

**R. Daniel Lozano**

# **La Apariencia Visual y su medición**



**Grupo Argentino del Color**

Buenos Aires

2015

Lozano, Roberto Daniel

La apariencia visual y su medición. - 1a ed.  
- Ciudad de Buenos Aires : Grupo Argentino  
del Color, 2015.

192 p. + CD-ROM : il. ; 23x16 cm.

ISBN 978-987-24707-7-7

1. Tecnología. 2. Color. 3. Medición. I.

Título

CDD 667

Contenido y corrección a cargo del autor.

Impreso por Editorial Dunken  
Ayacucho 357 (C1025AAG) - Capital Federal  
Tel/fax: 4954-7700 / 4954-7300  
E-mail: [info@dunken.com.ar](mailto:info@dunken.com.ar)  
Página web: [www.dunken.com.ar](http://www.dunken.com.ar)

Hecho el depósito que prevé la ley 11.723  
Impreso en la Argentina  
© 2015 Roberto Daniel Lozano  
e-mail: [rdlozano@coloryapariencia.com.ar](mailto:rdlozano@coloryapariencia.com.ar)  
ISBN 978-987-24707-7-7

### I.1.1 La apariencia visual: Un marco de análisis

Solo muy recientemente se ha empezado a proponer la integración del mundo real que vemos, como formas o modos de la apariencia visual. No es que no se hubieran definido anteriormente, ya que HUNTER (1977), HUNTER y HAROLD (1987) habían publicado un libro sobre la medición de la apariencia, dándole un contexto donde los fenómenos aparecían aislados, sin otra vinculación que el tema central.

Con la aparición de las publicaciones de CAIVANO (1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1999, 2001) CAIVANO y DORIA (1997) intentando clasificar las formas o modos de apariencia diferentes del color bajo la denominación de *cesía*, la propuesta de HUTCHINGS (1999) respecto de la “apariencia total” y los esfuerzos realizados por una larga lista de autores dedicados al desarrollo del software para la representación gráfica de objetos, empleados tanto en la animación como en los juegos para computadoras, se creó una corriente de investigadores que intenta, por diversas vías, integrar la representación de los fenómenos visuales, y su apariencia, empleando diversas herramientas matemáticas y analíticas.

El color de los objetos del mundo que observamos, es solo parte de un cuadro mucho más complejo. Nuestra visión tiene mecanismos discriminatorios que pueden ser parte del legado evolutivo y parte del aprendizaje recibido. Seguramente los humanos primitivos debían reconocer tanto los frutos, como los animales, los amigos y los enemigos naturales, a través de un mecanismo que, hasta muy avanzada la civilización, solo fue intuitivo y enseñado por nuestros progenitores, los familiares y amigos, y las circunstancias vividas a través de nuestros sentidos, principalmente la vista, seguido por los otros: la audición, el olfato, el tacto y el gusto.

Son estos sentidos los que nos ubican dentro del contexto del mundo real. Sin ellos estaríamos suspendidos en el nirvana, desconectados de todo y de todos. Somos nosotros quienes evaluamos ese mundo real que nos rodea y su realidad es lo que aprendemos y aprehendemos.

¿Cómo lo describimos? El color, por supuesto, es importante, pero antes está el tamaño y la forma, después... el color, el brillo, la textura... en suma: la descripción de su apariencia visual.

modelo exhibido. Uno ve el brillo en la reflexión de las luces. Si esta es muy difusa, como puede serlo de día, en el exterior, con un cielo totalmente cubierto, el brillo tenderá a desaparecer o disminuirá notablemente.

El documento de la CIE destaca la necesidad de experimentación psicofísica y menciona los problemas de perlado, metalizado, opalescencia, definición de imagen, halo, etc., que están más allá de lo estrictamente relacionado con el brillo, pero han sido pocos los trabajos publicados desde entonces sobre la evaluación psicofísica de los distintos modos de apariencia, salvo los relacionados directa o indirectamente con color. Entre otros, sobre el tema del brillo, pueden mencionarse los de JUNGMAN y LOZANO (1985a, b, 1985/6, 1986) y de OBEIN y otros (2001, 2002, 2003, 2004).

En 1993 la CIE volvió a imprimir el texto sobre brillo mencionado más arriba y luego, muy recientemente, (CIE, 2006) publicó otro trabajo, más general, sobre la apariencia, del cual hablaremos más adelante.

