

EL COLOR

en la arquitectura y en el diseño

Coordinado por: Ana Torres Barchino, Ángela García Codoñer



© Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño 2010

Editor: Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Coordinador: Ana Torres, Ángela García

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Universidad Politécnica de Valencia

Camino de Vera s/n – 46022 Valencia

Tel +34 96 387 71 81 - Fax +34 96 387 71 89

Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica - Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Universidad Politécnica de Valencia

Camino de Vera s/n – 46022 Valencia

Tel +34 96 387 71 81 - Fax +34 96 387 71 89

Maquetación y diseño: Marta Ballester Collado

Diseño de portada: David Puerta Mendoza

Imprime: La Gráfica ISG

ISBN: 978-84-608-1068-1

Deposito Legal: V-2488-2010

INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE CESÍA Y SU RELACIÓN CON EL COLOR

José Luís Caivano

Las variables de la cesía¹

Consideremos desde el punto de vista físico los procesos que puede seguir la luz al incidir sobre un objeto. Dependiendo de las características del objeto, la luz puede ser:

- 1) Absorbida, de tal manera que la radiación incidente no emerja de la superficie del cuerpo en ninguna manera visible (puede ser transformada en otra clase de energía, tal como la calórica, pero esto *no nos concierne* desde el momento en que sólo estamos interesados en la radiación visible), o bien remitida, de tal manera que haya radiación visible emergiendo en alguna forma. Si es remitida, puede, entonces:
- 2) Ser transmitida, pasando a través del objeto, de tal manera que la radiación incidente y emergente se encuentren en semiespacios opuestos divididos por el objeto, o ser reflejada, de tal manera que la radiación incidente y remitida estén en el mismo semiespacio con relación al objeto.
- 3) Ser difundida en múltiples direcciones o ser remitida regularmente en una sola dirección, de tal manera que la radiación emergente sea tan concentrada o regular como la incidente.

Estas situaciones pueden verse graficadas en la Figura 1. No se consideran los procesos de refracción, ya que los mismos consisten en una desviación de la luz que produce principalmente una alteración visual de la forma, y no estamos tratando aquí con esta clase de fenómenos. En la parte superior de la Figura vemos las formas básicas de distribución espacial de la luz, o sea, los estímulos para la cesía. En la parte inferior vemos cuatro ejemplos que se corresponden con la parte derecha del cuadro superior: las sensaciones visuales de opacidad-mate, opacidad-espejada, traslucidez y transparencia.

		Re-emitida	
		Difusamente	Regularmente
Absorbida	Reflejada		
	Transmitida		

Figura 1a. Arriba, las modalidades básicas de transferencia y distribución espacial de la luz.

¹ Los antecedentes y primeros desarrollos del sistema de cesías pueden verse en Caivano (1990, 1994, 1994a).

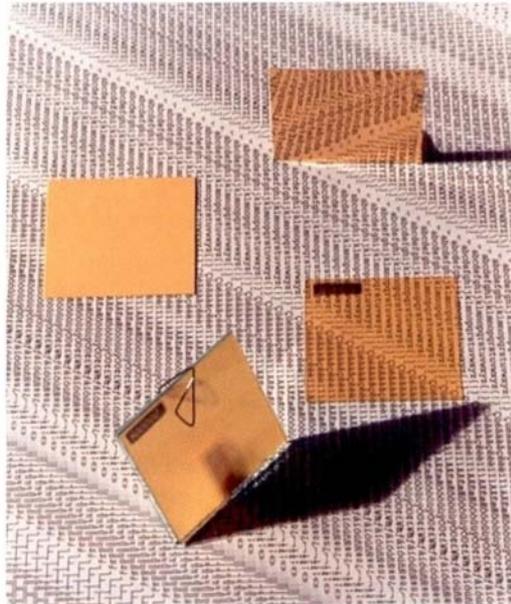


Figura 1b. Abajo, cuatro sensaciones de cesía básicas en un mismo color.

