

- MORRIS, Charles W.- "Esthetics and the theory of signs", 1939.
 "Foundations of the Theory of signs", 1938.
- ROSENTIEL, M.A.- "Traité de la couleur", 1940.
- HAMBRIDGE, Jay.- "The elements of dynamic symmetry", 1948.
- ECO, Umberto.- "Obra abierta" (Seix-Barral, Barcelona, 1965).
- ALEXANDER, Cristopher.- "Ensayo sobre la síntesis de la forma"
 (Infinito, Buenos Aires, 1969).
- DORFLES, Gillo.- "Símbolo, Comunicación y Consumo", "Nuevos
 Ritos, Nuevos Mitos" (Lumen, Barcelona, 1967-69).
- VARIOS.- "Estructuralismo y Estética" (Nueva Visión, Buenos
 Aires, 1969).
- VARIOS.- "Kunst und Kybernetik" (Du Mont, Colonia, 1968).
- MUELLER, Robert E.- "The science of art" (Rapp & Whitung, Lon-
 dres, 1967).
- SMITH, Alfred.- "Communication and Culture" (New York, 1966).
- WEYL, Hermann.- "Symmetry" (Princeton Un. Press, 1952).
- MOLES, Abraham.- "Information Theory and Esthetic Perception"
 (Univ. of Illinois Press, 1966; hay edición fran-
 cesa).
- BIRKHOFF, G.D.- "Aesthetic Measure" (Harvard Un. Press, 1933).
- SCHILLINGER, Joseph.- "The mathematical basis of the arts"
 (Philosophical Library, New York, 1948).
- WADDINGTON, C.H.- "Behind Appearance" (Edinburgh Un. Press).
 "Cybernetic Serendipity, the computer and the arts" (Studio
 International, 1968).

PINTURA MODULAR

Por F. Briones

1) Introducción

Durante el curso 1968-69 se ha experimentado en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid, tratando de reproducir automáticamente el proceso de creación de cuadros modulares por Barbadillo, aplicándose reglas de composición que él ya conocía y otras que ha ido descubriendo a través de la experimentación.

Si el pintor hubiera sido otro, las reglas encontradas habrían sido, sin duda, distintas. Es por esto por lo que vamos a tratar ahora de generalizarlas a fin de redactar programas que sean capaces, no de crear obras de arte, pero sí de ayudar al pintor en su proceso creativo, utilizando la calculadora como un instrumento más a su disposición.

Nos limitamos por simplicidad a la pintura modular en blanco y negro con módulo cuadrado, dejando para más adelante su generalización a módulos coloreados y de formas diversas.

Distinguiremos tres fases en la creación de un cuadro modular:

- 1°.- Elección del módulo o módulos de trabajo.
- 2°.- Composición del macromódulo.
- 3°.- Composición del cuadro.

La realización de cualquiera de las fases 1 ó 2 puede ser tan compleja que el artista decida, llegado un cierto momento, considerar acabada la obra. También puede el artista, terminada una cierta fase, utilizar técnicas pertenecientes a una fase anterior. La elección de los nombres es puramente indicativa del proceso seguido por el propio Barbadillo.

Sigamos paso a paso, como ejemplo, la creación de un cuadro por Barbadillo.

1ª Fase - Barbadillo selecciona como módulos de trabajo el siguiente

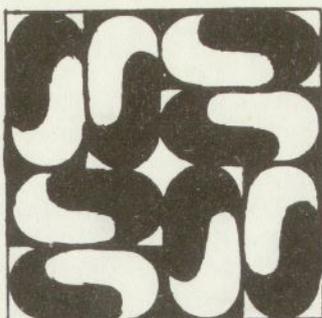


junto con su complementario (blanco sobre negro).

2ª Fase - Construye un macromódulo compuesto por cuatro de los módulos de trabajo:



3ª Fase - Combinando 4 macromódulos iguales obtiene el siguiente cuadro



2) Los micromódulos elementales

Dado que los módulos de trabajo son las "palabras" con las que va a trabajar el artista, y que un cuadro va a estar constituido por una acumulación ordenada de ellos, es lógico pensar que estos módulos serán relativamente simples, ya que si no lo fueran, un cuadro construido con ellos sería un galimatías (una frase construida con palabras ininteligibles).

