

IDENTIFICACIÓN DEL COLOR REFLEJADO MEDIANTE PATRONES GENERADOS POR SUPERPOSICIÓN DE FILTROS A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX: EL ANALIZADOR DE KALLAB

LLUÍS GARRIGÓS OLTRA

DEPARTAMENT DE FÍSICA APLICADA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR
D'ALCOI, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

lfgarrig@fis.upv.es

Paraules clau: *Color, Kallab, tintes, siglos XIX y XX*

Identification of the reflected colour by patterns generated by superimposed filters at the beginning of the 20th Century: Kallab's Analyzer

Summary: *This work presents Víctor Kallab's instrumental offer destined to the identification of the colour reflected by means of the combination of three fundamental colours and grey, which, in spite of the good initial forecasts (since it is possible to deduce from its high level of protection for patents) could not compete for reasons of ergonomics and price with another contemporary instrumental design: Lovibond's tintometer.*

Key words: *Colour, Kallab, Dyes, XIXth and XXth Century*

Introducción

El último cuarto del siglo XIX fue testigo de la publicación de una cantidad ingente de estudios sobre el color. Científicos, técnicos y artistas

se hallaban inmersos en la resolución de los problemas relacionados con el establecimiento de patrones estables que posibilitaran la identificación del color de los objetos y con ello su replicación en otros; fisiología, psicología, química, física, tintorería, tecnología y arte conformaban un paisaje complejo por el que deambulaba un gran número de personajes con intereses muy diversos y que ni siquiera eran capaces de ponerse de acuerdo sobre el nombre de los colores:

Tant que les savants et les artistes réunis en Conférence Internationale ne se seront pas mis d'accord sur les noms d'une couple de centaines de nuances, et que ces nuances reproduites sur émail ne seront pas conservées comme des types auxquels on puisse toujours en référer, ainsi qu'on l'a fait pour les étalons des poids et des mesures; nous devons être reconnaissants pour tout essai tenté dans la direction d'une nomenclature rationnelle et complète des couleurs.¹

«Las fábricas de Dolfus, Miege y Cie, de Mulhouse, han hecho un ensayo para la denominación de los matices de sus colorantes. Han establecido 500 matices en cinco tonos (muy oscuro, oscuro, medio, claro y muy claro) dando a cada matiz principal un nombre característico. Por ejemplo, tienen 25 grises diferentes de cinco tonos cada uno, o sean 125 tonos. Sus nombres son poéticos como por ejemplo llaman los 15 rojos: Rojo Aurora, Burdeos, Cardenal, Cereza, Cornizola, Escarlata, Etrusco, Frambuesa, Geranio, Granate, Grosellas, Mandarina, Maroquín, Turco y Vermellón.

Las dificultades encontradas para que todas las fábricas admitan la misma denominación, hacen que estas presenten muestrarios, con materias tintadas con diversos matices, numerados, pero ello no aprovecha más que para entenderse los clientes con una sola fábrica y dificulta la libre competencia, y por consiguiente el progreso.» (Miró Laporta, 1918: 45)

Hasta entrado el siglo xx la confusión era realmente grande. Por una parte, el término color podía referirse tanto a una luz monocromática como a la percepción que un observador tenía de la luz reflejada por un objeto. Por otra parte, y aún a pesar de los trabajos publicados por James Clerk Maxwell entre 1855 y 1860, se confundía el color dado a un objeto mediante una mezcla de materias colorantes con la mezcla de percepciones visuales (Rosenstiehl, 1913, 89). Esta situación se debía en parte a la divergencia de intereses entre el mundo científico y el mundo artístico aunque también contribuía la arbitrariedad inherente a la selección de los colores fundamentales empleados en la construcción de toda geometría cromática.

