

## PINTURA Y PERCEPTRONICA - Estudio de transformaciones en pintura

por Ignacio Gómez de Liaño y Guillermo Searle

### 1. La Pintura como Ojo Artificial

No siempre se vio con los ojos; basta leer a Homero para enterarse de que en aquellos tiempos se veía en los ojos. Como si dijésemos que entonces al ojo no se le consideraba el instrumento para ejercitar un poder, el visual, sino la ventana o pantalla donde se suce- en las impresiones luminosas de las cosas, el lugar donde se imprimen las huellas y afectio- nes visuales de los objetos.

Dentro de esta perspectiva - !perspectiva: inevitable alusión a la historia del ojo! -, podemos considerar pinturas y cuadros como materializaciones artificiales del ojo. En este caso diríamos que se trata de un ojo destilado en el razonamiento, en la mente, se- leccionado a partir del arsenal de todas las imágenes posibles, y, por último, que todo ese conglomerado de imágenes es hecho objeto de elaboración, campo para la invención y la poe- sía.

En nuestros días esa ciencia novísima que se llama "Biónica" se dedica a la inves- tiguación de los procesos tecnológicos específicos, - y uno de ellos sería la pintura, aun cuando no se reduzca a mera tecnología -, tomando como punto de mira, como mapa orien- tador los procesos y mecanismos biológicos. Los sistemas físicos resultan más transparentes , explícitos y sucintos que los biológicos, pero es la finura y complejidad de estos lo que apa- rece ante el tecnólogo como desideratum y fuente de sus invenciones y realizaciones técni- cas. La biología se hace, de este modo, prototipo y plataforma, modelo y trampolín. Presen- tando estos nuevos títulos podemos ahora decir con toda pertinencia que "vemos la pintura en los ojos".

Este planteamiento, de apariencia tan novedosa y original, tiene su genial antici- pación, - hace casi medio milenio -, en la obra de Leonardo de Vinci. Basta abrir su Trata- do de la Pintura para advertir al punto la complicidad en la que pone al ojo y a la pintura. En más de cien ocasiones le servirá el ojo como modelo natural de su ciencia y arte pictóri- cas.

En un aforismo recogido al azar leemos que "la pintura se cimienta en la perspecti- va, que no es sino el arte de representar lo que se ve, o sea de hacer objetos parecidos a - los que contemplamos con los ojos" (af. 125). En otro aforismo nos dice que el ojo viene a ser el sol que se refleja en las aguas de la pintura. ("Del sol que tiene al agua por espejo" , af. 216). La genealogía de este punto de vista puede rastrearse también en Leon Battista Alberti, si es que fue él, como pretende, el inventor de la retícula cuadrículada para fijar geoméricamente en el plano los datos que nos proporciona la visión tridimensional. (Vid. el principio de Los Tres Libros de la Pintura , ed. de 1784 de Rejón de Silva, Madrid; es-

tos libros están precedidos por el Tratado de la Pintura de Leonardo).

Pero es el mismo Leonardo quien insiste en el carácter "filosófico natural" de la pintura, en su carácter "mental" (af. 87). De la pintura dice taxativamente que es "razonamiento mental mayor". Sin por ello olvidar la abertura inventiva que el artista pone en obra por encima de los condicionamientos morfológicos (af. 77). Si agregamos a esto sus ideas sobre la fuerza y el movimiento, principios que todo proceso físico-técnico que produzca pintura ha de tener en cuenta, nos encontraremos con una concepción tecnológica a la vez que poético inventiva de la pintura sorprendentemente actual.

Podemos considerar a las ventanas, -ojos del edificio-, o a la red que usa el pintor como otras tantas extensiones del ojo. Y a esta red podemos tomarla como una suerte de retina artificial a la que se trasladan las propiedades geométricas del objeto que se nos presenta desde un determinado punto de mira. Una vez efectuado este traslado podemos afirmar que la pintura es, técnicamente, un acontecimiento mensurable, un orden determinado de grados de luz y de tonos de color. Con nuestro trabajo hemos pretendido simular, a escala reducida, y empleando el ordenador electrónico, algunos momentos de este proceso perceptivo. Mas no se trataba solamente de simular sino también de jugar, de acuerdo con unas reglas de juego definidas, con ese proceso perceptivo artificial.

