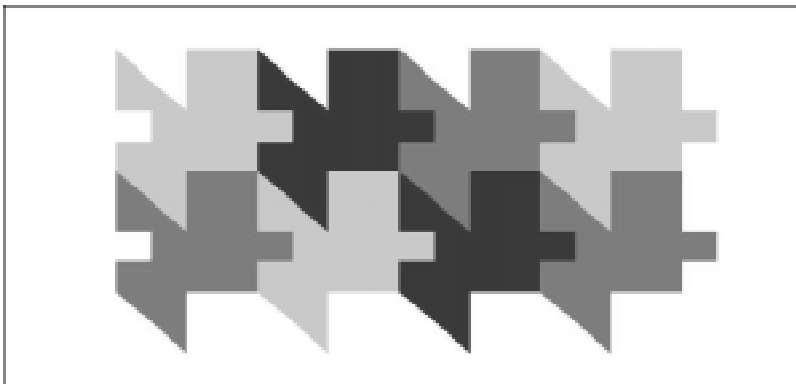


EL COLOR DIGITAL EN EL DISEÑO DE TESELACIONES PERIODICAS



Hugo Cáceres Jara
Universidad del Bío-Bío,
Chile.
hcaceres@ubiobio.cl

Abstract

The present study of fundamentally exploratory type tries to examine the distribution of the color in the structures of repetition designed according to the Mathematical Theory of the Tessellations and inspired in the graphic work of the artist holandés M.C.Escher. The results reached are product of the exercises pedagogicos carried out in the catedra of design of the color of the Design Workshop I, Universidad del Bío-Bío, among the years 1996 and 2000 to pursue a design graphic degree.

Introducción

Las estructuras de repetición constituye el tema central de este estudio. Ha interesado a diseñadores, artistas y matemáticos, con resultados de gran altura estética que permanecen hasta nuestros días. Los empapelados de William Morris, pintor británico del siglo XIX, se exhiben en el Victoria and Albert Museum de Londres. El museo Edo-Tokio cobija decorativos diseños de kimonos y el palacio de la Alhambra de Granada, es conocido en todo el mundo por sus intrincados patterns de losetas.

Particularmente es el caso del destacado artista holandés M.C.Escher, su obra gráfica, expuesta en 1954 en el Congreso Internacional de Matemáticas y la publicación de su primer libro *The Graphic Work of M.C.Escher* en 1959, están repletas de inteligentes e ingeniosas soluciones que se refieren a la coloración de teselados (Ernst, 1990).

El principio que subyace en la distribu-

ción del color está muy bien ilustrado por un tipo de problemas llamado «coloreado de mapas» (Schattschneider et al, 1990). Una hipótesis conocida como teorema de los cuatro colores afirma que todo mapa bidimensional puede colorearse con no más de cuatro colores sin que haya dos regiones adyacentes de un mismo color. En 1976, Kenneth Appel y Wolfgang Haken, de la Universidad de Illinois, demostraron el teorema valiéndose de miles de operaciones de computadora. Dados menos de cuatro colores, solamente ciertos mapas se pueden colorear de modo que los países fronterizos sean de distintos tonos.

A raíz de estos cuestionamientos, nace la idea de estudiar si cabe una metodología que utilice los diseños de teselados periódicos para examinar el comportamiento del color según los rigurosos criterios de simetría. Debido a esta estrecha relación entre el coloreado de mapas y la teoría de las teselaciones periódicas, surgen las siguientes preguntas:

¿Cuántos colores se precisa, como mínimo para satisfacer estas exigencias en las teselaciones periódicas?, ¿De cuántas maneras puedo colorear las estructuras teselares?, ¿Es posible distribuir los colores de forma que aparezcan, inevitablemente, determinadas combinaciones de color?, ¿Qué variables del color son más eficientes o útiles?, ¿Cuál es el agrado perceptivo para el usuario?, ¿La versatilidad del medio digital abre posibilidades de solución? o ¿Qué papel juega en el proceso estético de visualización, el color aplicado digitalmente?

Los objetivos propuestos para el desarrollo del trabajo son: (i) aplicar la distribución del color en los teselados periódicos y explorar las posibilidades creativas para la acentuación de simetrías y (ii) estudiar las posibilidades de transcripción del color al medio digital considerando la materialidad dada por lo numérico y la resolución espacial.