A lo largo del siglo xix la colorimetría entendida como comparación del color entre dos muestras líquidas tuvo un desarrollo impresionante, si bien su empleo se hallaba restringi-

1. A.H. Church (1887) *Colour*, London, Cassell, Peter & Galpin, en Lacouture (1890: 89).

do a la comparación entre muestras de idéntica naturaleza. La introducción de patrones líquidos comparativos de naturaleza diferente a la de la muestra objeto de estudio supuso un intento de eliminar estas restricciones, si bien estas técnicas quedaban igualmente limitadas por la estabilidad de los patrones y por su uso en determinaciones concretas. La forma más adecuada de superar estas dificultades, a juicio de técnicos implicados en determinaciones colorimétricas procedentes de diferentes campos, giraba alrededor de dos posibilidades: el empleo de patrones sólidos transparentes —vidrios coloreados— previamente calibrados, o bien la consecución de patrones cromáticos impresos. La primera de las opciones fue empleada con un cierto éxito en el diseño de instrumentos destinados a la determinación del color del petróleo y de la presencia de amoníaco en agua (Garrigós Oltra *et al.*, 2006: 228-236 y 200-203, respectivamente) si bien la solución definitiva la aportó en 1885 Joseph Lovibond con su tintómetro (Garrigós Oltra *et al.*, 2006: 254-263). La segunda opción implicaba una serie de problemas técnicos de muy difícil resolución; de hecho, y aunque con anterioridad al siglo XIX fueron realizadas diversas propuestas teóricas sobre la construcción de geometrías cromáticas, tan sólo se conoce la que imprimió Johann Lambert en 1772 (Crone, 2000: 102). En 1839 el químico Eugène Chevreul, en su obra *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés, considérés d'après cette loi*, describió la construcción teórica de una geometría cromática sustancialmente superior a todas las anteriores; sin embargo su desarrollo práctico tuvo que esperar hasta 1864, año en que vio la luz su obra *Des couleurs et de leurs applications aux arts industriels à l'aide des cercles chromatiques*, la cual representa la síntesis de las experiencias previas realizadas desde 1855 por el grabador René Digeon bajo la dirección de Chevreul. La obra contiene diez círculos cromáticos, doce escalas cromáticas lineales y una escala de grises (Viénot, 2002: 9). Las construcciones cromáticas de Chevreul tuvieron un impacto inmediato utilizándose en diversas actividades industriales como patrones de color. La reproducción de las mismas, representaba, no obstante un serio problema para las técnicas de impresión de la época, las cuales fueron evolucionando a lo largo del último cuarto del siglo XIX. En 1890 la firma belga G. Sovereyns edita la obra *Repertoire Chromatique* del francés Charles Lacouture en la que los problemas técnicos derivados de la obtención de las gradaciones de intensidad o de las mezclas de color fueron resueltos no por la obtención previa de tintas-mezcla, sino por la yuxtaposición de colores de partida en finas líneas paralelas, siguiendo las tendencias impuestas en pintura por los impresionistas.

De forma paralela a los intentos de lograr un patrón cromático impreso sobre papel fueron apareciendo en los últimos años del siglo XIX y primeros del XX algunos sistemas instrumentales destinados a la comparación de color en muestras impresas mediante patrones cromáticos obtenidos «in situ». Tal es el caso del disco de Rosenstiehl y del analizador de Kallab. En el presente trabajo se ofrece noticia de este último instrumento, el cual generaba patrones de comparación mediante la superposición de discos coloreados sectorialmente.

Analizador de colores de F. V. Kallab

En 1908 Ferdinand Victor Kallab publicó en la revista *Zeitschrift für Angewandte Chemie* un artículo titulado «Die Physikalische Farbennalyse» en el que proporciona la descripción sucinta de un aparato destinado a analizar la «composición» de un color mediante la superposición de discos transparentes coloreados sectorial y anularmente con los colores rojo, amarillo y azul en una gama de diez intensidades. Dicho aparato se hallaba protegido por dos patentes alemanas. Desgraciadamente esta descripción es únicamente literaria y en ella no figura ilustración alguna.

