

# 6

# La enseñanza del color en el Bachillerato (\*)

Por Luis CABRERA LERMA (\*\*)

## I. INTRODUCCION

### Importancia del color

Al contemplar la naturaleza nos encontramos con una formidable sinfonía de luz y color que invade todo el universo material.

Si el conjunto de estímulos ambientales constituye uno de los pilares en que se asienta el desarrollo del individuo, no cabe duda que el color ha tenido que estar necesariamente presente en la cultura de todos los pueblos.

Efectivamente: la Historia da testimonio del uso del color en todos los pueblos, desde la Prehistoria hasta la actualidad, no sólo como factor de creatividad estética, sino como medio para desarrollar las creencias religiosas, conceptos morales, filosóficos, científicos, simbólicos, etc. El hecho de que se hayan escrito miles de libros sobre teoría física, estética, decoración, diseño en general, psicología, aplicación industrial, codificación, etc., revelan la importancia del color en las actividades humanas.

### El color en la enseñanza

El color, elemento indiscutible en el lenguaje de expresión estética, justifica sobradamente su presencia en la enseñanza; sobre todo si se tiene en cuenta que a veces es capaz de expresar por sí solo determinados estados anímicos del individuo, con una sutileza y penetración difíciles de alcanzar con otro tipo de lenguaje.

Considerando también que ha pasado la época en que la enseñanza se basaba en el memorismo, fomentándose actualmente una enseñanza creativa para el desarrollo integral del alumno, parece que el conocimiento del color resulta insoslayable.

### La enseñanza del color es deficiente

Aparte del reducido espacio que se dedica a la enseñanza del color en Bachillerato, a causa de los dilatados programas de las asignaturas de Dibujo y Diseño, el concepto del color se viene enseñando con criterios tan dispares como contradictorios.

Esto es debido a que el profesorado ha recibido de los Centros Superiores, a lo sumo, una enseñanza empírica del color, en la que la experiencia y desarrollo de la sensibilidad personal constituyen la única base. Tratar de encontrar información adecuada en libros especializados exige una meticulosa selección por existir teorías muy contradictorias. Las más científicas se basan casi exclusivamente en el color-luz, recibiendo el color-material un trato desigual, con muchas lagunas y confusiones en cuanto a conceptos y nombres que cada autor atribuye a los diferentes fenómenos o colores, respectivamente.

Todo este cúmulo de contradicciones llega a los alumnos a través de profesores y textos.

## II. PROGRAMA BASICO

A falta de un simposio donde se unificaran criterios, elaborando un programa uniforme, coherente y eficaz acerca del color, propongo éste de posible aceptación por el profesorado, apoyado en las teorías más vigentes y en mis experiencias personales, confirmando principios válidos, detectándose errores y aportando nuevos conceptos: ¿Qué es el color? El espectro visible, color-luz, color-materia, clasificación de los colores, síntesis, círculo cromático, escala cromática, escala acromática, movimiento de los colores, carta de colores, armonías, tonos, interacción de los colores, perspectiva de los colores, psicología, fisiología y simbología del color.

## III. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

### ¿Qué es el color?

El color es una sensación psíquica producida a través de los mecanismos de visión. Las radiaciones electromagnéticas del espectro visible inciden sobre los conos y bastones de la retina, provistos de unos pigmentos coloreados que, sensibilizados por la luz, se transforman en impulsos nerviosos que el cerebro interpreta como rojo, verde, azul, etc. Pero el color, bajo su aspecto físico, no es más que una radiación electromagnética y corpuscular (doble naturaleza, según De Broglie).

### El espectro visible

Ha habido muchas concepciones acerca del color, desde los pitagóricos (hacia 560 a. de C.). Los atomistas de la escuela de Demócrito (a partir del 400 a. de C.), pasando por otras muchas hasta las más modernas, como las de Young (1773-1829), Fresnel (1788-1827), Helmholtz (1821-1894), Maxwell (1831-1879), Hering (1834-1918), Plank (1858-1947), etc., pero Isaac Newton (1642-1725) fue el primero que separó científicamente los colores del espectro visible al provocar diferente refracción a partir de la luz blanca a través del prisma.