## 2. Análisis y Generación en pintura, y una rudimentaria aportación desde el Greco.

El trabajo que a continuación presentamos no ha de ser mirado como una puesta en práctica exhaustiva ni siquiera considerable del punto de vista de la pintura que hemos expuesto en el epígrafe anterior. Es simplemente uno de los experimentos posibles, un uso particular de un concepto de alcance mucho más largo.

En un comienzo lo que nos propusimos fue el estudio morfo-sintáctico de la pintura, establecer un método analítico eficaz, a fin de llegar a fundamentar una gramática generativa de la pintura. Elegimos el Apostolado del Greco que se encuentra en Toledo, suponiendo que en todos los cuadros hallaríamos una estructura profunda común y bastante sencilla. A continuación nos resultaría hacedero definir cada cuadro mediante una serie de reglas de transformación (topológicas y métricas, sobre todo). El logro completo de este planteamiento estaría en que llegásemos a traducir matemáticamente no un cuadro, cosa no especialmente difícil, sino las reglas transformacionales de generación de todo cuadro.

Aunque nuestra investigación no siguió este rumbo, creemos poder aventurar algunas apreciaciones sobre un trabajo de este tipo. Una de las dificultades mayores está en con- jugar semántica o significación de una figura y su sintaxis formal. Por ejemplo: cuáles han de ser las características sintáctico formales de una cabeza?. El problema así planteado es punto menos que insoluble, pues el semantema "cabeza" puede exteriorizarse en los perfiles más variados, los trazos pictóricos pueden ser más o menos exactos, etc. Esta metodología semiótica es mayormente problemática cuando lo que se nos presenta son cuadros complicados y de grandes proporciones. Así en Las Lanzas una cabeza lejana puede presentar rasgos formales muy parecidos a los de un detalle del paisaje o de la silla de montar de un caballo.



Si nos centramos exclusivamente en el nivel morfo-sintáctico, el análisis es mucho más fácil, pues, en ese caso, definir un cuadro podría ser con todo derecho indicar ausencias o presencia (+ ó -) de luz o pigmentos en cada cuadro de la retícula, es decir, servirse con provecho de las coordenadas cartesianas, por ejem., como definición del estado pictórico A, y de las transformaciones de esas coordenadas para representar otros estados pictóricos B, C ... N. Estos procedimientos son esencialmente topológicos y métricos. Aún podríamos agregar un tercer método, el estadístico, para definir las características formales de una pintura. Max Bense ha llamado a aquellos procedimientos macroestéticos, y a los estadísticos microestéticos, siguiendo, como es fácil ver, una analogía extraída del dominio de la física. Definir microestéticamente una pintura sería determinar la cantidad de información que tiene, ya el cuadro dentro de un repertorio de cuadros, ya una determinada forma, color o elemento del cuadro, dentro de la pintura en cuestión o del conjunto pictórico de un autor, época, etc. Digamos a este propósito solamente que la cantidad de información es una medida de probabilidad. Tanta más información tiene un elemento cuanto es menor la probabilidad de aparición de ese elemento, y cuanto mayor es el conjunto de elementos del repertorio.

He ahí, pues, someramente expuestos algunos procedimientos para entrar en el estudio morfosintáctico de la pintura.

Pero el problema, como lo hemos dicho, reside en el acoplamiento de semántica y sintaxis, en la definición de los elementos formales que son necesarios para que a un objeto lo "reconozcamos" como tal. Que las dificultades son serias nos da una idea de ello el incremento que han tenido en estos últimos cinco años los estudios de "pattern recognition", sobre el fenómeno de reconocimiento semántico de estructuras o pautas formales.