El 15 de octubre de 1912 Kallab intervino en la reunión general de la Sociedad alemana de fotografía celebrada a Frankfurt presentando su analizador de colores. Esta memoria fue publicada en diciembre de 1912 en la revista *Photographische Korrespondenz* y posteriormente, traducida por P.H., fue reproducida en el número 206 de la *Revue Générale des Matières colorantes* (1 de febrero de 1914).

Según esta traducción, el aparato se hallaba protegido en Alemania por un modelo y cinco patentes, habiéndose patentado también en Austria, Francia, Inglaterra y América (sic). En esta memoria sí se incluye una descripción gráfica del aparato.

Podemos, en consecuencia, pensar que el diseño descrito en 1912 era una evolución del diseño descrito en 1908. Las diferencias entre ambas descripciones se centran en detalles ergonómicos, aunque Kallab no se prodigó en proporcionar información sobre la construcción de uno u otro prototipo. Es más: en ninguna de ambas descripciones indica la naturaleza del material con que se fabricaron los discos transparentes y coloreados que utilizó en la construcción de cada uno de los modelos.

Auguste Rosenstiehl ofrece una brevisima descripción del aparato de Kallab en su obra *Traité de la Couleur* (1913, 76-77), destacando que los discos eran de gelatina, detalle que nos hace pensar que tuvo en sus manos uno de estos aparatos. Si tenemos en cuenta que la obra de Rosenstiehl es una síntesis de los trabajos que el autor venía realizando desde 1875 sobre el contraste rotatorio de los colores y, por tanto, no estuvo sometida a urgencias de ningún tipo y consideramos, además, la proximidad de fechas entre el inicio de la difusión de la segunda memoria de Kallab —finales de 1912— y la aparición de la obra de Rosenstiehl —1913—, podemos concluir con cierta seguridad que el aparato que Rosenstiehl utilizó era el prototipo descrito por Kallab en 1908.

El hecho de que Rosenstiehl ofreciera una breve reseña de este utensilio en el *Traité de la couleur* parece indicar que el aparato gozaba de una relativa popularidad en el mundo de la tintorería francesa de principios del siglo xx, si bien Rosenstiehl señala que los resultados «no serán útiles si no se emplean los mismos colorantes» usados en el teñido de los discos de gelatina y que «el aparato no permite una solución exacta del problema sino solamente informa al tintorero de la dirección a seguir». En la segunda edición de la obra de Rosenstiehl, realizada en 1934 a cargo de Julie Beaudenau, desaparece toda referencia al aparato de Kallab, por lo que deducimos que el avance conceptual y tecnológi-

co en el campo de la igualación del color había desestimado dicho instrumento por inoperante.²

Según la descripción dada por Kallab y aparecida en la *Revue générale des matières colorantes de la teinture, de l'impression et des apprêts*, el analizador de colores (véase la figura 1) consiste en un bastidor articulado al que se le pueden aplicar cuatro discos transparentes.³ Tres de estos discos presentan, en diez sectores, gradaciones de un mismo color primario saturado (rojo, amarillo y azul), los cuales van numerados del 1 al 10, siendo este último valor el de un tono más oscuro. El cuarto disco se halla dividido en 20 sectores de forma que 10, sin coloración alguna, se alternan con otros 10 que presentan gradaciones de gris. Todas las gradaciones de tinte están perfectamente establecidas. Los discos no se hallan uniformemente coloreados sino que el color se distribuye en anillos concéntricos: dos en el caso de los discos rojo y amarillo y uno en el caso del disco azul.

En la llamada posición «de reposo» del aparato se montan en el bastidor sólo los tres discos coloreados con los colores primarios, empezando por el azul y sobreponiéndole a él los otros dos, primero el amarillo y a continuación el rojo. La especial geometría de los anillos circulares coloreados permite distinguir siete anillos concéntricos en la posición «de reposo» del disco: rojo, rojo+amarillo, amarillo, amarillo+azul, azul, rojo+azul, rojo+amarillo+azul (en orden de dentro hacia fuera),⁴ es decir los anillos 1, 3 y 5 son los colores primarios, los anillos 2, 4 y 6 la combinación sustractiva de dos colores primarios y el anillo 7, la combinación sustractiva de los tres colores primarios, es decir el negro empezando por un gris muy claro, por lo que tendríamos, al considerar la gradación de cada color, un total de 70 colores francos en la posición de reposo (véanse las figuras 1 —extremo inferior derecha— y 2).