## I.2 Un nuevo modo de ver la apariencia: la espacialidad

Recientemente se publicó en *Color Research and Application* un trabajo sobre el nuevo método de clasificar la apariencia visual (LOZANO, 2006). En ese trabajo se analiza esta fenomenología y se incluye, en un conjunto circular de relaciones, los distintos modos que la caracterizan: el color, la cesía y la espacialidad.

El color se divide en claridad y cromaticidad, siendo esta última, a su vez, compuesta de tono y saturación o croma.

La cesía, es aquel aspecto de la apariencia donde no interviene la cromaticidad y está dividida en tres: luminosidad, permeabilidad y difusividad. La primera está relacionada con la claridad del objeto o la superficie, con la blancura, con la escala de grises y el negro.

La segunda se relaciona con la absorción no selectiva, esto es: no cromática y con los términos opacidad, densidad, grisado, etc.

Finalmente, la difusividad está relacionada con la propiedad de las partículas de los materiales u objetos de desviar la luz del camino *regular* definido

por las leyes de la óptica geométrica. Así se relacionan los términos *difusor*, *translúcido*, *mateado*, etc.

Tanto el color como la cesía tienen fenómenos comunes con la espacialidad. Veamos primero en que consiste esta nueva categorización.

En primer lugar es necesario explicar por qué el término *espacial* y la propiedad *espacialidad*.

La apariencia de los objetos tiene una propiedad relacionada con la percepción humana del espacio que rodea al objeto por parte del ser humano, comparándolo con lo aprendido a través de su propia experiencia.

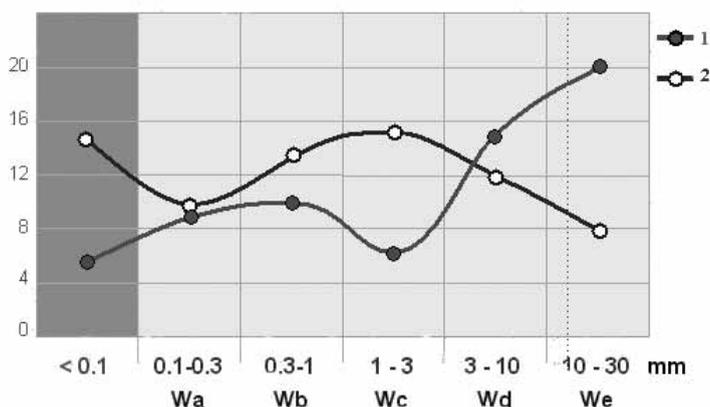
La visión humana tiene características que le permiten ubicarse en el entorno en que se encuentra, definir posicionamientos de los objetos que ve, estimar tamaños (a veces absolutos, otras veces, relativos).

Esto le es posible por mecanismos cerebrales y aprendizaje que observando la escena frente a él, le permite juzgar y evaluar **el espacio que lo rodea o lo enfrenta**. Probablemente con mecanismos reflejos de la experiencia vivida y lo transmitido por el proceso evolutivo, toda persona, independiente de su educación o cultura, puede evaluar distancias, dimensiones (BARDIER, 2001, 2007).

Es precisamente esa habilidad la que le permite observar fenómenos de apariencia que integran la categoría de la *espacialidad*. Ello es porque percibe la propiedad de ese modo, mediante el empleo de su habilidad para juzgar el espacio que lo rodea.

Por ejemplo si percibe que la vereda donde camina tiene una estructura lineal orientada hacia algún punto distante, las percibirá en función de lo que se denomina perspectiva. Si por el contrario las líneas que percibe son transversales o paralelas al horizonte, con el alejamiento se fundirán entre sí formando una superficie de apariencia uniforme.

Cuando los fenómenos visuales varían según la posición espacial del objeto o la superficie considerada, o de la luz que lo ilumina, nos enfrentamos a los modos espaciales de su apariencia.



**Figura I.11:** Esquema que representa las variaciones de dos pinturas respecto de la composición del análisis de sus frecuencias espaciales analizadas con un instrumento. (Wave-scan DOI de Byk-Gardner). Puede verse los 6 sectores en que divide a estas mediciones. Por debajo de 0,1 mm se considera ruido o desbaste. Para la evaluación de la definición de imagen en este equipo se utilizan los tres intervalos iniciales.

Cuando uno observa la terminación de una superficie puede ver si esta pulida o no, dependiendo de si tiene brillo, si las imágenes exteriores reflejadas están bien definidas o no, si tiene halo, etc. Es por esta razón que la definición de imagen (o DOI en inglés), la piel de naranja y el halo son consideradas formas espaciales de la apariencia, relacionadas con una dimensión.