### 3. Retina Hilemática

La vía de acceso que adoptamos en nuestro trabajo es una cierta simulación del funcionamiento del ojo, más exactamente de la parte fotosensible del ojo que se llama retina. Como es sabido, esta superficie, sembrada de conos y bastoncillos conectados sinápticamente con terminaciones nerviosas, es la encargada de recoger el haz de luz que proyectan los objetos. Las "pirámides" luminosas de los objetos pasan a través de cornea y cristalino al interior del globo ocular -verdadera cámara oscura biológica-, inciden en la pared posterior, donde activan determinados mecanismos nerviosos que se encargan de transmitir la imagen al cerebro por el nervio óptico. Obviamente no entraremos aquí, ni sabríamos cómo entrar, en los mecanismos biológicos de codificación y de transmisión de la imagen visual desde la retina al cerebro.

La manera más sencilla y eficaz de representar una retina era la ideada por L.B. Alberti magnificada por Leonardo, una red o retícula. Sobre ella proyectamos (sirviéndonos de un proyector de diapositivas) el cuadro en cuestión. En cada uno de los vanos o cuadrado de la red escribimos un número, en una escala de 0 a 5 de intensidades de grises desde el blanco 0 al negro completo 5. Otro tanto hicimos con los colores, pero después no procedimos a ninguna elaboración ulterior (Searle y Cienfuegos tienen un trabajo de este tipo empujando colores, hecho a partir de la Maja desnuda de Goya).

Y de esta sencilla manera teníamos ya una convincente objetivación geometrizada de un cuadro. Bastaría después con encadenar matemáticamente los datos, y con codificarlos para el uso del ordenador. Seguidamente, mediante un programa, la impresora del ordenador o en su caso el "trazador" o "plotter", sacaría la reproducción de los cuadros en cuestión.

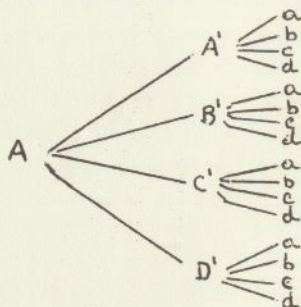
Señalemos que el nivel en que se apoyaba este trabajo no era ni morfosintáctico ni semántico, sino "hilemático". Eran las unidades de materia o hilemáticas las que teníamos en cuenta, así como su distribución espacial. Esa era la desnuda información de nuestros ojos, y era esa la información que introducíamos en el ordenador.

Pero, ¿qué ocurre con el ojo miope o hipermetrope?. Fisiológicamente es bien sabido: por perturbaciones en la longitud del eje principal del globo ocular la imagen, en esos casos, se imprime con deformaciones. Desde un punto de vista formal lo que ocurre no es ni más ni menos que una modificación de la imagen respecto a la imagen normal. Esto fue lo que nos interesó: modificar de acuerdo con unas leyes determinadas la "imagen normal de un apóstol del Greco. Aparte de lo que este ejercicio supone como juego, invención o creación artística, podríamos igualmente servirnos de él para determinar el momento transformativo en el que la figura o apóstol resulta irreconocible.

Pero la modificación, el cambio, en los procesos físicos equivale a la presencia agregada de una fuerza. Así modificamos un estado físico en reposo mediante cierto impacto. Normalmente el estado físico perturbado tenderá a volver al estado de reposo, pero lo que podemos hacer es "aprehender", inmovilizar el instante del cambio, es decir discretizarlo, y representarlo gráfica o matemáticamente. Podemos decir que se trataba de "escribir" el cambio.

Fué a la acción de una de estas fuerzas modificadoras a la que sometimos a cada apóstol y al Salvador del Greco. Podemos llamarla "fuerza de neutralización progresiva". Mediante ella fuimos neutralizando las variedades hilemáticas, o más exactamente las intensidades de gris de conjuntos definidos de hilemas, hasta llegar a su estado más neutro.

Vamos a describir el proceso de "neutralización" partiendo del esquema siguiente:



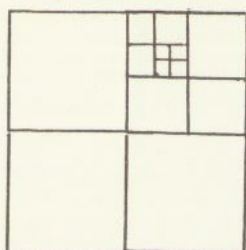
A es el conjunto de las divisiones reticulares hechas en el cuadro. A', B', C', D', a, b, c, d, etc. serán respectivamente subconjuntos del conjunto A. Tomamos como unidad de neutralización la cuadrícula más simple 

a	b
c	d

 de la que hallamos la media,  $A' = (1/4) (a + b + c + d)$



Gráficamente podemos representar el proceso de la siguiente manera:



La regla de neutralización se lleva a efecto hasta llegar a un estadio donde no se pueda operar una neutralización más. Esto ocurre en el estadio o fase 5º, y ello se debe a que tenemos una trama con 96 por 80 retículos, de modo que:

→ 1º	96 por 80
↓	
2º	48 por 40
↓	
3º	24 por 20
↓	
4º	12 por 10
↓	
5º	6 por 5

Este es, en resumidas cuentas, el proceso de neutralización. Con él lograbamos conservar y uniformar las cantidades de información de los elementos, dar a la multiplicidad del cuadro una cierta simplicidad profunda. No es menos importante el hecho de que mediante este procedimiento se ofrece una muestra experimental para el estudio de "pattern recognition". Era interesante ver las salidas del ordenador y poder comprobar con los propios ojos las transformaciones que pueden hacer de un apóstol del Greco, un apóstol cubista analítico, cubista sintético, e incluso un apóstol "visto" por Mondrian!

#### 4. Del Ojo Artificial al Ojo Inventor

El ojo artificial no es más que el sensor formado por todos los predicados lineales que se le pueden atribuir, como con más precisión declarará M. Minsky en el escrito que figura como apéndice de este trabajo.

De los predicados que Leonardo atribuye a la pintura: medida e invención, sólo nos hemos detenido hasta ahora en lo que podemos llamar inteligencia cuantitativa o carte-

siana de la pintura. Esta inteligencia cartesiana permite múltiples desarrollos como cuantificaciones de diferentes tipos de perspectiva, o ya en una visión "microestética", la cuantificación estadística de cuadros o sus elementos, la fijación estadística de "umbrales" para el reconocimiento de un morfema determinado (problema de "pattern recognition").

Vayamos a la invención. La invención tiene reglas?. Responderemos que hasta cierto punto. Propiamente la Invención no reconoce Reglas, pero tan pronto como lo inventado adopta una forma, se materializa en algo sensible, eso sensible, ese resultado, el proceso concreto inductor, es decir los residuos o reliquias de la invención, podemos estudiarlos de acuerdo con determinadas reglas, desde las físicas y geométrico-analíticas hasta - otras mucho más refinadas, como las que aparecen en la teoría de los juegos.

Hablar de un ojo inventor sería hablar de un ojo que no se limitase a medir, controlar, abarcar con clasificaciones, es decir, que no se confinase en la analogía; ojo inventor sería aquél que fuese capaz de jugar con sus propiedades, de autopensarse como campo de juego. Ojo inventivo es aquel que se entretiene barajando las posibilidades e imposibilidades de la figuración, y, al tiempo, sale a probar fortuna, a exponerse, a arriesgarse.

Nosotros dejamos que un ojo artificial probase fortuna y el resultado fue una visión excéntrica y nueva del Apostolado. Una visión excéntrica del Apostolado puede ser un tema que nos divierta y que nos haga pensar. Pues, no lo olvidemos, la pintura es un "razonamiento mental".

## APENDICE

Extractos de Marvin Minsky)

PERCEPTRONS, An Introduction to Computational Geometry  
Marvin Minsky and Seymour Papert

SENSOR: Es una máquina abstracta de la que tal vez se pudiera decir que trabaja en paralelo. Para su correcta definición es necesario introducir algunos conceptos previos.

Retina R es el soporte plano euclídeo en el que está contenida la figura que el sensor detecta. Puede ser el conjunto universal o una parte de él. Así, por ejemplo, esta hoja de papel será la retina, mientras que los caracteres escritos en ella formarán la figura.

Predicados Básicos  $\mathcal{P}$  son funciones que trabajan en puntos de la retina. Captan información local de la retina. Una función de este tipo puede desplazarse de un punto a otro "chequeando" un conjunto de estos puntos. Podríase pensar que son a manera de tentáculos del sensor; concretamente, trabajan estableciendo una aplicación de subconjunto o elementos de la retina en el conjunto  $\{1, 0\}$  (verdadero, falso)

$$\mathcal{P}: (X \subseteq R) \longrightarrow \{1, 0\}$$

siendo X un subconjunto de R.