2. En esos momentos el tintómetro de Lovibond se va afianzando como un eficiente analizador visual del color, empleándose en más de un centenar de campos profesionales (Garrigós Oltra *et al.*, 2006: 222). La razón de este comportamiento diferencial en el mercado entre los instrumentos de Lovibond y de Kallab hay que buscarla fundamentalmente en los filtros de color usados por uno y otro instrumento. La confección de los filtros de color con gradientes de intensidad empleados por el aparato de Kallab constituía una dificultad técnica ampliamente superada por la superposición de discos con diferentes intensidades y coloreados homogéneamente, sistema usado con el tintómetro de Lovibond, el cual en su versión primitiva se representa en la figura 3 (Lovibond, 1887, 552).

3. En ningún momento declara el autor el material transparente que está utilizando, aunque dado el carácter perecedero de la gelatina (material con el que según Rosenstiehl se confeccionaban estos discos) cabe pensar que se trataba de vidrio, si bien no se ofrecen detalles sobre esta cuestión ni sobre las materias colorantes empleadas en la confección de los cuatro discos del aparato, lo que resulta lógico a tenor del elevado nivel de protección por patentes al que se hallaba sometido el instrumento.

4. Esta situación está representada esquemáticamente en la parte inferior derecha de la figura 1 donde se aprecia, de izquierda a derecha, el corte de cada uno de los tres discos por separado y el corte de un virtual disco resultante de la superposición de los tres discos coloreados.

Todos los discos pueden ser girados respecto a los demás mediante unos pequeños vástagos ubicados en la periferia de los mismos. El sistema se halla fijado mediante una tuerca común al objeto de evitar desplazamientos angulares indeseados de un disco sobre otro.

El cuarto disco (con diez sectores de grises) servía para oscurecer los matices que se obtenían en la posición de reposo.

El proceso de medida se realizaba de la siguiente manera: Se colocaba el aparato delante de una ventana iluminada de manera indirecta por la luz solar (orientada preferentemente al norte) y en la posición indicada en la parte inferior izquierda de la figura 1; las muestras de tejido tintado se situaban sobre el soporte del bastidor, el cual se hallaba recubierto de un barniz blanco. El observador intentaba igualar el matiz de la muestra problema de tejido mediante el giro de los discos montados sobre el bastidor. La base de sustentación podía ser recubierta por un papel coloreado, lo que aumentaba las posibilidades de combinación de colores.

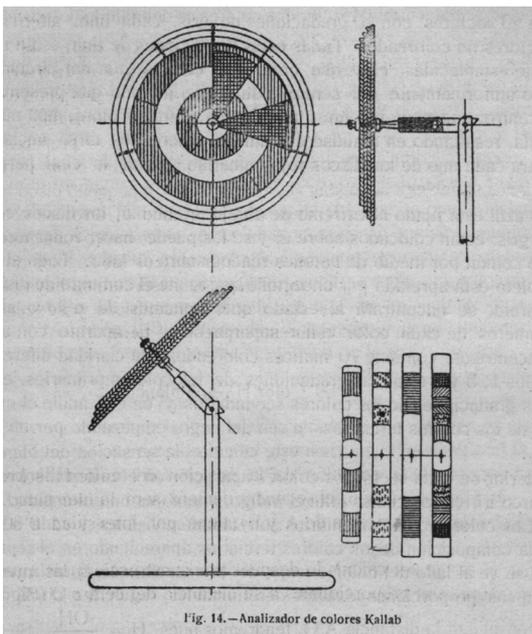


Fig. 14. - Analizador de colores Kallab

Figura 1. Esquema del analizador de F. V. Kallab. En la parte superior izquierda se muestra la vista frontal de los discos destacando la distribución en anillos de las zonas colores y la distribución en sectores de la gradación de color; a la derecha se muestra la posición de anclaje de los discos en el bastidor mecánico (se puede apreciar en la parte superior de esta posición los vástagos acoplados a cada disco y que permiten el giro de uno sobre otro).

