scarcely examined and mainly through virtual models and animations. In the research project that relates Morphology and Digital Fabrication we have built physical models in rubber sheets with laser cutting, investigating the possibilities of creating new tilings through different transformation strategies. We have also experimented changing the level of symmetry of the tessellations while keeping the property of expansion. Several applications are being explored, mainly in product design and teaching experiences..

Keywords: Tramas; Láser; Desplegado; Morfología; Diseño

Para empezar

Entendemos que la libertad en el diseño se incrementa no sólo con nuevas herramientas sino con el conocimiento que surge de la investigación y de una experimentación crítica. Si bien la prueba y error, sumada a la intuición, es un modo de disfrutar y aprender, consideramos que la reflexión sobre estas prácticas permite delinear nuevos caminos, extraer criterios, categorías y estrategias que facilitan su incorporación al ámbito proyectual.

Este trabajo se desarrolló en el marco de una investigación: Morfología y Tecnologías de Fabricación Digital (1) que se realiza en el IEHU, FADU, Universidad de Buenos Aires. Este proyecto indaga la posibilidad de producir nuevas formas, a partir de un diálogo que amplía y potencia las capacidades generativas de cada área por separado. La construcción de conocimiento y de estrategias de interacción desplaza el límite de lo viable en el diseño.

Una de las líneas de investigación del proyecto se refiere al estudio de los cambios de propiedades de los materiales por la aplicación de cortes. Estas indagaciones se realizaron en placas rígidas y flexibles. En el primer caso, la densidad y forma de los cortes modificaron fundamentalmente la flexibilidad (Muñoz et al, 2011; Muñoz et al, 2013). En el segundo caso, el principal resultado se relacionó con la expansión del plano. Esta presentación pone énfasis en esta última exploración, buscando ampliar las posibilidades de diseño al desplegar una lámina a partir del corte del material.

Desde la producción, se consideraron como antecedentes el trabajo de Hareesh Lalvani en acero inoxidable y los desplegados comerciales en metal, en cuero y en cartón corrugado. Más allá de los

distintos materiales, todos estos casos hacen uso de la deformación producida por el cambio de resistencia en el material por corte. La principal diferencia es que al usar metal, se producen deformaciones plásticas, mientras que - tanto el cuero como el cartón o la goma - permiten el desplegado elástico. Más allá de estas distinciones, en todos los casos se trabaja con motivos isométricos.

Desde un punto de vista teórico, se partió del estudio de tramas planas abisagradas. Hasta la fecha encontramos que este desarrollo se limitó a estudios teóricos (2), con visualizaciones interactivas y animaciones - en el campo de lo virtual - y a la realización de modelos y aplicaciones en productos que incorporaban articulaciones, en general bisagras que habilitaban el giro - en el campo de la producción material (3).

Metodología

A partir de este primer análisis, se planteó estudiar la concreción de las tramas abisagradas en materiales flexibles, que permitían producir las bisagras por el corte. Mayormente, se emplearon en las pruebas planchas de goma EVA y cuero. Se utilizó tecnología láser ya que no tiene arrastre de material y permite una gran densidad y variedad de formas en los cortes. Otras razones para su selección es que su uso está generalizado en el medio productivo y es un servicio de costo accesible.

En una primera instancia se seleccionaron espesores muy finos, de 1 o 2 mm para facilitar el corte y reducir el tiempo de corte y su costo. Cuando ya estaba ajustada la configuración se pasaba a espesores mayores, aumentando también el tamaño de las muestras.

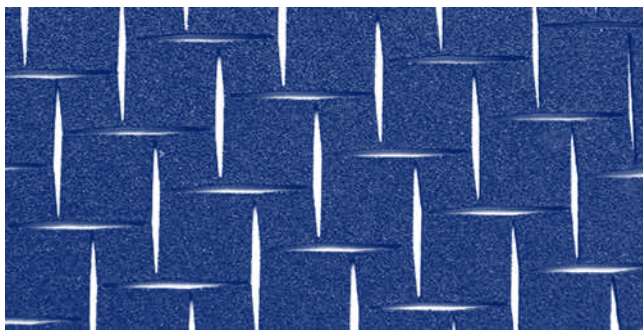


Figura 1. Simulación de perspectiva por el ajuste en las proporciones de los módulos

En principio, se realizaron modelos de los casos conocidos de tramas abisagradas (Flores). Se produjeron aquellos que permitían verificar las transformaciones al manipularlos. Las limitaciones de la articulación producida por el corte, no proporcionaban la extensión total del movimiento, pero sí lo suficiente para registrar los cambios en la forma de la trama, con la aparición de nuevas figuras por el giro o por el estiramiento. En cuanto a la morfología, se valoró la posibilidad de reconocer simultáneamente figuras materializadas y otras definidas por los espacios entre ellas. También las direcciones de los dibujos permitían simular dibujos en perspectiva, que se aprecian en la Figura 1.