Conjunto de Predicados Básicos  $\Phi$  este conjunto es finito

$$\Phi \equiv \{ \mathcal{P}_1, \mathcal{P}_2, \dots, \mathcal{P}_n \}$$

Predicado Lineal  $\mathcal{Y}$  respecto de un conjunto  $\Phi$  (conjunto básico de predicados) es una función tal que, habiendo definido un conjunto numérico  $\alpha \equiv \{ \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n \}$  (que llamaremos coeficientes o pesos) y un número  $\theta$  (que llamaremos punto de corte o umbral), trabaja de la siguiente forma

$$\mathcal{Y}(x) = 1 \quad \text{si} \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i \mathcal{P}_i(x) \geq \theta$$

$$\mathcal{Y}(x) = 0 \quad \text{si} \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i \mathcal{P}_i(x) < \theta$$

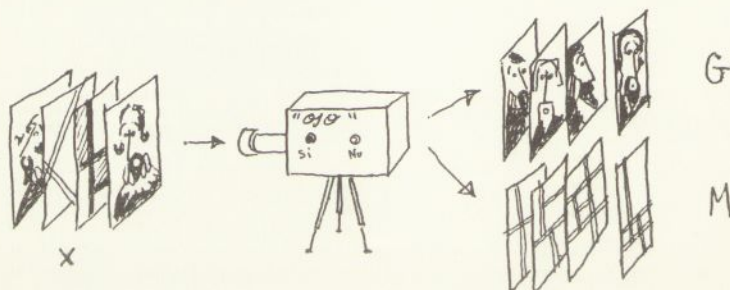
Para simplificar la notación podemos considerar  $\alpha \equiv \{ \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n \}$  como un vector A en un espacio n-dimensional y al mismo tiempo  $\Phi \equiv \{ \mathcal{P}_1, \mathcal{P}_2, \dots, \mathcal{P}_n \}$  como un vector  $\Phi$  que seguiremos llamando  $\Phi$ , definido en el mismo espacio. Esto nos permite decir que  $\mathcal{Y}(x) = 1$  si el producto escalar  $A \cdot \Phi \geq \theta$

Conjunto de Predicados Lineales o sensor  $L(\Phi)$  está formado por todos los predi



cados lineales que se pueden obtener al variar  $A$  y  $\Theta$  fijando un conjunto  $\Phi$  de predicados básicos.

Ejemplo: Podríamos pretender construir un sensor que nos separe o clasifique un conjunto de obras de arte según sus autores



Si suponemos que al sensor le entran "por el ojo" una serie de pinturas que queremos clasificar, el sensor, que ya ha cumplido un proceso de aprendizaje, examinará cada figura y determinará si pertenece al conjunto  $G$  o al conjunto  $M$ . El aprendizaje consistirá en encontrar una  $A$  y una  $\Theta$  tales que:

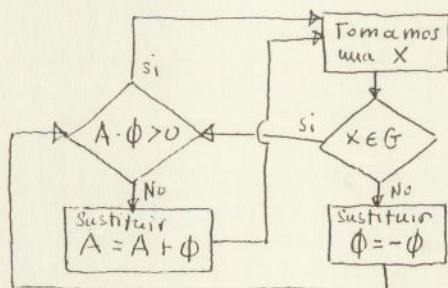
$$\text{si } A \cdot \Phi \geq \Theta \implies X \in G$$

$$\text{si } A \cdot \Phi < \Theta \implies X \notin G$$

por tanto, cuando  $(X \in G) \vee (X \in M)$  si  $X \notin G$ , entonces  $X \in M$ .

El problema del aprendizaje consistirá en determinar cuales parejas de  $A$  y  $\Theta$  son satisfactorias en las fórmulas arriba expuestas. Minsky lo resuelve mediante el Teorema de Convergencia, que en una versión informal vendría a ser: que se puede demostrar que la solución  $(A, \Theta)$  es hallable mediante un algoritmo en un número finito de pasos, si es que esta solución existe, lo que se demostraría mediante un teorema de existencia ajeno a este teorema de computación.