Se han ejemplificado estas posibilidades por medio de la lógica de usar situaciones extremas en los tres casos. Pero podemos observar que en cada situación los extremos pueden conectarse mediante un continuo de casos intermedios (Figura 2). Por ejemplo, la primera situación puede variar desde una total absorción hasta una total remisión mediante escalones intermedios con porcentajes parciales de absorción. Llamo a esto una variación de absorción. La segunda situación puede variar desde lo absolutamente permeable (o transparente) hasta lo absolutamente reflejante mediante escalones intermedios con porcentajes parciales de permeabilidad. Llamo a esto una variación de permeabilidad. La tercera situación puede variar desde lo completamente difuso hasta lo completamente regular mediante escalones intermedios con porcentajes parciales de difusividad. Llamo a esto una variación de difusividad. Como resultado, las tres variables perceptuales o dimensiones de la cesía son:

Absorción: se refiere a la proporción percibida entre la cantidad de radiación luminosa absorbida y la cantidad remitida por una superficie o cuerpo. En términos perceptuales, nos referiríamos a la sensación de negrura. El coeficiente de absorción se define por el cociente entre el flujo absorbido y el flujo total incidente. Esta dimensión varía entre dos polos: totalmente absorbente y totalmente remitente, siendo el primero el caso de un cuerpo absolutamente negro que teóricamente pudiera absorber el 100% de la radiación recibida ($A = 1$), y el segundo, el caso de los cuerpos que teóricamente remitieran toda la radiación recibida, es decir con 0% de absorción ($A = 0$).

Permeabilidad: se refiere a la proporción percibida entre la radiación transmitida a través de un cuerpo y la radiación reflejada por el mismo, considerando solamente la radiación no absorbida. El coeficiente de permeabilidad está dado por el cociente entre el flujo que se percibe como transmitido y el flujo remitido. Esta dimensión varía entre dos polos: permeable y reflejante, siendo el primero el caso de los cuerpos a través de los cuales teóricamente pasa el 100% de la radiación no absorbida ($P = 1$), y el segundo, el caso de las superficies en las cuales la cantidad total de radiación no absorbida es reflejada (0% de permeabilidad, o $P = 0$).

Difusividad: se refiere a la proporción percibida entre la radiación difundida en múltiples direcciones y la radiación remitida en forma regular en una sola dirección. El coeficiente de difusividad surge del cociente entre el flujo percibido en forma difusa y el flujo remitido. Esta dimensión varía entre dos polos: difuso y regular, siendo el primero el caso de las superficies traslúcidas y mate donde la difusividad es, en un caso ideal, del 100% ($D = 1$) y el segundo el caso de las superficies transparentes y especulares donde la difusividad es del 0% ($D = 0$).

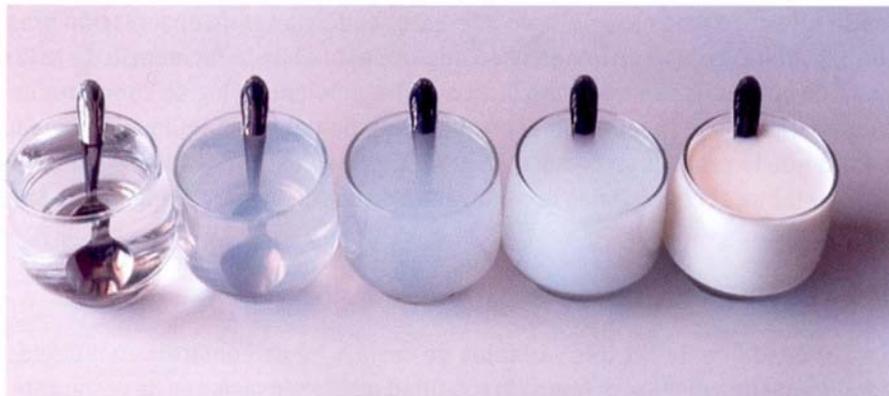


Figura 2. Escala de variación de cesía entre el extremo transparente y el extremo opaco, con grados intermedios donde, de izquierda a derecha, varía la permeabilidad (prácticamente de 1 a 0) y la difusividad (prácticamente de 0 a 1), y se mantiene constante la absorción para todos los casos (prácticamente en 0, o sea con máxima luminosidad).