Asimismo, se aplicaron las operaciones clásicas de la geometría para las tramas tradicionales. Por medio de adición y sustracción, extensión, desplazamiento, etc. se diseñaron nuevas tramas abisagradas; verificando los cambios en los modos de expansión a partir de estas operaciones. Considerando el trabajo de Robert Wiggs, que propone una mirada de los poliedros por los tipos de uniones entre las caras, no por su forma; se trabajó modificando también las líneas limitantes de los polígonos de la trama, en nuestro caso, coincidentes con las líneas de corte. Por ejemplo, se curvaron selectivamente los lados, como se muestra en la Figura 2.

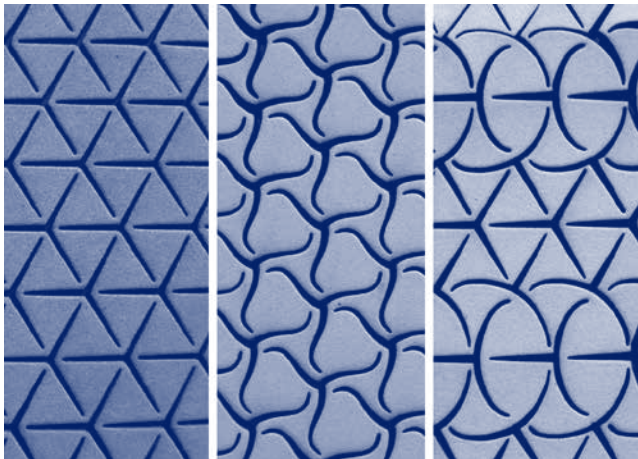
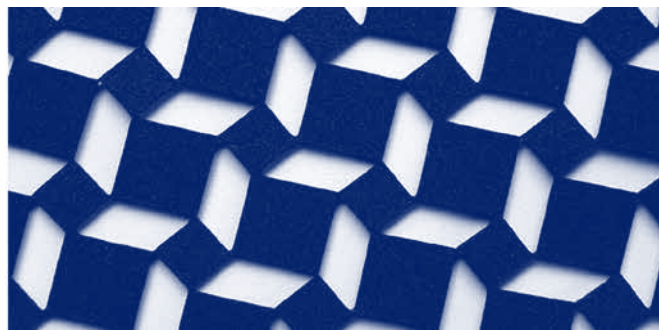


Figura 2. Dos transformaciones del motivo de las tramas por curvado de los cortes, que son los lados de los triángulos de la trama base. A la derecha, se observa como por el curvado se asocian dos lados en una sola línea continua.



Asimismo, las transformaciones se aplicaron de modo homogéneo y selectivo, ampliando las posibilidades generativas de la trama base y de las figuras emergentes de la expansión. Esto aportó una tensión en la relación orden/desorden, al producir modificaciones con una legalidad más laxa que la trama de base. También permitió definir focos de atención sobre un fondo homogéneo de la regularidad.

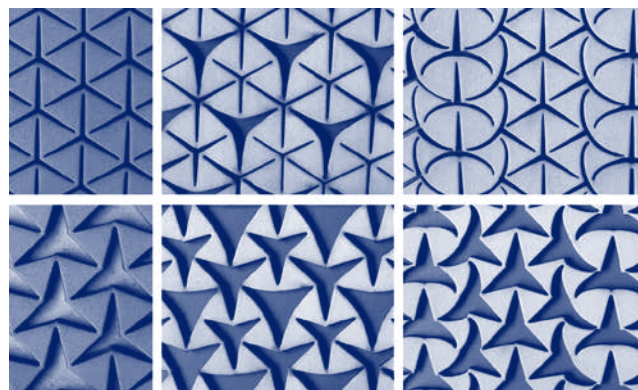


Figura 3. Aplicación homogénea y selectiva de las transformaciones de los lados de la trama base. Alteración en la expansión y en su regularidad.

Otra línea de investigación exploró tramas que permitían diferentes direcciones de expansión (concéntricas, unidireccionales, multidireccionales –ortogonales y oblicuas), para poder trabajar también en los modos de obtenerla. En la Figura 4 se muestran tramas expansibles concéntricas y unidireccionales).

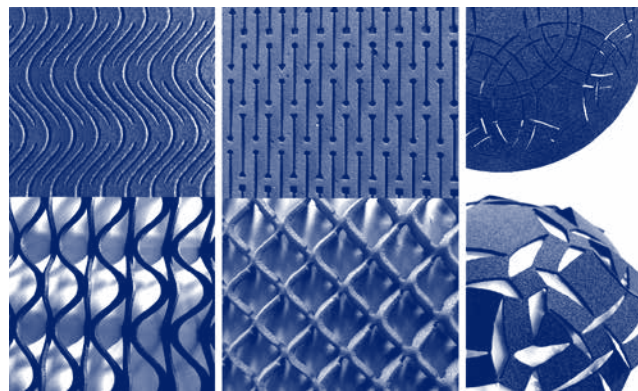


Figura 4. Tramas expansibles concéntricas y unidireccionales.