El análisis de las frecuencias espaciales nos permite determinar cómo se relacionan con los diferentes efectos que percibimos. En la figura I.11 puede verse el efecto de las diferentes bandas de frecuencias espaciales para dos tipos de pinturas y puede verse el efecto del tratamiento cuando uno observa las diferencias entre el trazo rojo y el azul.

## I.9 Clasificación de la apariencia

En la figura I.12 puede observarse el universo de los fenómenos de apariencia visual clasificados según su naturaleza. Es un ordenamiento basado en lo que los observadores humanos ven y evalúan psicológicamente y no

por como son detectados los fenómenos. Puede verse que el DOI, el halo y la claridad (aplicada a los materiales casi transparentes, líquidos o sólidos, que dejan ver imágenes iluminadas a través de ellos), están clasificados como pertenecientes a la *cesía espacial* ya que son evaluados independientemente de que tengan, o no, color. Podrían asimilarse a la espacialidad de una dimensión, pero Caivano las define como parte de la cesía y, en realidad, son parte también de la espacialidad por la manera con que son detectadas, por lo que se ha preferido optar por una categorización intermedia.

El efecto piel de naranja, en cambio, entra en una clasificación típica de la espacialidad, puesto que es detectado cuando la superficie se observa a lo largo de la dirección adecuada. En el mismo rubro se clasifica la ondularidad y la rugosidad, que son percibidas como variaciones superficiales de naturaleza ondulatoria y que son analizadas mediante instrumentos que evalúan las frecuencias espaciales en una determinada dirección. Si se perciben ondas, las mismas tienen que poseer frecuencias espaciales de longitud de onda mayores que 0,5 mm. Por debajo de estos valores, la superficie parece rugosa, mate o desbastada. Las divisiones de McCamy en macro y micro apariencia parecen poco adecuadas, las primeras son efectos goniocromáticos y se clasifican como color espacial y las segundas están cerca de la espacialidad de dos dimensiones, aunque solo se observan a corta distancia (25 cm.) se ven en un plano como destellos o desbaste de la superficie, dependiendo de la forma de iluminación, difusa o dirigida.

Cuando uno compara esta forma de clasificar los fenómenos de apariencia visual con aquellos propuestos inicialmente por la CIE es posible comprender que la presente propuesta intenta corregir una visión incompleta del fenómeno y que no parte de las propiedades ópticas fundamentales (que son la reflexión, la transmisión, la difusión y la absorción de la radiación por los materiales o las superficies afectadas o relacionadas con la luz, y quizás, también, debería incluirse la fluorescencia empleada en la generación de un fenómeno como la blancura) sino se construye a partir del observador humano y su percepción, a través de la visión de la realidad que lo rodea y evalúa.