En la parte inferior derecha se detalla el corte de los tres discos coloreados (de izquierda a derecha: rojo, amarillo y azul), así como el corte de un disco virtual resultante de la superposición de los tres discos coloreados; a la izquierda, se representa la posición de medida del aparato.

Fuente: Miró Laporta, 1918: 39.

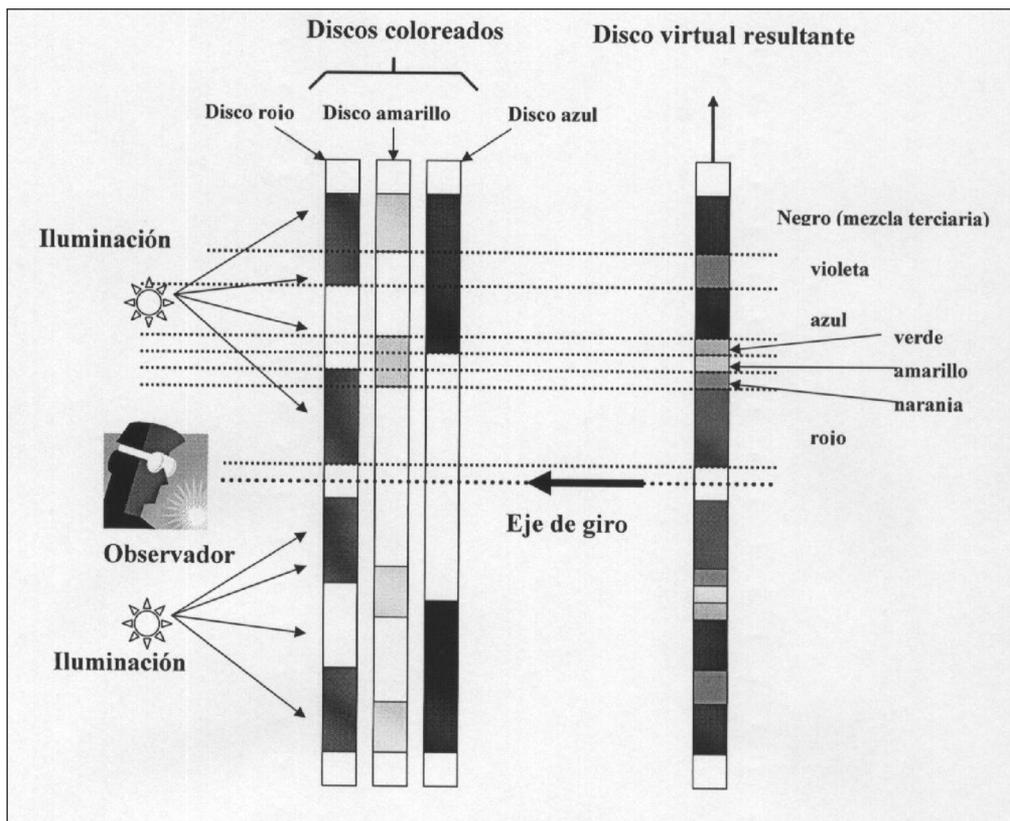


Figura 2. Esquema coloreado del solape visual de los discos giratorios de Kallab.

Fuente: elaboración propia.