El Algoritmo de búsqueda podemos expresarlo con el diagrama siguiente:



Confiamos que estos breves extractos estimulen el interés de quienes trabajan en tender relaciones entre los fenómenos artísticos y la Automación.



NOTA .-

Este trabajo, que trasnochadamente publicamos, se inició en el curso 1970-71 en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, dentro de un Seminario adscrito a la Cátedra de Estética; colaboró en él un grupo de estudiantes, a quienes agradecemos su valiosa ayuda, así como al personal del CCUM, especialmente a María Pilar y a Adela Ares, que tan amablemente sobrellevaron la ingrata labor de perforación de los datos. Posteriormente, el trabajo, por motivos académicos hubo de ser realizado fuera de la Escuela.

Por último expresamos nuestra deuda con Andrés Cristóbal Lorente, quien en su diaria labor docente en el Instituto de Informática ha aportado, implícitamente, sugerencias e informaciones sustanciosas para nuestro trabajo actual y futuro. También a Florentino Briones le agradecemos la acogida favorable que dió a este trabajo y algunas valiosas sugerencias.

La salida gráfica del "Apostolado" ha sido expuesta en el año 72, Junio, durante los "Encuentros de Arte" de Pamplona, dentro de la muestra de computer-art de IBM, así como en Bilbao, Valencia y Lisboa, dentro de la exposición itinerante del Instituto Alemán.

## PROGRAMA ORDENADOR

```

INTEGER M(6,5),L(5,80)
REAL N(96,80)
READ(5,7)NSIMB
7 FORMAT(11,79X)
DO 6 I=1,6
DO 6 J=1,5
6 M(I,J)=0
DO 214 I=1,6
READ(5,1){M(I,J),J=1,NSIMB}
1 FORMAT(5A1,75X)
214 CONTINUE
READ(5,77)NPACT
77 FORMAT(12,78X)
DO 3 I1=1,NPACT
WRITE(6,9)
9 FORMAT(1H1)
DO 4 I3=1,96
READ(5,2){N(I3,I2),I2=1,80}
2 FORMAT(80F1.0)
DO 5 I4=1,80
IF(N(I3,I4).GT.5.)N(I3,I4)=5.
I6=INT(N(I3,I4))+1
DO 5 I5=1,NSIMB
5 L(I5,I4)=M(I6,I5)
WRITE(6,8){L(I,I7),I7=1,80}
8 FORMAT(1H,26X,80A1)
DO 11 I8=2,NSIMB
WRITE(6,10){L(I8,I9),I9=1,80}
10 FORMAT(1H+,26X,80A1)
11 CONTINUE
4 CONTINUE
DO 106 K=1,4
WRITE(6,9)
IF(K-1)500,501,500
501 JN=1
GO TO 502
500 JN=2**(K-1)
502 JNN=JN*2
DO 110 IP=1,96,JNN
J01=IP+JN
DO 111 JP=1,80
N(IP,JP)=(N(IP,JP)+N(J01,JP))/2.
111 CONTINUE
110 CONTINUE
DO 112 IP=1,96,JNN
DO 113 JP=1,80,JNN
J02=JP+JN
N(IP,JP)=(N(IP,JP)+N(IP,J02))/2.
DO 114 IK=2,JNN
J03=JP+IK-1
N(IP,J03)=N(IP,JP)
114 CONTINUE
113 CONTINUE
112 CONTINUE
DO 401 IZ=1,96,JNN

```



```
DO 55 I4=1,80
I6=INT(N(I2,I4))+1
DO 55 I5=1,NSIMB
55 L(I5,I4)=M(I6,I5)
DO 313 INR=1,JNN
WRITE(6,8)(L(I,I7),I7=1,80)
DO 311 I8=2,NSIMB
WRITE(6,10)(L(I8,I9),I9=1,80)
311 CONTINUE
313 CONTINUE
401 CONTINUE
106 CONTINUE
3 CONTINUE
PRINT 20
20 FORMAT(108H POR FAVOR TRIPLICAR LA SALIDA DE LA IMPRESORA Y SUPRIM
1IR EL ESPACIO BLANCO ENTRE RENGLON Y RENGLON.GRACIAS.)
PAUSE
STOP
END
```