Cuando un escritor redacta una frase, las palabras le vienen de una forma casi intuitiva. No es normal (aunque sea posible) que escoja unas cuantas letras y busque, combinándolas, las palabras que debe utilizar. Análogamente, es normal (y es la forma en que Barbadillo lo hace) que el pintor escoja intuitivamente la forma de los módulos con los que va a trabajar. Pero también cabe la posibilidad de que el pintor construya sus módulos a partir de unos módulos elementales o micromódulos (las letras del alfabeto) fijos y no dependientes de él (como las letras del alfabeto castellano son independientes del escritor que las utiliza). Consideraremos en principio los siguientes micromódulos, a los que se podrán añadir aquellos otros que se estime convenientes:



N (negro)



B (blanco)



A



M



y C

aun cuando veremos que los dos primeros pueden ser generados a partir de cualquier otro.

Todos los cuadros de Barbadillo de su época más reciente pueden generarse a partir del último micromódulo.

3) Funciones de construcción

Definiremos las siguientes funciones de transformación y composición de micromódulos, entendiendo que lo que se genera puede considerarse como un nuevo micromódulo y que cualquier micromódulo puede ser seleccionado a su vez como módulo de trabajo:

COMPL (x) - Función que produce un módulo en el que la parte negra de x pasa a ser blanca, y la blanca, negra.

COMPL (c) =



GIRO1 (x) - Función cuyo producto es el propio módulo x girado 90° en el sentido de las agujas del reloj.

GIRO1 (c) =



Una función puede siempre ser argumento de otra función. Así, por ejemplo:

GIRO1 (COMPL (c)) =



GIRO1 (GIRO1 (c)) =



Como puede verse, no es necesario definir funciones que giren el módulo 180° o 270°, pero por comodidad, las definiremos:

GIRO2 (x) gira 180° el módulo x



GIRO3 (x) gira 270° el módulo x



Si los micromódulos son simétricos respecto a un eje, no es necesario definir una función que nos dé su imagen especular, ya que siempre se podrá obtener ésta mediante giros; no obstante, esto no es posible para módulos asimétricos, por lo que definiremos

ESPEC (x) que dará como resultado un módulo que es el simétrico de x respecto de un eje vertical.

ESPEC (M) =



Definiremos ahora tres funciones que tienen como argumento dos módulos.

UNION (x,y) dará como resultado un módulo que es negro donde x o y son negros, y blanco sólo donde ambos son simultáneamente blancos.

UNION (c, GIRO2 (c)) =



INTER (x,y) dará como resultado un módulo que es blanco donde x o y son blancos, y negro sólo donde ambos lo son simultáneamente

INTER (M, COMPL (N)) =



Esta segunda función no es estrictamente necesaria, ya que habríamos obtenido el mismo resultado poniendo

COMPL (UNION (COMPL (M), N))

o en general,

COMPL (UNION (COMPL (x), COMPL (y)))

Puede verse que el módulo N se puede construir como UNION (x, COMPL (x)), y el módulo B como INTER (x, COMPL (x)), sea cual sea el módulo x.

EXCLU (x,y) Da un módulo negro donde uno de los dos es negro, y blanco donde ambos son negros o ambos son blancos simultáneamente

EXCLU (C, GIRO1(c)) =



Tampoco esta función es estrictamente necesaria:

$$\text{EXCLU}(x,y) = \text{UNION} (\text{INTER}(x,\text{COMPL}(y)), \text{INTER}(y,\text{COMPL}(x)))$$

Finalmente definiremos la función: $\text{COMPO}(k, x_1, x_2, \dots)$, donde el primer argumento es un número natural al que siguen k^2 argumentos más, y que da como resultado un nuevo módulo formado por k filas de k módulos, colocados de izquierda a derecha y de arriba abajo por el orden en que se dan.

$$\text{COMPO}(2,c, \text{GIRO1}(c), \text{COMPL}(\text{GIRO1}(c)), \text{COMPL}(c)) =$$