El instrumento tuvo, según el autor, un éxito inmediato ya que con él, «las diferentes coloraciones pueden ser determinadas y calculadas con precisión según sus mezclas, el aparato permite establecer una nomenclatura internacional de los colores, y en efecto ha sido propuesta con este fin por el profesor Dr. Waetzoldt al IX Congreso Internacional de la Historia del Arte, de Munich». Desde el punto de vista experimental Kallab señala que G. A. Becker lo utilizó en la determinación de los matices generados por 40 nuevos colorantes «piridínicos de aminas secundarias» concluyendo que la información proporcionada por el aparato coincidía con la suministrada por las líneas de absorción de los colorantes; mientras que Ottomar Wolf determinó con su uso las coloraciones que tomaban por efecto del calor las soluciones de «diamino benzhydrol» (Kallab, 1914: 39).

Miró Laporta (1918: 39-42) incorpora en su monografía *Luz y Color* no sólo la imagen que aparece el artículo de Kallab, sino que traduce literalmente varios pasajes del mismo destacando que sirve «para poner en evidencia de manera sencilla y sistemática, el papel sustractivo de

la mezcla del color en la absorción de los rayos luminosos. Con él se puede analizar y sintetizar las mezclas de colores y permite determinar las armonías de estos sobre bases científicas y positivas y por último, pueden con él resolverse otras cuestiones del dominio de los colores, pudiendo por ello asignarle el nombre de *Aparato universal* para el análisis de los colores».

A pesar de todo ello y del deseo manifestado por el propio Kallab (1914: 42) de que pronto se generalizaría su uso en centros de enseñanza:

On sait que dans tous les établissements d'enseignement et de vulgarisation, l'étude des couleurs en est encore au point où l'a laissé Newton, alors qu'on n'accorde que très peu d'attention à la couleur des corps. Souhaitons que l'«analyseur des couleurs», qui comence déjà à s'introduire dans l'enseignement, dans l'art appliqué, dans la technique et qui a éveillé l'attention des physiologistes, des psychologues, des artistes, apportera sa contribution dans l'avancement de cette étude.

lo cierto es que el empleo de este instrumento tuvo una vigencia muy limitada en el tiempo.

Razones para un fracaso

El aparato de Kallab, basado en un innovador diseño geométrico que eliminaba los inconvenientes de las cámaras de aire generadas por la superposición de láminas coloreadas (véase figura 3), inconvenientes propios de los diseños usuales de la época; introducía, no obstante, otros siendo, quizás, los más serios aquellos que se derivaban de los procesos de tintado de los discos transparentes empleados en su construcción. Estos discos estaban constituidos por sectores circulares coloreados anularmente en una o dos zonas (véase la figura 1). Cada sector representaba una intensidad de coloración diferente.

Las dificultades a superar eran de tres tipos: a) ¿Cómo colorear los discos?, b) ¿Qué colorantes se utilizaban para generar los discos con las tres coloraciones primarias y el disco con la gama de grises? y c) ¿Qué material transparente se utilizaba cómo soporte?

Evidentemente, y por razones de confidencialidad industrial, estas preguntas no se responden en ninguna de las descripciones del aparato de Kallab que se han utilizado. Cabe, no obstante, imaginar que el empleo de gelatina como soporte transparente generaría problemas de mantenimiento al tratarse de un producto perecedero. El vidrio es, efectivamente, un material más adecuado para los fines propuestos pero su proceso de coloreado en realidad con sales minerales por lo que la coloración de un soporte transparente con colorantes sintéticos quedaba restringida a soportes del tipo de la gelatina.

El precio de teñir el soporte transparente del aparato de Kallab debía ser claramente superior al de la elaboración de láminas de color homogéneas cuya dificultad técnica estriba únicamente en variar la cantidad empleada de colorante mineral por cada kilo de vidrio, por