Podemos definir ahora en términos más exactos las características de las superficies u objetos que producen varios de los estímulos para las sensaciones visuales de cesía. Así, una superficie mate ideal es 100% reflejante y difusa; una superficie especular ideal es 100% reflejante y remitente en forma regular; una superficie traslúcida es 100% permeable y difusa; una superficie transparente ideal es 100% permeable y remitente en forma regular. Hay que aclarar que estamos definiendo tipos ideales, ya que en la práctica se dan valores que solo se aproximan al 100%. Las cualidades de brillante, satinado, lustroso, túrbido u otras poseen parcialmente unas u otras de las características mencionadas. Por ejemplo, una superficie brillante es reflejante y remite la luz bastante más regularmente que difusamente.

Es importante destacar la diferencia entre los estímulos que producen sensaciones de color y aquellos que son vistos como cesías. En el caso del color, el estímulo depende de una distribución selectiva en relación con la longitud de onda y la intensidad de la radiación. En el caso de la cesía, el estímulo depende de la distribución espacial de la luz (y también de su intensidad), sin tener en cuenta su longitud de onda. En este sentido, estamos tomando al color con un significado estrecho. Nótese que esto coincide con la terminología usual. Cuando hablamos de cierto color podemos especificar un rojo claro o un amarillo oscuro, un rojo puro y vivaz o uno grisáceo. En estos casos, los adjetivos se piensan como pertenecientes a las propiedades del color, a tal punto que nuestro lenguaje posee palabras individuales o nombres de colores especiales para algunos de aquellos tonos: por ejemplo, rosa, marrón, escarlata, terracota y otros. No sucede lo mismo cuando hablamos de un color transparente, mate o brillante. En tales casos, se piensa que el color es el mismo, y los diferentes aspectos tienden a ser vistos como características pertenecientes al material pero externas al color.

La cesía se refiere principalmente a una sensación visual; es lo que vemos aparte del color, la forma y la textura. Puede resultar fácil caer en el error de interpretarla como una propiedad de los materiales. Con respecto a esto podemos notar que un mismo material bajo diferentes condiciones de observación presenta diferentes cesías. Por ejemplo, un vidrio común visto desde el lado opuesto al de la incidencia de la luz aparece como transparente, pero si lo vemos desde el mismo lado del que proviene la luz se comporta en mayor medida como un espejo, intensificándose la reflexión especular a medida que el ángulo de observación se aleja de la perpendicular. Para que la cesía sirva como parámetro de clasificación de la apariencia visual de los materiales es necesario establecer condiciones normalizadas de observación y medición de las muestras.

El sistema de ordenamiento, o sólido de las cesías

Podemos disponer ordenadamente las tres variables de cesía a fin de construir un modelo, una estructura conceptual que organice de una manera continua la totalidad de las sensaciones de cesía. Este modelo adopta una forma tridimensional sólida, donde cada punto representa una cesía diferente. A pesar de que podemos construir una representación o atlas del modelo con ejemplos directos —utilizando trozos de vidrio, por ejemplo, que es un material muy dúctil para lograr distintas cesías, o empleando pinturas (ver Caivano y Doria 1997; Caivano, Menghi y Iadisernia 2005)—, en representaciones gráficas nos vemos obligados a recurrir a diagramas como los de la Figura 3.

Las cesías con permeabilidad constante se organizan en planos triangulares donde varían la difusividad y la absorción. En la Figura 4a se percibe que el 100% de la luz no absorbida pasa a través del material. Esto puede parecer confuso porque en dicha Figura realmente vemos distintas cantidades absolutas de radiación transmitida. Permítaseme explicarlo. La diferencia entre la radiación incidente, que es tomada como un 100%, y la remitida, ya sea representada por un solo número o por la suma de dos radiaciones distintas, es la cantidad absorbida. A pesar de que las diferentes cantidades de absorción dan como resultado distintas canti-

dades absolutas de radiación que se percibe como transmitida, en todos los casos dentro de este plano el total de radiación no absorbida se ve por transmisión. Es en este sentido que se dice que la permeabilidad es del 100% (ver la definición de permeabilidad) y que se mantiene constante para todo el plano. En la Figura 4b se ve que el 50% de la luz no absorbida pasa, mientras que el otro 50% es reflejado, de tal manera que la permeabilidad es constantemente igual al 50%. En la Figura 4c se percibe que la cantidad total de luz es reflejada, así que la permeabilidad es del 0% en la totalidad del plano. Estos planos representan solamente los dos casos opuestos y uno intermedio. La permeabilidad puede variar de manera continua desde 100% a 0% o, expresándola por medio de coeficientes, de 1 a 0.