Otra experiencia de Newton consistió en hacer pasar por dicho prisma los colores obtenidos en el experimento anterior (que él clasificó en siete), recomponiendo nuevamente la luz blanca. Esto demuestra que existen unos colores que son fundamentales.

(\*) Ver ilustraciones a color en portada.

(\*\*) Catedrático de Dibujo del Instituto de Bachillerato «Ruiz Gilón», de Utrera.

A partir de Newton surgen muchas teorías científicas que sostienen diferente número de colores fundamentales. Titchener (1887) y Ostwald (1917), ocho; Hicethier (1) (1940), Küppers (2) (1972) y Gerritsen (3) (1975), seis.

Por otra parte, existe una gran confusión en cuanto a los nombres que cada autor utiliza al designar sus colores. Parece como más correcta las de seis colores, como tendré oportunidad de demostrar; y en cuanto a la terminología a emplear, la universalmente admitida.

### Color-luz

Las fuentes luminosas pueden irradiar desde luz blanca hasta los diferentes colores del espectro, según seleccione o no las correspondientes longitudes de ondas. Estas luces coloreadas pueden ser percibidas directamente, o a través de proyecciones sobre pantalla blanca. Las luces coloreadas suelen usarse en las investigaciones que efectúan los físicos, así como por escenógrafos, decoradores, escapatistas, cromatólogos, psicólogos, etc.

### Color-materia

Al no poseer la materia luz propia (la no incandescente), para ser percibida necesita de una fuente de iluminación exterior (emisor). Esta materia absorbe o refleja (reemisor) determinadas longitudes de ondas que producen las sensaciones de los distintos colores materiales. A esta propiedad de la materia se le designa como cualidad pigmentaria.

### Clasificación de los colores

Los colores se dividen, por consiguiente, en colores-luz y colores-matéricos. Los matéricos se subdividen, a su vez, en coloreés opacos (pigmentos insolubles) y transparentes (tintes de pigmentos solubles).

Tanto unos como otros se clasifican, a su vez, en *primarios, secundarios y terciarios*.

Son primarios los que no se pueden conseguir por mezclas de otros colores. Constituyen un trió, fundamento y génesis de los restantes colores.

Por la mezcla de los dos primeros obtenemos un secundario. Los obtenidos por mezclas en partes iguales se llaman secundarios fundamentales.

Por la mezcla de tres primarios o dos secundarios fundamentales, en partes iguales o desiguales, conseguimos colores terciarios.

Existen otras mezclas más complejas, pero en esencia obtenemos los mismos resultados.

### Síntesis y sus clases

La síntesis representa la expresión mínima de tres colores llamados primarios, que contienen a todos los demás y son capaces de producirlos por sus mezclas.

Existen las siguientes síntesis: aditiva, sustractiva, partitiva y pseudosíntesis, y cuyos cuadros sinópticos exponemos a continuación:

#### SÍNTESIS ADITIVA

(Colores-luz) (fig. 1)

- Primarios: Rojo.  
Verde.  
Azul.
- Secundarios: Amarillo igual rojo más verde.  
Cian igual azul más verde.  
Magenta igual azul más rojo.
- Terciario: Blanco igual rojo más azul más verde.

Los demás colores no indicados en ésta o en las otras síntesis se obtienen por mezclas de ellos en proporciones desiguales.

#### SÍNTESIS SUSTRACTIVA

(Colores tintóreos) (fig. 2)

- Primarios: Amarillo.  
Cian.  
Magenta.
- Secundarios: Rojo igual amarillo más magenta.  
Verde igual amarillo más cian.  
Azul igual cian más magenta.
- Terciario: Negro igual amarillo más cian más magenta.

Aunque los colores secundarios y terciarios se presentan como suma de primarios, como parece en la práctica, en realidad la formación de ellos es por sustracción: blanco-cian igual rojo; blanco-magenta igual verde; blanco-amarillo igual azul; blanco-azul-verde-rojo igual negro.

#### SÍNTESIS PARTITIVA

(Colores opacos) (fig. 3)

- Primarios: Amarillo.  
Cian.  
Magenta.
- Secundarios: Rojo igual amarillo más magenta.  
Verde igual amarillo más cian.  
Azul igual cian más magenta.
- Terciario: Gris medio igual amarillo más cian más magenta.