El caso particular

$$\text{COMPO}(2,x, \text{GIRO1}(x), \text{GIRO3}(x), \text{GIRO2}(x))$$

es tan normal que utilizaremos la convención $\text{COMPO}(1,x)$ para describirlo

$$\text{COMPO}(1,c) =$$



$$\text{COMPO}(1, \text{GIRO1}(c)) =$$



Otro caso bastante normal es el

$$\text{COMPO}(2,x,y, \text{GIRO1}(y), \text{GIRO2}(x))$$

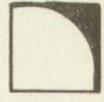
que escribiremos simplemente como $\text{COMPO}(o,x,y)$

$$\text{COMPO}(o, \text{GIRO1}(c), \text{COMPL}(\text{GIRO2}(c))) =$$



Para construir módulos de tipo complejo convendrá dar nombres a los módulos intermedios que los componen. Por ejemplo, es sencillo ver a donde se llega con la serie

GC = GIRO1 (c) =



MC = COMPO (1, GC) =



CC = ESPEC (MC) =



OH = COMPO (0,MC,CC) =



mientras que no lo es verlo con la fórmula

OH = COMPO(0, COMPO(1, GIRO1(c)), ESPEC(COMPO(1, GIRO1(c))))

que es, sin embargo, lo mismo.

Los módulos más normalmente utilizados por Barbadillo pueden describirse en la siguiente forma

B1 = COMPO (2,N,B,N,B) =



B2 = COMPO (2, COMPL(c),C,N,B) =



B3 = COMPO (2, COMPL(c),N,N,C) =



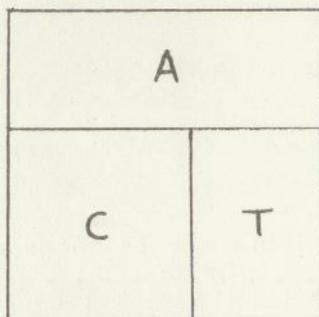
B4 = COMPO (2, COMPL(c), GIRO1 (COMPL(c)),N,
COMPO (2,C, GIRO1(c),B,B) =



Como puede verse en este último ejemplo, y a fin de que un módulo compuesto pueda ser utilizado en conjunción con otros micromódulos para formar un módulo más complejo, hay que suponer que la función COMPO reduce el módulo compuesto al tamaño normal del micromódulo.

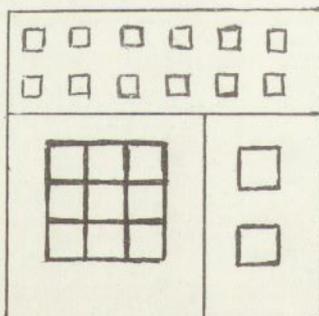
4) Forma de trabajar (1ª Fase)

Supondremos al artista situado ante el terminal óptico de una calculadora. Este terminal será un tubo de rayos catódicos dotado de "light pen" y de teclado de funciones. La pantalla estará dividida en tres zonas (A, T y C) en la forma siguiente:



A cada una de las teclas del teclado corresponderá un micromódulo elemental. La zona A (zona de archivo) estará subdividida en 12 casillas donde se archivarán los módulos que se vayan generando.

La zona T (zona de trabajo) tendrá capacidad para dos módulos, y la zona C (zona de composición) para k^2 ($k = 2, 3, \text{ o } 4$)



En cada una de las zonas habrá unos carteles que indicarán las funciones que se pueden realizar en ellas. Dichos carteles serán los siguientes:

Zona A : * LLEVAR A T1
 * LLEVAR A T2
 * BORRAR
 * SELECCIONAR

Para efectuar estas operaciones bastará señalar con el "light pen" el asterisco que las precede y el módulo a que se hace referencia.

Zona T : * TRAER DEL TECLADO *
 * LLEVAR AL OTRO T *
 * GIRO 1 *
 * GIRO 2 *
 * GIRO 3 *
 * ESPEC *
 * COMPL *
 * UNION *
 * INTER *
 * EXCLU *

En este caso se señalará el asterisco de la izquierda o de la derecha según que la operación se desee realizar en T1 o en T2. Para la primera operación, habrá que pulsar a continuación la tecla correspondiente al micromódulo deseado.