Podemos observar que hay un punto común a todos los planos de permeabilidad constante. Es el que corresponde a la cesía totalmente absorbente, en el vértice inferior de los triángulos. Consecuentemente, es posible vincular estos planos por ese punto, y el resultado es una secuencia que produce un sólido como el de la Figura 3.

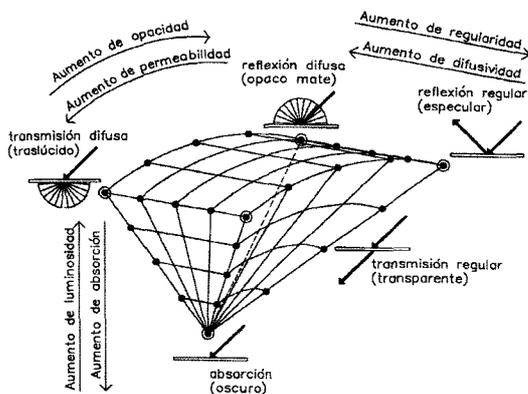
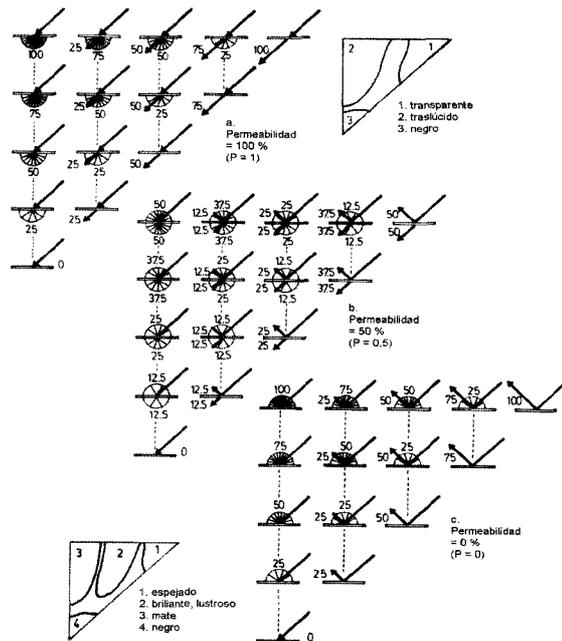


Figura 3. El sólido de las cesías, con las cinco sensaciones primarias y los tres tipos de variación.



Desarrollo y variación de cesías en planos con permeabilidad constante. a) Plano de permeabilidad constante 100%, o 1. La figura pequeña indica el lugar de las cesías transparentes, traslúcidas y negras. b) Plano de permeabilidad constante 50%, o 0,5. c) Plano de permeabilidad constante 0%, o 0. La figura pequeña indica el lugar de las cesías espejadas, brillantes, mates y negras.

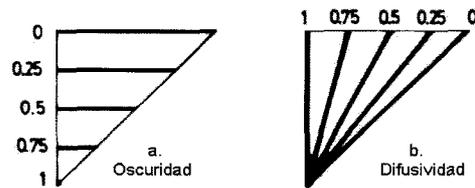
Figura 4. Tres planos de permeabilidad constante del modelo de cesías.

Dentro de cada plano de permeabilidad constante, a lo largo de líneas horizontales encontramos cesías con absorción constante (Figura 5a), mientras que a lo largo de líneas convergentes al punto de absorción total encontramos cesías con difusividad constante (Figura 5b).

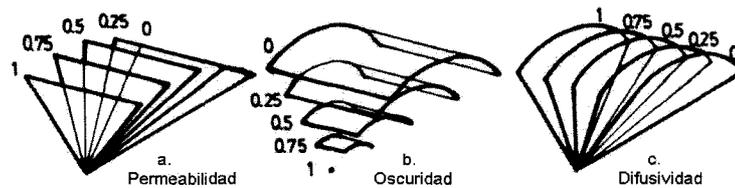
Si tomamos las líneas horizontales de absorción constante para todos los planos de permeabilidad constante (cada línea está a la misma distancia del vértice en los diferentes planos), obtenemos planos horizontalmente curvados, y cada uno contiene cesías de absorción constante. La absorción también varía desde un 100% (absorción total) hasta un 0%, en porcentajes, o desde 1 a 0, en coeficientes (Figura 6b).