Figura 5. Tramas expansibles termoformadas.

Las tramas concéntricas, así como las tramas multidireccionales modificadas polarmente tienen su mayor posibilidad de expansión fuera del plano, en particular sobre superficies esféricas, tanto en sus deformaciones cóncavas como convexas. También se realizaron termoformados de las tramas multidireccionales sobre superficies convexas, con muy buenos resultados, como puede apreciarse en la Figura 5. La diferencia más significativa con el desarrollo previo es que la deformación no era reversible.

Por otro lado se produjeron modificaciones alterando la regularidad del conjunto, aprovechando las herramientas de transformación de los programas vectoriales. Estas alteraciones cambiaron la manera en que la trama se expande, generando diferentes situaciones espaciales. Otros modos de bajar los niveles de regularidad fue operar con caladuras, de modo aleatorio, sobre las áreas que constituyen la trama. Al expandirlas, se sumaba una nueva tipología- líneas planas- a las áreas existentes (tanto virtuales como concretas. En la Figura 6 se muestran dos ejemplos de esta estrategia.

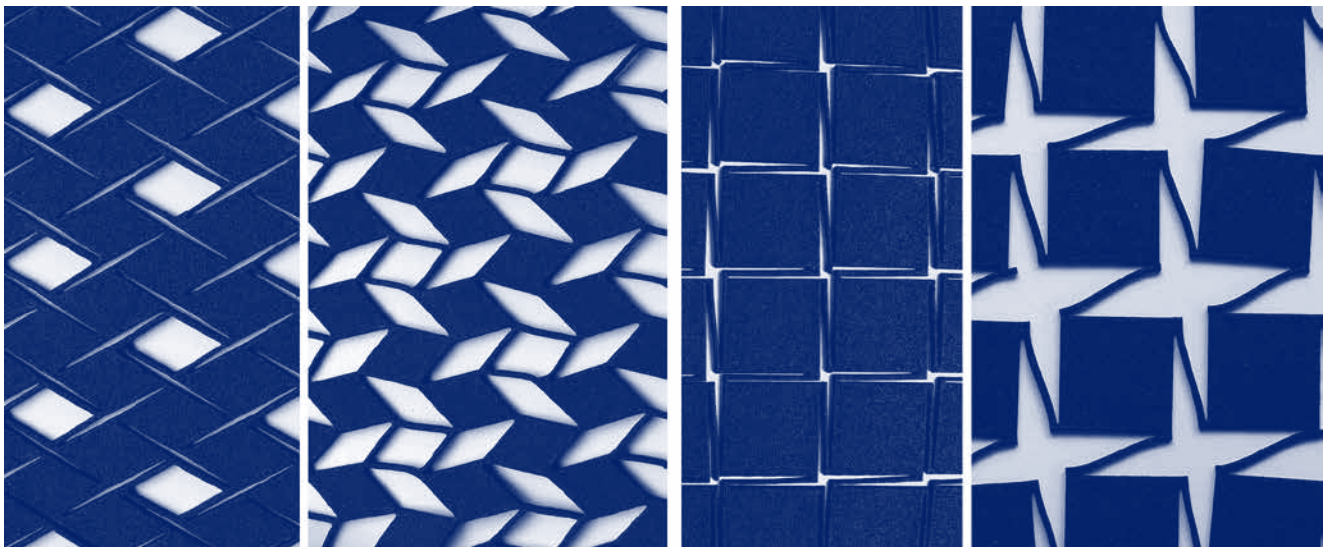
Luego se estudiaron otras tramas planas, para detectar cómo podía aplicarse la expansión a partir de ese ordenamiento espacial y analizando los requerimientos para que ésta se produzca. Se está trabajando aún en esta dirección.

Algunas conclusiones y derivaciones

Esta indagación fue interesante por los descubrimientos y la generación de formas que se produjeron en el transcurso de la misma. Tuvo aportes desde la teoría morfológica y geométrica en lo que se refiere a tramas planas y teselados y sus operaciones de transformación. Sin embargo, tuvo significativas instancias experimentales, por ejemplo al ajustar las dimensiones de las bisagras para que permitieran el movimiento sin romperse y sin perder movilidad al cambiar los espesores del material cortado.