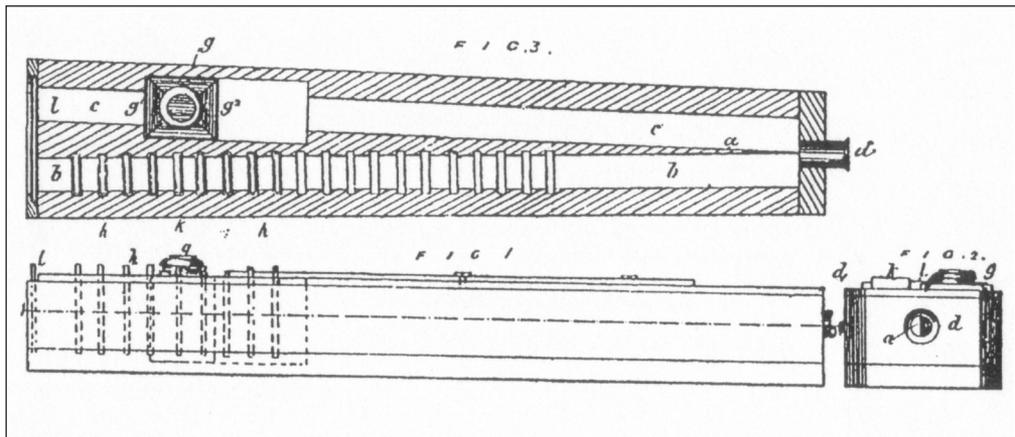


Figura 3. Esquema de la primera versión del tintómetro de Lovibond (1887). Se puede apreciar en ambas imágenes la separación entre las láminas de vidrio coloreado y las cámaras de aire generadas a medida que se van introduciendo una a una dichas láminas.

Font: Lovibond, 1887: 552.

lo que cabe considerar que el precio de un tintómetro era considerablemente inferior al del aparato de Kallab.

Finalmente al asumir que la comparación de matices requería de simplificaciones y aproximaciones ópticas fuera cual fuese el sistema empleado, el factor ergonomía adquiriría un peso específico mayor. La comodidad de ir introduciendo uno a uno filtros de color (sistema empleado en el tintómetro y en otros comparadores de color) frente a la atención requerida para ir girando un disco coloreado sobre otro (sistema de Kallab) para lograr un determinado matiz era otro factor a tener muy en cuenta en el momento de valorar uno u otro sistema. Por otra parte el tintómetro permitía reunir en un único campo visual las dos imágenes a ser percibidas, mientras que el aparato de Kallab obligaba al usuario a fijar la vista alternativamente en la muestra a analizar y en el bastidor con los discos coloreados.

La no consideración de la radiación absorbida por el medio transparente empleado en la fabricación de los discos y su efecto distorsionador en la igualación entre un matiz problema y el matiz generado por combinación de los discos constituía una dificultad añadida, si bien en este caso el mismo problema se planteaba en los comparadores de color del tipo tintómetro.

En la tabla I se ofrece una comparación sucinta entre algunas características del analizador de Kallab y del tintómetro de Lovibond.

Tabla I. Estudio comparativo de algunas características del analizador de Kallab y del tintómetro de Lovibond.

	Analizador de Kallab (1908-1912)	Tintómetro de Lovibond (1887)
Objetivo	Interpretar la «composición» de un color en porcentajes del patrón tricolor elegido previamente mediante el empleo de filtros adecuados	Identificar por comparación una determinada coloración mediante el empleo de un juego de filtros de la misma gama cuantificados previamente
Naturaleza del soporte transparente empleado en los filtros	Gelatina (material perecedero→ inconveniente: problemas de mantenimiento) ¿Vidrio?	Vidrio (material estable)
Técnica de teñido de los filtros	Muy compleja (teñido anular de sectores circulares de gelatina –o vidrio si fuera el caso–) → Inconveniente precios altos	Estándar (teñido de vidrio con sales minerales adecuadas)
Técnica el proceso de medida	Giro de unos discos sobre otros (Ventajas: no génesis de cámaras de aire entre un disco y otro; inconvenientes: rozamiento de los discos de gelatina entre sí al girar uno sobre otro)	Superposición lineal de láminas de vidrio coloreadas→ Inconveniente: génesis de cámaras de aire entre dos láminas
Proceso de percepción	Visualización alternada de la muestra problema y del bastidor con los discos coloreados	Percepción en un único campo visual de las dos muestras a observar
Estructura del aparato	Bastidor metálico sobre el que se apoyan los discos coloreados.	Caja de madera con ranuras para insertar las láminas de vidrio coloreado.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

1. El analizador de Kallab aparece en un momento de máximo interés de la comunidad científica por la clasificación, identificación y nomenclatura de las sensaciones coloreadas.