En esta síntesis la formación de los colores es por sustracción y adición, por lo que no suman o restan valores enteros, sino valores medios.

Nota: Los colores son aproximados, dadas las limitaciones propias de las Artes Gráficas.

### Círculo de los colores

Al situar los tres primarios en los vértices de un triángulo equilátero) (fig. 4) podremos también colo-

(1) HICKETHIER, A.: *El cubo de los colores*. Paris, Ed. Bouret, 1971.

(2) KÜPPERS, H.: *Color*. Caracas, Ed. Lectura, 1973.

(3) GERRITSEN, F.: *Color*. Barcelona, Ed. Blume, 1976.

car los secundarios fundamentales entre cada par de primarios que los originan, quedando organizado el círculo cromático en una perfecta ordenación de seis colores. Si volvemos a mezclar cada par de colores contiguos, duplicaremos el número de colores, pudiendo triplicarlos o cuadruplicarlos mientras seamos capaces de distinguir cada nuevo color.

### Escala cromática

La ordenación lineal de los colores del círculo cromático a partir del rojo, por ser el de longitud de onda más larga, hasta los violáceos, forman una secuencia cromática que constituye la escala cromática, en la cual todos los colores tienen la máxima pureza.

### Escala acromática

Es la relación lineal de tonos totalmente neutros (sin croma), desde el blanco al negro, pasando por todas las gradaciones de grises.

### Movimiento de los colores

Cada color se mueve o modifica según tres direcciones diferentes, pudiéndose establecer tres coordenadas del espacio que permiten construir modelos espaciales (como la esfera de Munsell, el doble cono de Ostwald, el cubo de Hicethier u otros modelos más complejos, como el de CIE), poco comprensibles para los alumnos, por lo que se aconseja su estudio en ordenaciones bidimensionales. Para ello trataremos estos cambios, según la Teoría de Munsell (4) (1915), pintor y profesor de Arte.

El primer movimiento consiste en cambiar el MATIZ, que es la posibilidad de modificar un color puro hacia uno de los dos sentidos del círculo cromático, sin perder pureza cromática; así, el amarillo puede tornarse más verdoso o más anaranjado; el verde, más amarillento o más azulado, etc.

El segundo movimiento sería cambiar el VALOR, consistente en la modificación de un matiz mediante adición de blanco o negro, cambiando con ello el valor de claridad u oscuridad. Se consideran valores altos los tonos claros, y valores bajos los tonos oscuros.

El tercer movimiento es el de SATURACION. Sabido es que cada matiz tiene un valor de gris local traducible a su gris correspondiente, como lo hace la fotografía en blanco y negro tomada sobre colores: pues bien, cuando un color tiene su máxima pureza cromática se dice que está saturado. Si, por el contrario, se le va agregando gris de igual valor, pierde gradualmente saturación hasta neutralizarse totalmente, sin que cambie de matiz ni de valor.

### Carta de colores

Con cada matiz de la escala cromática, mezclado con los tonos de la escala acromática, pueden confeccionarse los alumnos una «carta de colores» (ordenación bidimensional) que posibilita el dominio de los colores terciarios.

Utilizando el sistema cartesiano se colocará: a la izquierda (fig. 5) un eje vertical con la escala acromática (valores), colocando arriba el blanco y abajo el negro. A la derecha, y a la altura del gris, correspondiente al del matiz elegido, se situará éste, formando un eje perpendicular al anterior (saturación), mezclándolo gradualmente con dicho gris. El resto es la combinación de las dos direcciones.

### Armonías

El problema de las armonías radica en que los tres primarios no armonizan entre sí, ni tampoco los opuestos en el círculo cromático, por ser uno de ellos producto de dos primarios distintos de su opuesto; en cambio, los grises, por ser neutros, armonizan con todos los colores.

La inarmonía entre los colores de muy diferente matiz se resuelve eligiendo un color como dominante y subordinando los demás al primero.