Si tomamos las líneas convergentes de difusividad constante para todos los planos de permeabilidad constante (cada línea posee la misma pendiente en los distintos planos), obtenemos planos convergentes, y cada plano contiene cesías de difusividad constante. La difusividad también varía en términos porcentuales desde 100% a 0% o, en coeficientes, desde 1 a 0 (Figura 6c).

Estas dos series de planos y la serie de planos de permeabilidad constante (Figura 6a) son las tres series correspondientes a las variables o dimensiones adoptadas para el análisis de la cesía.



Secuencia de líneas de constancia en un plano de permeabilidad constante. a) Cada línea es el lugar de las cesías con oscuridad constante. b) Cada línea es el lugar de las cesías con difusividad constante.



Secuencia de planos de constancia dentro del sólido. a) Cada plano es el lugar de las cesías con permeabilidad constante. b) Cada plano es el lugar de las cesías con oscuridad constante. c) Cada plano es el lugar de las cesías con difusividad constante.

Figuras 5 (arriba). Líneas de absorción y de difusividad en un plano de permeabilidad constante.
Figura 6 (abajo). Planos de permeabilidad, absorción y difusividad en el modelo tridimensional.

La cesía y el color

Un mismo color puede aparecer con varias cesías diferentes (Figura 1, abajo) y, a su vez, una misma cesía puede darse en cualquier color (Figura 7). Cuando la distribución espacial de la luz es selectiva con respecto a la longitud de onda, tenemos cesías cromáticas, cuando no es selectiva, tenemos cesías acromáticas.² Ahora bien, el estímulo para el color puede estar producido por fuentes primarias (objetos que emiten luz) o por fuentes secundarias (objetos que reflejan o transmiten la luz que proviene de otra fuente). Tanto en una fuente primaria como en una fuente secundaria puede haber variación de color, pero las variaciones de cesía solamente ocurren en fuentes secundarias, es decir, en objetos que alteran la distribución espacial de la luz que reciben.



Reflexión especular selectiva y no selectiva en relación a la longitud de onda. Cesías espejadas cromáticas y acromáticas.

Figura 7. Una misma cesía (espejada) en distintos colores.

Consideraciones en relación con el diseño

Por medio de este sistema de cesías —junto a los sistemas de ordenamiento del color—, las características visuales de los productos diseñados pueden ser controladas de manera consciente, utilizando reglas armónicas predeterminadas. Diferentes materiales, tales como plásticos, vidrio, metales, pinturas —que pueden cubrir un cierto rango de cesías— podrían producirse como para ofrecer gamas ordenadas y homogéneas de cesías.

La notación de las cesías puede tener aplicaciones sumamente útiles. Considerando que las palabras disponibles para designar sensaciones de cesía son muy escasas y ambiguas en muchos casos, la notación facilita

² Un desarrollo más exhaustivo de la relación entre color y cesía puede verse en Caivano (1996, 1999).

la especificación de las cualidades requeridas para un determinado producto, así como la fijación de las correspondientes tolerancias. Esta notación provee de una fórmula diferente y unívoca para cada una de las infinitas cesías.

Así como a partir de los sistemas de ordenamiento del color pueden estudiarse y especificarse con toda exactitud las paletas cromáticas utilizadas en períodos, estilos y obras arquitectónicas, a partir del sistema de ordenamiento de las cesías pueden determinarse las “paletas de cesía”. Un caso interesante y digno de ser estudiado en este sentido es el ejemplo de la Figura 8. Por otra parte, de la misma manera que puede hablarse de una semiótica del color, de los significados atribuidos a los colores, del funcionamiento del color en el entorno natural y cultural, de la psicología del color y de las ilusiones visuales cromáticas, y así como pueden estudiarse estos aspectos valiéndose de los sistemas de ordenamiento del color como instrumentos, también hay un enorme campo abierto para aspectos semióticos y psicológicos de la cesía (ver Caivano 1997, 2000).