Zona C : * TRAER DE T1
 * TRAER DE T2
 * COMPO
 RED 2 3 4

Para las dos primeras operaciones habrá que señalar el asterisco y a continuación el sitio en que se desea colocar el contenido de T1 o T2. Lo primero que habrá que definir para manejar esta zona es el primer argumento (k) de la función COMPO. Para ello se señalará el número 2, 3, o 4 que sigue a la palabra RED.

Cada vez que se efectúe una de las operaciones UNION, INTER, EXCLU o COMPO, el resultado aparecerá de forma automática en el primer recuadro de A que esté libre. A medida que la zona A se vaya llenando convendrá ir borrando de ella aquellos resultados que no interese conservar. Todos aquellos módulos que se encuentren en A en el momento de señalar el asterisco que precede a la palabra SELECCIONAR serán seleccionados como módulos de trabajo, serán dibujados en un soporte permanente (mediante impresora o plotter) y sus características serán perforadas en tarjetas para su posible utilización posterior.

El programa que realiza todas estas funciones está siendo escrito por el Sr. Enrique de la Hoz y, como puede verse, se puede trabajar con él en la forma "clásica" en que Barbadiello pinta sus cuadros. No obstante, pensamos que en las fases 2 y 3 se aplican reglas de continuidad y simetría en las que la calculadora puede ayudar de forma diferente, por tanto consideraremos que la palabra SELECCIONAR realmente selecciona los módulos de trabajo a partir de los que con procedimientos distintos de los seguidos hasta ahora, se pintará el cuadro.

Si se quiere que un micromódulo elemental pase a ser módulo de trabajo, se hará en la zona T su intersección con el módulo N (o su unión con el B) a fin de que aparezca en A.

Una vez seleccionados los módulos de trabajo, que imaginaremos como azulejos sólidos, es lógico suponer que las funciones UNION, INTER y EXCLU, que implican una cierta "transparencia" de los mismos, no serán utilizadas.

Los giros de un módulo (de un azulejo) son siempre posibles. Supondremos que siempre es posible aplicar la función ESPEC (lo que equivale a decir que si se selecciona un módulo, se selecciona su simétrico).

El que se utilice el complementario de un módulo o no, quedará a elección del artista.

La función principalmente utilizada será una generalización de la función COMPO, pero se utilizará con ciertas restricciones, para lo que vamos primero a dar una forma de describir los micromódulos y los módulos de trabajo.

5) Orden de los módulos de trabajo

Para los micromódulos elementales, dividiremos sus cuatro lados en un número igual de partes iguales, de tal forma que cada segmento sea borde de una zona blanca o de una zona negra, pero no de una en parte negra y en parte blanca. Supondremos que esto se puede hacer con suficiente aproximación con un número finito de divisiones. Al número mínimo de divisiones que hay que hacer en un lado lo llamaremos orden del micromódulo. El orden de los micromódulos A, B, C y N será por tanto 1, mientras que el de M será 2.

Para módulos generados a partir de otros se calculará su orden a partir de sus componentes, de acuerdo con las siguientes reglas:

Las funciones COMPL, GIRO1, GIRO2, GIRO3 y ESPEC no cambian el orden del micromódulo.

Las funciones UNION, INTER y EXCLU producen un micromódulo cuyo orden es el mínimo común múltiplo de los órdenes de sus componentes.

La función COMPO da como resultado un módulo cuyo orden es k veces el mínimo común múltiplo de los órdenes de los componentes. (Para $k = 0,1$, es dos veces el m.c.m.).

Puede ocurrir que al construir un nuevo módulo, éste tenga la misma forma que otro, y sin embargo, resulte tener un orden diferente. El módulo COMPO (2, N, A, A, B) coincide en su forma con el A, y sin embargo resulta ser de orden 2. Aunque sólo sea por esto, diremos que ambos módulos son distintos.