Las reglas, pues, que rigen las armonías se reducen a los seis principios siguientes:

- a) Mayor espacio para el dominante y menor para el resto, especialmente para los más inarmónicos.
- b) Mayor repetición del dominante y menor de los otros.
- c) Más puro el dominante y más apagados los inarmónicos con él mediante mezclas de éstos con algún tono neutro, siempre que se diferencie un contraste de valores con el dominante.
- d) Igual que en el apartado anterior c), pero mezclándolos con el dominante en lugar de los grises.
- e) Intercalando entre los inarmónicos un matiz intermedio o un tono neutro.
- f) Utilizando colores con temperaturas de igual cualidad.

### Armonía monocromática

Utiliza un solo matiz y sus mezclas con los tonos acromáticos. Al existir sólo un croma, la armonía está asegurada por sí misma (fig. 6).

### Armonía de colores análogos

Los colores de un tercio del círculo cromático tienen afinidad con el matiz que se encuentra en el centro de ellos, debiendo ser el dominante. Las mezclas entre ellos y con los tonos neutros armonizan por analogía (principios: *a*, *b* y el *d*, lógicamente) (fig. 7).

### Armonía policromática

Entran en juego colores de dos tercios o del círculo cromático completo, más sus mezclas con los tonos neutros. Se aconseja limitar el número de colores para que cobre mayor interés (principios: *a*, *b*, *c* y *d*) (fig. 8).

### Armonía de contraste cromático

Esta armonía pretende hacer una exaltación de colores puros dispares. Para que se toleren hay que se-

(4) MUNSELL, A. H.: *A colour notation*. Boston, Munsell Color Co., 1919.

pararlos con matices intermedios o tonos neutros, como sucede en las vidrieras (principio: e) (fig. 9).

### Armonía de temperatura

Dividiendo el círculo cromático con un eje (según fig. 4), los correspondientes al lado del rojo serán armónicos por tener todos cualidad cálida. Los que ocupan la parte del azul armonizan por ser todos de cualidad fría. Los tonos neutros también pueden mezclarse con las combinaciones cálida o fría (principio: f) (figs. 10 y 11).

### Armonía vibratoria

Esta armonía se logra por contraste de temperatura, pues existen en el círculo cromático pares frío-cálido, rojo-cálido y rojo-frío, azul-cálido y azul-frío, verde-cálido y verde-frío, etc. Los de cada par armonizan por ser análogos. Otros pares frío-cálido son opuestos y se les armoniza alternándolos en puntos o líneas estrechas que tienden a neutralizarse por fusión óptica, produciendo gran efecto cibernético (implica ópticamente los principios: c, d y e) (fig. 12).

### Tonos

Independientemente del sentido psicológico o fisiológico de los colores, cada esquema posee un carácter temperamental en función de los valores de claridad u oscuridad con que se exprese (5). Así, un conjunto expresado con valores altos (tonos claros) estará en TONO ALTO, significando el esquema, si está poco contrastado, delicadeza y fragilidad; si, por el contrario, está contrastado, indicará vitalidad y mayor alegría (figs. 13 y 14).

Un esquema resuelto con valores bajos (tonos oscuros) estará en TONO BAJO, expresando si es poco contrastado, melancolía, depresión y misterio; en cambio, si es contrastado, dramatismo y vigorosidad (figs. 15 y 16).

Las resoluciones en TONO MEDIO son más vulgares y menos emotivas. Cuanto menos contrastadas estén, más inexpresivas resultarán (figs. 17 y 18).

### Relatividad del color

Desde el punto de vista físico, el color no manifiesta su verdadero matiz y valor en la percepción, que nos engaña en función de la interacción de los colores (6).

Esta apariencia está siempre relacionada con el color de su entorno, especialmente con los contornos (7).

Los mecanismos de visión tienden a seleccionar los colores, diferenciando más aún los contrastes de valor y matiz. Un rojo sobre fondo negro, por ejemplo, se percibirá más claro, y sobre fondo blanco más oscuro. Sobre fondo amarillo aparecerá más violáceo, y oscuro por tender al azul, complementario del amarillo. Ante fondo azul se apreciará más anaranjado, y

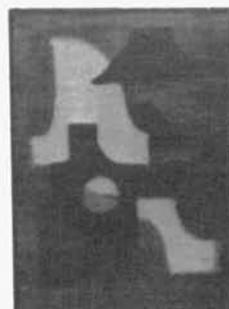


Fig. 13

Tono alto menor.