Los artistas y diseñadores pueden sentir que sistemas de esta clase van en contra de la espontaneidad, la libertad o la inspiración. Esto es una manera de pensar completamente errónea. Un sistema como este, o como los sistemas de color, contiene —al menos en forma abstracta— el universo completo de posibilidades. En este sentido, estos sistemas no restringen la libertad. Todas las elecciones están allí disponibles. No hay nada que perder conociéndolos y, por otro lado, hay algo que ganar: cuanto más conocemos más abierta está nuestra mente a nuevas posibilidades.³



Figura 8. Casa de Vidrio (Pierre Chareau, 1932), donde se explotan las cualidades del vidrio, el metal y otros materiales en una gran variedad de cesías, con un riquísimo tratamiento y control de los límites espaciales y visuales.

³ Algunas aplicaciones, como por ejemplo las referidas a piezas de diseño gráfico, que se han recopilado en Caivano y Garavaglia (2002), pueden potenciarse a partir de conocer el sistema de cesías y las posibilidades de los materiales con que se trabaja.

Referencias bibliográficas

1990. "Cesía: Un sistema de signos visuales complementario del color". Investigaciones Proyectuales (revista de la SIP-FADU-UBA) 1, noviembre, pp. 78-93. Versión inglesa: "Cesia: A system of visual signs complementing color". Color Research and Application 16 (4), 1991, pp. 258-268. CAIVANO, José Luis,
1994. "Appearance (cesia): Construction of scales by means of spinning disks". Color Research and Application 19 (5), pp. 351-362. Versión castellana: "Apariencia (cesía): formación de escalas a partir de discos giratorios". En ArgenColor 1992, Actas del Primer Congreso Argentino del Color. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, pp. 90-105. CAIVANO, José Luis,
- 1994a. "Appearance (cesia): Variables, scales, solid". Die Farbe 39 (1-6), pp. 115-125. CAIVANO, José Luis,
1996. "Cesía: su relación con el color a partir de la teoría tricromática". En ArgenColor 1994, Actas del Segundo Congreso Argentino del Color. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, pp. 81-90. Versión inglesa: "Cesia: Its relation to color in terms of the trichromatic theory". Die Farbe 42 (1/3), 1996, pp. 51-63. CAIVANO, José Luis,
1997. "Semiotics and cesia: meanings of the spatial distribution of light". En Colour and psychology. From AIC Interim Meeting 96 in Gothenburg. Estocolmo: Scandinavian Colour Institute, Colour Report F50, pp. 136-140. Versión castellana: "Semiótica y cesía: significados de la distribución espacial de la luz". En ArgenColor 1996, Actas del Tercer Congreso Argentino del Color. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, 1998, pp. 1-10. CAIVANO, José Luis,
1999. "Evaluation of appearance by means of color and cesia: Visual estimation and comparison with atlas samples". En AIC Midterm Meeting 1999, Proceedings. Varsovia: Central Office of Measures, pp. 85-92. Versión castellana: "Evaluación de la apariencia por medio del color y la cesía: estimación visual y comparación con muestras de los atlas". En ArgenColor 2000, Actas del Quinto Congreso Argentino del Color. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, 2002, pp. 411-416. CAIVANO, José Luis,
2000. "Ilusiones y efectos visuales que involucran distribución espacial de la luz". En ArgenColor 1998, Actas del Cuarto Congreso Argentino del Color. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, pp. 245-252. CAIVANO, José Luis,
1997. "An atlas of cesia with physical samples". En AIC Color 97, Proceedings of the 8th Congress of the International Color Association vol. I. Kyoto: The Color Science Association of Japan, pp. 499-502. Versión castellana: "Un atlas de cesía con muestras físicas". En ArgenColor 1998, Actas del Cuarto Congreso Argentino del Color. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, 2000, pp. 259-262. CAIVANO, José Luis, y Patricia DORIA.
2002. "La utilización de la cesía en el diseño tipográfico". En ArgenColor 2000, Actas del Quinto Congreso Argentino del Color. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, pp. 321-328. CAIVANO, José Luis, y Julieta GARAVAGLIA.
2005. "Cesia and paints: An atlas of cesia with painted samples". En AIC Color 2004, Proceedings. Versión electrónica en www.fadu.uba.ar/sitios/sicyt/color/aic2004.htm, pp. 113-116. CAIVANO, José Luis, Ingrid MENGHI y Nicolás IADISERNIA.