Es más, el artista puede voluntariamente crear un módulo con la misma forma que otro, pero con un orden superior con métodos similares al siguiente

$$NN = \text{COMPO} (3, N, N, N, N, N, N, N, N)$$

$$XX = \text{INTER} (X, NN)$$

Si X era de orden 2, el módulo XX tendrá su misma forma pero su orden será tres veces mayor. En el momento de seleccionar sus módulos de trabajo, el artista seleccionará el que más le interese de los dos.

El orden de un módulo es un número que da idea de su complejidad. El aumentar artificialmente su orden equivale a decir que, para el artista, ese módulo es psicológicamente más complejo de lo que aparenta.

Uno de los datos que dará el artista a la calculadora a la hora de construir un macromódulo será el orden de complejidad deseado, entendiendo por orden de complejidad de un macromódulo la suma de los órdenes de los módulos de trabajo que lo componen.

6) Importancia de los módulos de trabajo

Como hemos visto, el artista puede aumentar a voluntad los órdenes de cada uno de los módulos de tal forma que los órdenes resultantes no tengan nada que ver finalmente con la complejidad real de los mismos. Parece sin embargo que si se llega a esto no es ya porque al artista "psicológicamente" le parezca más complejo un módulo que otro, sino porque uno le parece más interesante que otro, o dicho de otra forma, que a uno le da más "importancia" que a otro.

Parece pues que en vez de variar arbitrariamente los órdenes de los módulos de trabajo es mejor dar éstos de forma realista (con alguna excepción "psicológica"), pero añadiendo otro número, a voluntad del artista, que mida su "importancia".

Veremos más adelante cómo la calculadora, dentro de aquellos macromódulos que tengan el orden deseado y que cumplan otras condiciones más, seleccionará aquéllos en los que la suma de las importancias de sus componentes sea mayor.

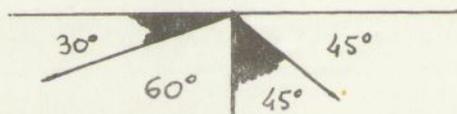
7) Descripción de los bordes

Los bordes de un micromódulo los describiremos a partir del vértice superior izquierdo siguiendo el sentido de las agujas del reloj. Describiremos uno tras otro los cuatro lados, separando sus descripciones con una barra / .

Si el orden del módulo es n , describiremos cada lado mediante n letras, seguidas cada una de una serie de números. Dividido cada lado en n segmentos iguales, las letras serán ordenadamente B o N, según que la zona adyacente a cada uno sea blanca o negra.

En el punto que separa dos segmentos consecutivos pueden confluír varias líneas que separen zonas negras y blancas del interior del módulo. Entre las letras correspondientes a dos segmentos aparecerán tantos números como líneas confluyan en el punto de separación, midiendo éstos el ángulo que forman con el primero de los segmentos.

Por ejemplo, en un punto con la forma



la descripción sería:

... N 30, 90, 135 B ...

Si las letras son distintas, habrá un número impar de números. Si las letras son iguales, habrá un número par de ellos (en particular, puede no haber ninguno).

Así, para los micromódulos elementales, tendremos las siguientes descripciones

N =		→	/N/N/N/N/
B =		→	/B/B/B/B/
A =		→	/N 45/B/B 45/N/
M =		→	/NN61.2/BB/B61.2N/NN/
C =		→	/N0/B/B90/N/

Para el módulo INTER (M, COMPL (A)) tendríamos



→ /BB45, 61.2/BB/B61.2N45/BB

Supondremos que todas las funciones descritas para la primera fase construyen, al mismo tiempo que los módulos, sus descripciones, por lo que el artista no debe ocuparse de esto, aunque sí que le interesan sus consecuencias posteriores.

8) Consideraciones sobre la continuidad

Al construir el macromódulo a partir de los módulos de trabajo, parece que uno de los criterios excluyentes con los que cuenta siempre Barbadillo es un criterio de continuidad. Muchas combinaciones de módulos son rechazadas automáticamente por presentar discontinuidades no agradables, mientras que otras discontinuidades son admitidas.