Fig. 14

Tono alto mayor.



Fig. 15

Tono bajo menor.



Fig. 16

Tono bajo mayor.



Fig. 17

Tono medio menor.

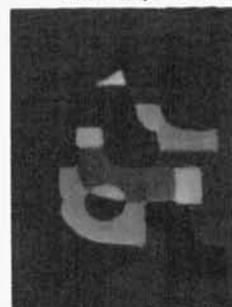


Fig. 18

Tono medio mayor.

claro por tender al amarillo, complementario del azul. Sobre fondo cian realzará su croma por ser opuesto a éste.

Estos efectos se dan también en los fondos por ser mutua la interacción.

Un fondo neutro adquiere una coloración hacia el opuesto del color que lo influencia.

### Perspectiva de los colores

Debido al efecto óptico de coma, los colores cálidos situados sobre un mismo plano y a igual tamaño parecerán más cercanos y los fríos más lejanos.

### Psicología, fisiología y simbología del color

Aunque estos efectos hay que tomarlos con precaución por existir otros factores, como iluminación y espacio, cultura de los pueblos, etc., se incluye a continuación un cuadro sinóptico (8).

(8) DERIBERE, M.: *El color en las actividades humanas*. Madrid, Ed. Tecnos, S. A., 1964.

(5) SAGARO, J. DE: *Composición artística*. Barcelona, L.E.D.A., 1963.

(6) ALBERS, J.: *La interacción del color*. Madrid, Alianza Editorial, 1979.

(7) GILCHRIST, A.: *La percepción de los blancos y negros de las superficies*. Investigación y Ciencia. Barcelona, núm. 32, mayo 1979.

Color	EFECTOS		SIMBOLISMO
	Psicológico	Fisiológico	Religioso o profano
Rojo	Caliente, dinámico, enervante	Penetrante, calorífico, estimulante mental	Caridad, amor, enervamiento
Naranja	Ardiente, estimulante, brillante	Favorece la digestión, estimulante, emotivo	
Amarillo	Alegre, espiritual, dinámico	Estimulante para la vista y los nervios, puede calmar	Potencia, ciencia, hogar
Verde	Calma, quietud, frescura, pacífico equilibrante, nefasto	Sedante, hipnótico, reposante	Verdad, fe, regeneración, esperanza
Azul	Claro, fresco, ligero, transparente, tranquilo, amado	Tranquilo, apaciguante	Sabiduría, inteligencia, inmortalidad, ciencia
Púrpura	Calma, melancolía, delicadeza, frescura	Calmante	Dignidad
Violeta	Frescura	Calmante	Penitencia, esperanza
Blanco	Sobrio, claro	La nada	Pureza, inocencia, virtud, castidad, limpieza
Negro	Tristeza	Reposo	Fines últimos, muerte, duelo

#### IV. DEMOSTRACIONES Y EXPERIENCIAS

De todo lo expuesto parece necesario insistir más sobre las síntesis sustractiva y partitiva, así como sobre armonías. Los demás conceptos, creo, no necesitan más comentarios.

##### Teoría de la síntesis sustractiva

Los colores tintóreos, que se superponen por ser transparentes, se comportan como filtros de absorción de la luz que reemite el fondo blanco del soporte. Cada color sustrae un tercio del espectro luminoso, dando el negro. Esta teoría es coherente con la síntesis de los colores-luz (aditiva). La tricromía de Artes Gráficas no produce el negro porque sus primarios no son adecuadamente transparentes.

Mis alumnos han podido comprobar con rotuladores: amarillo, cian y magenta, bien seleccionados, que se obtiene el negro por sustracción.