Marco teórico referencial

Los fundamentos teóricos de este estudio, que es necesario destacar, se encuentran en las ideas sobre la Teoría Matemática de los Teselados. Las teselaciones, también denominadas parquetizados, embaldosados o grupos cristalográficos, son configuraciones que se obtienen mediante la repetición de figuras planas que cubren una superficie sin traslaparse ni dejar intersticios. Hay cuatro tipos de teselaciones: 1) Teselación Regular (Fielker, 1980): figuras isomorfas teselan el plano sin dejar hueco y sin que se produzca traslape. Las figuras se obtienen de (i) polígonos regulares como el cuadrado, triángulo equilátero y hexágono regular y (ii) polígonos convexos no regulares: todos los triángulos, todos los cuadriláteros, ocho casos de pentágonos y solo tres casos de hexágonos. 2) Teselación Central (Simonds, 1977): a partir de uno o más puntos centros, las figuras teselan el plano de manera circular o espiroidal. Las figuras se obtienen de (i) polígonos regulares reflejados y (ii) polígonos versátiles. 3) Teselación Semi-regular (Hatch, 1978): admite dos o más tipos diferentes de polígonos regulares y cumplen las mismas exigencias de regularidad citadas más arriba. Las figuras se obtienen de (i) polígonos regulares y (ii) polígonos de Penrose (Stephens et al, 1991). 4) Teselación Crianza (breeding tessellation): varias figuras diferentes teselan el plano obtenidas de un proceso de transformación denominado «crianza». Las figuras se obtienen de (i) polígonos regulares con centro de simetría y (ii) paralelogramos.

La base de las teselaciones se inicia con la transformación de polígonos regulares mediante las siguientes reglas generadoras de teselas con modificaciones en sus contornos:

- 1) En el caso de motivos isomorfos:
 - (i) Rotación en un vértice común: consiste en alterar un lado completo y rotar esa alteración al otro lado con el que tenga un punto en común, usando como centro de giro dicho punto.
 - (ii) Rotación en un punto medio: consiste

en alterar la mitad de un lado y rotarla usando como centro de giro el punto medio del lado en cuestión.
 (iii) Traslación al lado opuesto: consiste en alterar un lado y los datos alterados se trasladan luego al lado opuesto del tesela.

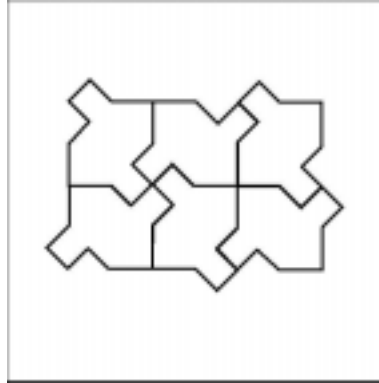


Figura 1 : Rotación en vértice común

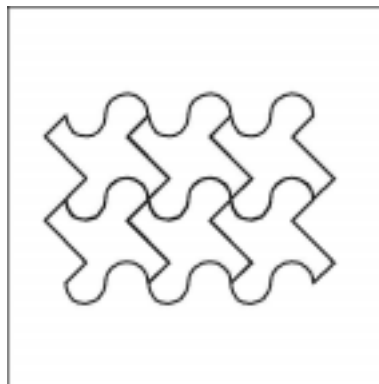


Figura 2 : Rotación en punto medio

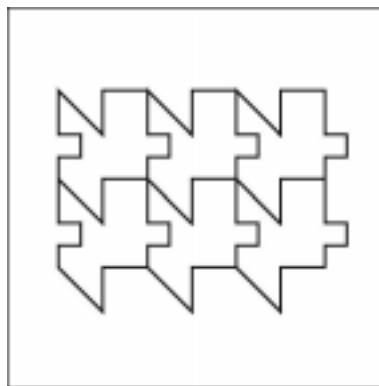


Figura 3 : Traslación al lado opuesto

- 2) Para motivos reflejados:
 - (i) a partir de un polígono regular de n lados ($2m+1$) se obtiene por reflexión simétrica de m de sus lados un polígono simétrico, equilátero y no-convexo que tesela el plano sin dejar huecos.

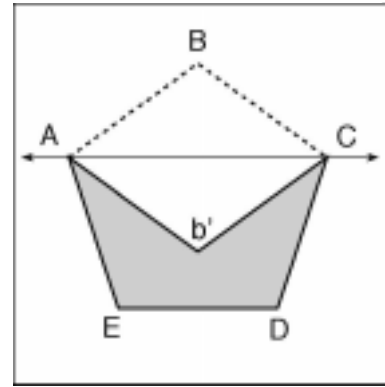


Figura 4 : Reflexión del pentágono regular.

La coloración de teselaciones periódicas opera según ciertas relaciones de orden al distinguir que no haya dos teselas vecinas de un mismo color. Sólo gracias al contraste cromático es posible destacar motivos concretos en un diseño de repetición. Siguiendo criterios de impacto, significa distinguir colores que se imponen con fuerza, claridad y facilidad perceptiva. En un sistema organizado del color, significa determinar la distancia o intervalo que media entre dos o más colores considerando el grado de complementariedad o adyacencia.