Distinguiremos continuidad en las líneas y continuidad en los colores. En el macromódulo

COMPO (1, B3) =



hay ambos tipos de continuidad, mientras que en el

COMPO (0, B3, GIRO1 (COMPL (B3))) =



hay sólo continuidad de líneas.

Las líneas están suficientemente definidas con los datos incluidos en las descripciones dadas para los bordes de los módulos de trabajo, pero no ocurre así con los colores. Observemos el módulo B4 de Barbadillo:

Es claro que hay una cierta discontinuidad de colores en el siguiente conjunto de dos módulos



sin embargo puede decirse que no la hay en el conjunto



a pesar de que junto a la zona B de un módulo está la zona N del otro y viceversa. Esto quiere decir que la descripción dada con sólo B y N para los colores es insuficiente. Distinguiremos dos calidades de negro y de blanco. En un caso utilizaremos las mayúsculas, indicando con ello que la continuidad exige que se le adose una zona con el mismo color, y en el otro utilizaremos la minúscula para indicar que el color adosado puede ser cualquiera. Los colores del módulo B4 podrían ser entonces

B4 =  → /b, b, b, b/b, b, n, b/B, B, N, N/n, n, b, b/

con lo que quedaría patente la discontinuidad del primer ejemplo y la continuidad del segundo.

Al adosar dos módulos, sin embargo, vuelven a surgir complicaciones, ya que la forma de uno puede influir en el otro. El siguiente macromódulo no parece ser discontinuo, a pesar de que no se cumplen en la línea central horizontal las leyes de continuidad tal como se han dado



En efecto, sobre esa línea los colores coinciden arriba y abajo en la siguiente forma

$$\frac{b, b, n, n, N, N, B, B}{b, b, n, b, b, b, b, b}$$

quedando enfrentadas a las dos N, dos b. El que esto a pesar de todo sea correcto, lo atribuimos a que el efecto de indiferencia a la continuidad de las n minúsculas se propaga hacia las N mayúsculas que se adosan a ellas siempre que al punto de unión no confluyan otras zonas blancas (no explícitas en la descripción de colores, pero que sí estarán en la descripción completa que incluye los ángulos de incidencia de las líneas).

Otro caso en que una zona puede influir en otra es si junto a la mayúscula de un color aparece la minúscula del otro, pero hay una línea suficientemente inclinada en el vértice en que se unen que hace que aumente la zona del color de la mayúscula hacia el interior del módulo.

Supongamos, por ejemplo, que definimos los bordes de los micromódulos elementales en la forma

N =



→ /N/N/N/N/

B =  → /B/B/B/B/

A =  → /N45/B/B45/N/

M =  → /NN61.2/bb/B61.2N/NN

C =  → /n o/B/B90/n/

El módulo CB = COMPO (c, GIRO1 (c), B, B) tendrá, sin aplicar las reglas anteriores, la descripción

CB =  → /n o, 180 n/n o B/ BB/B 180 n/

Aplicando la segunda regla, quedará

/n o, 180 n / n o b / B B / b 180 n /

El módulo B4 de Barbadillo, que podemos construir como

COMPO (COMPL(c), GIRO1 (COMPL(c)), N , CB)

tendrá, por composición, la descripción

B4 =  → /bbo, 180 bb/bbonob/BB 90 NN/NN 180 bb/

Y aplicando nuevamente la segunda regla, queda

/bb o, 180 bb/bb o n o b/BB 90 NN/nn 180 bb/

Un tercer caso en que una mayúscula puede pasar a minúscula es cuando la zona correspondiente a la mayúscula es muy extensa. Por ejemplo, la zona negra debajo del siguiente conjunto de dos módulos



parece pedir una continuación, mientras que no ocurre lo mismo en este otro caso:



De todas maneras, el decidir cual es esta longitud mínima es una cuestión que dependerá del artista.

- - -

Estas reglas de continuidad es de desear que sean discutidas y completadas por los asistentes al seminario. Las reglas de simetría y la forma de trabajar con la calculadora (fases 2 y 3) serán publicadas en el próximo boletín.