##### Teoría de la síntesis partitiva

Franz Gerritsen, en su obra citada, demuestra que en los cuadros puntillistas no se produce la síntesis sustractiva porque al ocupar cada pincelada de colores primarios espacios diferentes, no se sustraen, sino que comparten sus valores. Esto me llevó a la idea de investigar por qué los colores opacos no producen el negro, llegando a la conclusión de que al no hacer de filtros no pueden sustraer. Considerando que los pigmentos son gránulos opacos diminutos, su comportamiento debería ser como las pinceladas de un cuadro puntillista, pues los gránulos de cada color ocuparían espacios diferentes, aunque microscópicamente. Efectivamente, cada gránulo se comporta sustractivamente por ser materia, pero su fusión micro-óptica es aditiva; por tanto, es una síntesis mixta

de valores partitivos, dando la mezcla de los tres primarios en lugar de negro o blanco, un gris medio y los secundarios también con los valores medios de los dos primarios que los forman. Al no dar el negro esta síntesis y no aprovechar el blanco del soporte por tratarse de colores cubrientes, negro y blanco, hay que incluirlos en la paleta; igualmente los secundarios por no producirlos con suficiente fuerza cromática.

La exactitud de esta teoría la hemos comprobado durante varios cursos, tanto mis alumnos como yo, utilizando primarios amarillo, cian y rojo púrpura de colores ténpera, bien seleccionados.

Similar razonamiento he hallado en la teoría de mezclas integradas de Küppers, publicada con anterioridad.

Algunos procedimientos pictóricos como el óleo, al utilizar colores opacos y transparentes, produce una pseudosíntesis.

##### Concepto de armonía

Desde que Goethe dijo (9): «Un color aislado excita en los ojos por una sensación específica: la necesidad de contemplar un conjunto general... Para percibir esta totalidad y para hallar satisfacción, los ojos buscan, junto a toda superficie coloreada, otra incolora que ellos revisten del color exigido.»

Al configurar Goethe la interacción de los colores con la armonía llegó a creer que el círculo cromático completo y los colores opuestos eran perfectamente armónicos, causando tanto impacto que eminentes científicos han mantenido tan errónea tesis, transmitiéndose desde entonces de algunos profesores a alumnos.

(9) PEREZ-DOLZ, F.: *Teoría de los colores*. Barcelona, Meseguer Editor, 1970.

## Clave de las armonías

Los colores más inarmónicos son precisamente los primarios entre sí, y los supuestos por ser de cualidades diferentes.

Esto es así porque cada primario tiene su propia personalidad y mucha fuerza cromática. Al no tener nada en común, cada cual trata de gritar más para acallar a sus rivales, organizándose un infierno de vociferaciones chirriantes insoportables.

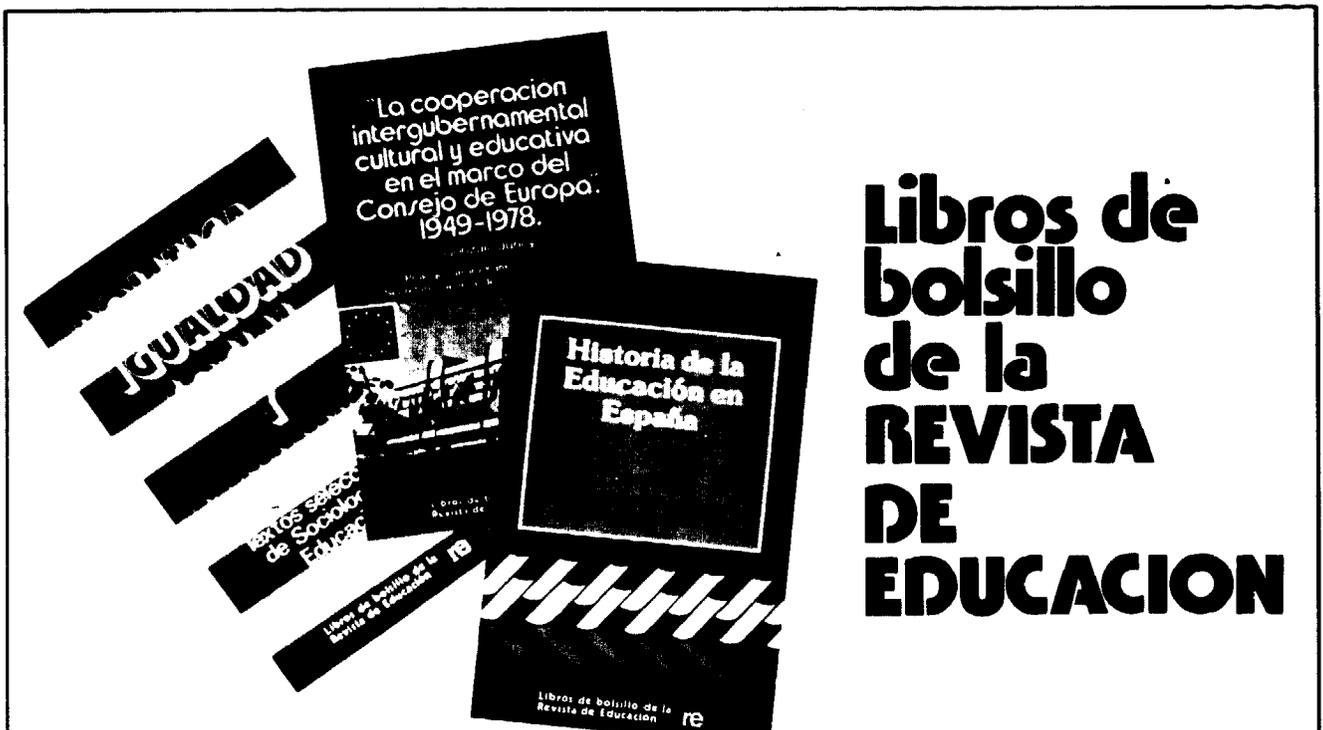
La clave de las armonías estriba precisamente en impedir ese desconcierto, dejando que grite un solo color como dominante y reduciendo a los demás, de acuerdo con los principios explicados, para que queden subordinados al primero en una perfecta orques-