El tamaño de los intervalos, mayores o menores, determinará la pregnancia cromática de una configuración teselar. Es decir, para que un intervalo de color sea pregnante y claro en la lectura debe ser lo suficientemente grande para que se interprete como una configuración cromática definida y fácil de recordar. Al contrario, intervalos mínimos originarán diferencias cromáticas apenas perceptibles, y en última instancia, ambigüedades en la interpretación (Meissner, 1984)

Metodología

El estudio realizado es de tipo exploratorio en el campo de la simetría de colores, punto de contacto entre el

diseño y las matemáticas. Un enfoque que para la mayoría de las artes plásticas resulta quizás demasiado rígido. Se acudió a la teoría matemática de las teselaciones, en que el acento principal está en destacar las simetrías interfigurales de bilateralidad, radialidad y traslacionalidad, principalmente.

El trabajo se efectuó en dependencias de la carrera de Diseño Gráfico de la Universidad del Bío-Bío; con los estudiantes de la Cátedra de diseño del color del Taller de primer año.

Se realizó una planificación metodológica que constaba de tres etapas. En la primera etapa, que correspondió al trabajo de los estudiantes, se seleccionaron los ejercicios según las directrices sobre contenidos del programa oficial. Se identificaron los conceptos de base involucrados en el problema de interés, se seleccionaron los criterios a evaluar y se plantearon los objetivos.

En la segunda etapa los estudiantes llevaron a cabo el plan de trabajo, diseñaron los motivos y colorearon las teselas, al final evaluaron los resultados. Este trabajo se hizo con las promociones de los años 1996 al 2000. Para guiar el trabajo de los estudiantes, se diseñaron algunas actividades programadas sobre organización del color que les permitirían obtener combinatorias cromáticas nuevas, sustentadas corrientes heurísticas del color (Gerstner, 1979).

En la tercera etapa, que correspondió al trabajo docente, se analizó la información proveniente de los alumnos y se generó un plan de trabajo que contenía los objetivos a lograr: transcribir las posibles soluciones y la materialidad de la imagen digital. Para la aplicación del color digital se utilizó el programa Freehand 9.0 que funciona en los sistemas operativos de Macintosh y Windows. La Paleta de colores y la Lista de colores son los soportes principales del entorno de trabajo. Para obtener una correlación de color entre distintos tipos de periféricos se activó el Administrador de colores (CMS). Además se utilizaron los

recursos Ayuda en línea y Tutorial en línea para desarrollar Freehand.

Resultados y conclusiones

Al observar los resultados del trabajo digital, se pudo concluir que:

1) Diseñar el color en forma integrada con la tecnología digital permite mejorar la percepción que se tiene del color, lo que debería facilitar el desarrollo del aprendizaje. La información esta ya presente en la pantalla y es posible manipularla a través de un mecanismo que se llama "mouse". La información "a la mano" es un atributo de versatilidad del medio digital que promete transformar la manera de concebir el diseño.

2) En lo referente a coloración de superficies, la distribución del color debe responder a reglas estrictas:

- (i) se requiere un mínimo de dos variaciones de color para diferenciar teselas si el enrejado es traslacional, preferentemente,
- (ii) la complementariedad cromática es la vía más impactante para la coloración de un diseño teselar y
- (iii) operar algoritmos digitales de base geométrica abre posibilidades insoslayables al rediseño bi y tridimensional.

3) Finalmente, este trabajo es parte de un proyecto mayor financiado por el Fondo Desarrollo de la Docencia UBB, titulado "Actualización de la enseñanza del taller de diseño y su conexión con el ordenador" código DD98M-01. Además parte de este artículo fue expuesto en el V Congreso Argentino del Color, mayo 2000, con el título "El color en el diseño desde el punto de vista matemático". Por invitación, se expondrá bajo el mismo título en el I Congreso Boliviano del Color, en Septiembre de 2001.

Bibliografía

Ernst, Bruno; "El espejo mágico de M.C. Escher", Ed. Benedikt Taschen, Berlin, 1990

Fielker, David; "Weaving Tessellations", Mathematic Teaching 24(91), 1980

Gerstner, Karl; "Diseñar programas", Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1979

Hatch, Gillian; "Tessellations with

Equilateral Reflex Poligons", Mathematic Teaching 22(84), 1978

Meissner, Eduardo; "La configuración espacial", Ed.U. Bío-Bío, Concepción, 1984

Stephens, Peter et al; "Estructura de los cuasicristales", Investigación y Ciencia Nº 177, 1991

Simonds, David; "Central Tessellations with an Equilateral Pentagon", Mathematic Teaching 21(81), 1977

Schattschneider, Doris et al; "M.C. Escher Calidociclos", Ed. Benedikt Taschen, Berlin, 1990