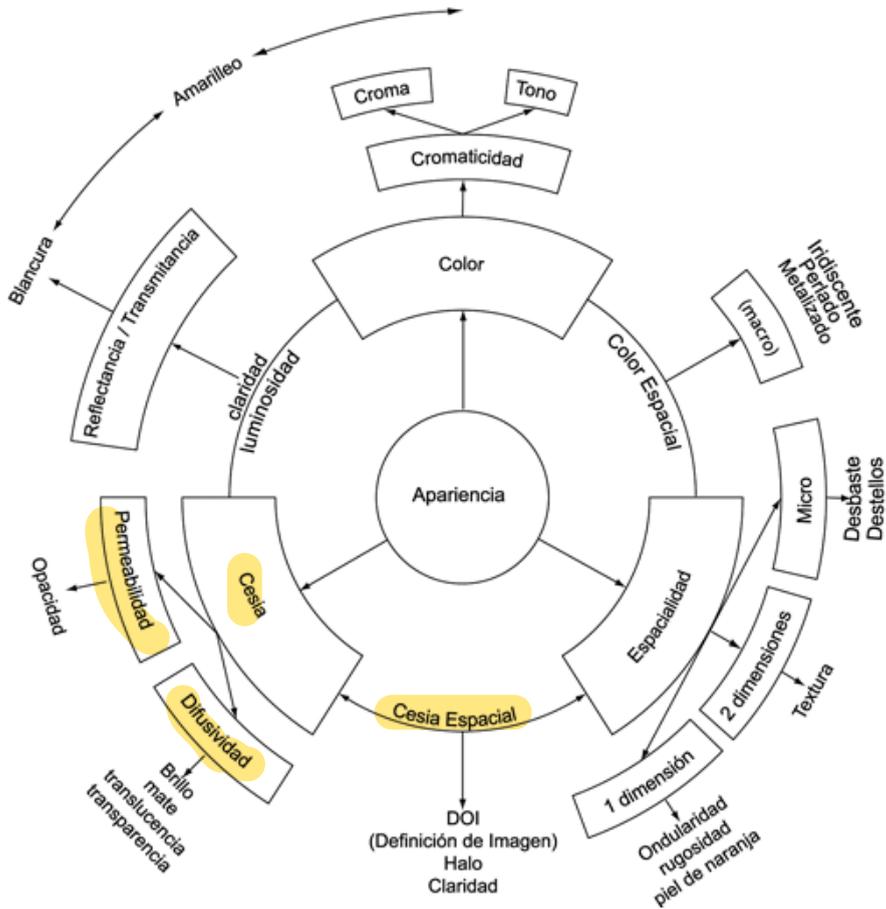


Figura I.12: Diagrama con la clasificación de la apariencia visual.

### I.9.1 Descripción del modelo propuesto

El modelo propuesto tiene la virtud de cerrar en un círculo los diferentes modos de apariencia visual. Comenzando por la parte superior donde se ubica el color con sus dos componentes cromáticos: tono y croma (o saturación). A la izquierda, la cesía tiene dos componentes: la permeabilidad y la difusividad. Desde el color hacia la izquierda comparte con la cesía el fenómeno de

la claridad del color, o la luminosidad, de una superficie u objeto y de allí se extiende a la evaluación de la reflectancia, o la transmitancia luminosa, y, más arriba, la blancura que deriva hacia la derecha, hacia el color, el fenómeno del amarillentamiento.

Como extensión de la permeabilidad, asociado al fenómeno óptico de la absorción, se ubica la opacidad. A su vez, los relacionados con la difusión óptica de la luz, se clasifican el brillo, el mateado (o el acabado mate), la translucencia y la transparencia. Aquí puede hacerse un alto para indicar que si no hay difusión, quizás la transparencia podría ubicarse conjuntamente con la opacidad, pues el único efecto posible es la absorción de la radiación y por lo tanto cabría ubicarlo a continuación de esta. Sin embargo, como casi siempre se compara la transmisión con la translucencia, se ha preferido ubicarlas juntas.

Del lado derecho del color se coloca la espacialidad. En el medio se ha definido lo que se ha llamado *color espacial*, porque sus características cromáticas varían según el ángulo de observación, (que McCamy llama *macro*) que se divide en *metalizado*, *perlado* e *iridiscencia*. Por otra parte la clasificación de McCamy de *micro* que se divide en *desbaste* y *destellos*, se clasifica dentro de la espacialidad, pues no necesita observarse color para percibirlos. Lo dejaremos para más adelante.

Entre la cesía y la espacialidad se ha colocado lo que llamamos *cesía espacial* donde los fenómenos de apariencia no cromáticos también dependen de la visión angular del fenómeno visual como lo son el halo, la claridad y la definición de imagen (DOI) que, además, están relacionados con la distancia de observación.

Finalmente, a la derecha, está la espacialidad, que ha sido dividida en dos componentes fundamentales, de una dimensión y de dos dimensiones y un tercero dubitativo, pues solo es observable a corta distancia (25 cm).

Como explicamos anteriormente, el ser humano para evaluar una escena, si está ubicado en un punto determinado, solo puede tener información a lo largo de una recta, que pasa por el punto mencionado, y, a partir de la ubicación de sus ojos, de un plano. Si bien la visión estereoscópica nos permite cazar una mosca en vuelo, calculando su distancia y posición en el espacio, no nos permite calcular distancias con exactitud mucho más allá del alcance de la mano. Mucho menos respecto de imágenes amplias que impliquen distancias