tación donde todos se entienden dentro de un orden jerárquico.

## V. CONCLUSION

Es necesario unificar criterios para que todos los alumnos conozcan lo mejor posible qué es el color, cuáles y cómo son las síntesis, su aplicación a los diferentes tipos de colores, conocimiento del movimiento de los colores, experimentando con cartas de colores a partir de las escalas cromática y acromática. Ensayos sobre armonías, tonos, interacciones y efectos psicológicos.

Con estos conocimientos básicos el alumno encontrará un campo donde desarrollar la creatividad.



**Libros de bolsillo de la REVISTA DE EDUCACION**

1. OCDE: Los indicadores de resultados en los sistemas de enseñanza. (Agotado.)
2. Hacia una sociedad del saber. (Agotado.)
3. La educación en Francia. (Agotado.)
4. Método de cálculo de costes en las universidades francesas. 300 ptas.
5. La escuela de opciones múltiples: Sus incidencias sobre las construcciones escolares. 300 ptas.
6. Gastos públicos de la enseñanza. 300 ptas.
7. Educación compensatoria. 300 ptas.
8. Política cultural en las ciudades. 300 ptas.
9. Estudios sobre construcciones escolares: OCDE. 300 ptas.
10. Política, igualdad social y educación. 300 ptas.
11. La cooperación intergubernamental cultural y educativa en el marco del Consejo de Europa, 1949-1978. 400 ptas.
12. Historia de la educación en España. Tomo I: Del despotismo ilustrado a las Cortes de Cádiz. 600 ptas.
13. Historia de la educación en España. Tomo II: De las Cortes de Cádiz a la revolución de 1868. 600 ptas.

**Edita: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia**

**M EC**

Venta en:  
— Planta baja del Ministerio de Educación y Ciencia. Alcalá, 34. Madrid-14. — Paseo del Prado, 28. Madrid-14.  
— Edificio del Servicio de Publicaciones. Ciudad Universitaria, s/n. Madrid-3. Teléfono: 449 67 22.

# B.U.T.

Primero, Segundo y Tercer cursos completos

GUIAS Y SOLUCIONARIOS

# C.O.U.

CURSO COMPLETO

SOLUCIONARIOS

The logo consists of the letters 'S' and 'M' in a stylized, bold, sans-serif font. The 'S' is positioned above the 'M', and they are connected at the top.

Ediciones **la mejor ayuda**

CESMA, S.A. C/ Aguacate, 25. - MADRID-25

Barcelona Bilbao Las Palmas Granada Oviedo Sevilla Valencia Vigo Zaragoza