2. El interés que despertó venía dado por la posibilidad de referir la «composición» de un color determinado a un conjunto de cuatro valores numéricos (posiciones de los tres discos coloreados y del cuarto disco de grises) lo que abría la puerta a una hipotética «descripción universal de los colores».

3. Razones ergonómicas y de precio posibilitaron que el tintómetro de Lovibond se impusiera al analizador de Kallab para lograr, al menos parcialmente, alguno de estos objetivos.

4. La implantación progresiva, a partir de 1920, de la fotolorimetría tricolor condenaron a este utensilio a la obsolescencia y el olvido

Bibliografía

- CHEVREUL, M. E. (1839), *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés, considérés d'après cette loi*, Paris, Pitois -Levrault, 735 p, en 8º (incluye figuras en 40 planchas). Segunda edición en 1889, con ocasión del centenario de la revolución francesa, Paris, Gauthier-Villars et fils, 571 p. en folio (incluye figuras en 40 planchas). Esta segunda edición se halla disponible en: biblioteca virtual *Gallica* (<http://gallica.bnf.fr>).
- CHEVREUL, M. E. (1855), *Cercles chromatiques* de M. E. Chevreul reproduits au moyen de la chromalcographie, gravure et impression en taille douce combinés par R. H. Digeon, Paris, Digeon, 10 planchas en folio.
- CHEVREUL, M. E. (1864), *Des couleurs et de leurs applications aux arts industriels à l'aide des cercles chromatiques*, Paris, J.B. Baillièrre et fils, 86 p. en 4º y 27 planchas en color grabadas en acero e impresas por René Digeon.
- CRONE, R. A. (2000), *A History of Color*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- GARRIGÓS OLTRA, LL.; MILLÁN VERDÚ, C.; BLANES NADAL, G. (2006), *El color líquido. Instrumentos y útiles de la colorimetría en el siglo XIX*, Alicante, Agua Clara.
- KALLAB, F. V. (1908), «Die Physicalische Farbenanalyse», *Zeitschrift für Angewandte Chemie*, **21** (31), 1637-1639.
- KALLAB, F. V. (1914), «L'Harmonie des couleurs», *Revue générale des matières colorantes de la teinture, de l'impression et des apprêts*, **18** (206), 38-42. Traducción al francés realizada por P.H. de una nota publicada en 1912 en *Photographische Korrespondenz*.
- LACOUTURE, C. (1890), *Repertoire Chromatique, solution raisonnée et pratique des problèmes les plus usuels dans l'étude et l'emploi des couleurs*, Paris, Gauthier-Villars et fils, 149 p. y 28 planchas de figuras en color.
- LOVIBOND, J. W. (1887), «Improvements in Apparatus for Standardising and Measuring Intensity of Colour in Transparent Bodies», *The Journal of The Society Of Chemical Industry*, July, 6, 552.
- MIRÓ LAPORTA, V. (1918), *Luz y Color*, Alcoy, Imp. «El Serpis».
- ROSENSTIEHL, A. (1913), *Traité de la couleur au point de vue physique, physiologique et esthétique. Comprenant l'état actuel de la question de l'harmonie des couleurs*, Paris, H. Dunot et E. Pinat, 277 p. en 8º y 8 planchas. Se halla disponible en: biblioteca virtual *Gallica* (<http://gallica.bnf.fr>). Esta obra fue reeditada y actualizada en 1934 por Julie Beaudeneau (Paris, Dunot), 247 p. en 8º y figuras coloreadas en 8 planchas + un círculo cromático.
- VIÉNOT, F. (2002), «Michel Eugène Chevreul: From Laws and Principles to the Production of Colour Plates», *Color Research and Application*, **27** (1), 4-14.