- BABA, G. (1969): Goniophotometric analysis of colors surface, Proc.AIC Color 69, Estocolmo, Suecia, **I**, 517-524.
- BARDIER, D. (2001): De la visión al conocimiento, Montevideo, Uruguay  
 ————. (2007): Escalas de la realidad, Libros en red, Montevideo, URUGUAY.
- BARTEN, P. G. J. (1999): Contrast sensitivity of the human eye and its effect on image quality, Soc. Photo Optical Eng., Washington DC, EE.UU.
- BECKETT, P. y HOLLIER, W. (2002): Integrating virtual reality telepresence via Image Based Modeling and Rendering, Simulation Industry Ass, Australia, SIMTECT.
- BILLMEYER JR., F. W. (1969): Geometric aspects of color measurement, Proc. AIC Color 89, Estocolmo, Suecia, **I**, 500-505.
- BLINN, J.F. (1977): Models of light reflection for computer synthesized pictures, Computer Graphics, Proc. ACM SIGGRAPH '77, 192-198.
- BURSHKA, D., COBZAS, D., DODDS, Z., HAGER, G., JAGERSAND, M. y YEREX, K. (2003): Recent methods for Image -Based Modelling and Rendering, IEEE VR tutorial 1.
- CAIVANO, J. L. (1991): Cesia: A system of visual signs complementary color, Color Res.&App., **16** (4) 258-267.
- . (1993): Appearance (cesia): Variables, Scales, SOLID, Die Farbe, **39** (1-6) 115-125.
- . (1994): Appearance (cesia): Construction of scales By Mean Of Spinning Disks, Color Res.&App., **19** (5) 351-362.
- . (1996): Cesia: Its relation to color in terms of the Trichromatic Theory, Die Farbe, **42** (1-3) 51-63.
- . (1997): Semiotics and cesia: Meanings of the spatial Distribution Of Light, En Sivik, L., editor, Colour and psychology, Proc. AIC Interim Meeting, Estocolmo, Suecia, 136-140.
- . (1999): Evaluation of appearance by means of color and cesia: Visual estimation and comparison with atlas samples, Proc Aic Midterm Meeting, Varsovia, Polonia, 85-92.
- . (2001): La investigación sobre los objetos visuales desde un punto de vista semiótico, con particular énfasis en los signos visuales producidos por la luz: color y cesia, Cuadernos, Univ. Nac. Jujuy, Jujuy, Prov. Jujuy, (17) 85-89.

- CAIVANO, J. L. y DORIA, P. (1997): An atlas of cesia with physical samples, Proc.7a. Sesión de la AIC, Kioto, Japón, **1**, 499-502.
- CAMPBELL, F. W. y ROBSON, J. G. (1968): Application of Fourier analysis to the visibility of gratings, *J. Physiol. (Londres, G.B.)*, **181**, 576-593.
- CARLSON, C. R. (1982): Sine-wave threshold contrast-sensitivity function: Dependence on display size, *RCA Review*, **41**, 199-205
- CHANDRASEHKAR, S. (1960): Radiative transfer, Dover, NY, EE.UU.
- CIE –Commission Internationale De l’Eclairage– (1995): Publ. #118/1 Evaluation of the attribute of appearance called gloss, Tech. Rprt.
- . (2006): Publ. #175 A framework for the measurement of visual appearance, Tecn. Rprt.
- COOK, R. L. y TORRANCE, K. E. (1981): A reflectance model for computer graphics, *Computer Graphics, Proc. SIGGRAPH 1981*, **15** (3) 307-316.
- CZEPLUCH, W. (1976): Relationship between binocular observations and visual gloss perceptions, *Lichttechnik*, **28**, 16-18
- . (1984): Glanz bei binokularen Sehen, *VDI Zeitsch.*, **17** (24) VDI Verlag, Düsseldorf, Alemania.
- DAUBECHIES, I. (1988): Orthonormal basis of compactly supported wavelets, *Comm. in Pure and Applied Maths.*, **41** (7) 909-996.
- DAVIDSON, J. G. (1970) : The color and appearance of metallized paint films, Ph.D. Tesis, Rensselaer Polytechnic Inst., Troy, N.Y., EE.UU.
- DEBEVEC, P. (1998): Rendering synthetic objects in real scenes: Bridging traditional and Image-Based graphics with global illumination and dynamic range photography, en *SIGGRAPH 98*.
- . (1999): Image based Modelling, Rendering and lighting In *Fiat Lux*, En *SIGGRAPH 99*.
- DIN –Deutsche Normen Anschluss– 67530 (1972): Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich -und Kunststoffoberflächen.
- FELSHER, H. C. y HANAU, W. J. (1969): Reflective pigments for widened color effects, *Proc.AIC Color 69*, Estocolmo, Suecia, **II**, 927-932.
- FENSTERSEIFER, F. (2007): Com.Personal.
- FOO, S.C. (1997): A gonioreflectometer for measuring the bidirectional reflectance of material for use in illumination computation, MSc.Tesis, Cornell Univ., Ithaca, DE, EE. UU.