A lo largo de esta búsqueda se detectaron algunos comportamientos interesantes, imprevistos - en algunos casos - que aún quedan por investigar con mayor profundidad. Por ejemplo, una de las tramas quedaba trabada en la posición expandida y, al producirse un mínimo empuje, volvía a la situación original. Otras transmitían sensaciones táctiles al rozar algunas partes del corte durante la expansión. Una situación destacable surgió al detectar que el corte podía estar diseñado de modo tal que limitara la extensión por forma, al producir topes.

Figura 6: Otras maneras de alterar la regularidad inicial, al incorporar caladuras de modo aleatorio. Esta acción incorpora elementos de una nueva tipología, líneas, a las áreas llenas y vacías que las conformaban originalmente.



Desde la geometría, queda pendiente aún el trabajo con divisiones poligonales articuladas y de indagar si esta expansión es posible en teselados no periódicos. Se está analizando, en el plano de la materialidad, la posibilidad de realizar maquetas tridimensionales conservando su capacidad de expansión.

Esta investigación está en desarrollo. Sin embargo, contamos ya con algunas primeras clasificaciones de los resultados, a partir de la forma de los cortes y las posibilidades de desplegado. A su vez, se ha trabajado con cortes uniformes y progresivos, para regular las alteraciones del comportamiento del material en función de esas variaciones. Se está elaborando material didáctico de base, tanto gráfico como corpóreo, para facilitar la incorporación de esta temática a la enseñanza proyectual. Esto permitirá colaborar en la transferencia de este conocimiento a la formación profesional, para que así llegue al medio productivo.

En cuanto al aporte en el ámbito de diseño de productos, es notable la riqueza del trabajo con sombras y con la posibilidad de proyectar atendiendo a las deformaciones que se producen a partir de la relación contenido/contenedor donde la visualización de lo contenido al expandirse el material se instaura como una variable de diseño. Simultáneamente al estudio de las tramas expansibles se están desarrollando elementos de sujeción que facilitarán la transferencia a productos.

Acordamos con Pendlebury (1998) cuando plantea que "El mundo de la práctica posee tres características fundamentales que forman nexo y que juntas constituyen un conjunto de incertidumbres cognitivas que hacen a la reflexión práctica inaccesible para un sistema de reglas generales: mutabilidad, indeterminación y particularidad." (p.98-9) Las exploraciones que realizamos nos permitieron revisar conceptos teóricos previos, entendiendo los cambios que eran pertinentes al trabajar incorporando medios de dibujo y materialización digitales. Así la práctica con las tecnologías digitales, vinculada a la reflexión fue generadora de elaboraciones teóricas. Del mismo modo, la técnica recibió también el aporte de estos conocimientos, habilitando producciones inéditas.

Consideramos que el proceso de análisis desde la producción, la experimentación crítica y la sistematización de las conclusiones para su difusión y transmisión, es una metodología significativa en la investigación proyectual. Este trabajo nos ha permitido encontrar un espacio de interacción entre morfología y tecnología, que abre un campo de nuevas posibilidades para el diseño, donde aún queda mucho por indagar.

Notas

1. Proyecto UBACyT , Morfología y Tecnologías de Fabricación Digital. Dirección: Patricia Muñoz. Integrantes trabajando en este subproyecto: Paula Suarez, Jessica Vicente, Javier Skorupski, Martín Imamura, Matías Iribarne, Tomás Niborski y Mariano Sanchez
2. Más información en <http://mathworld.wolfram.com/HingedTessellation.html>, con ejemplos de Wells,D., 1991
3. Algunos de los productos con tramas abisagradas
Estantería:
<http://www.dezeen.com/2012/09/13/squaring-by-lee-sehoon/>
Mesas D*Table:
<http://trends.archiexpo.com/products/the-dtable-by-the-dhaus-company/>
Ghostcube:
https://www.youtube.com/watch?v=85LJh4sFi_M
Bolso, Stefan Diez:
<http://www.stylepark.com/en/news/stefan-diez-for-authentic/288495>

Bibliografía

- Flores, A. Hinged tilings, (n.d.) obtenido de <http://www.math.udel.edu/~alfinio/tiling/hingedtilingtextx.html>
- Muñoz, P. et al. (2011) La flexibilidad en la generación de formas. Buenos Aires: Ediciones de la forma
<http://edicionesdelaforma.blogspot.com.ar/2012/10/la-flexibilidad-en-la-generacion-de.html>
- Muñoz, P. et al. (2013) Diálogos entre Morfología y Tecnología. Buenos Aires: Ediciones de la forma
- Pendlebury, D. (1998). Razón y relato en la buena práctica docente. En McEwan e Egan (Comps.), La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación (pp. 86-107). Buenos Aires: Ed. Amorrotu.
- Wells, D. (1991) The Penguin dictionary of curious and interesting geometry. London: Penguin Book
- Wiggs, R. (2006) A study of symmetry in nature and the generation, transformation, and analysis of polyhedra through the application of suture mechanics. <http://wiggspolysutures.com/>