

## **PERSPECTIVAS DEL COLOR**

compilado por:

**José Luis Caivano**  
**Mabel Amanda López**

Grupo Argentino del Color  
Wolkowicz Editores

Perspectivas del color / José Luis Caivano ... [et al.] ; compilación de José Luis Caivano; Mabel Amanda López. - 1a ed. - Florida : Wolkowicz Editores ; Buenos Aires : Grupo Argentino del Color, 2021.  
406 p. ; 21 x 15 cm.

ISBN: 978-987-4117-72-4

1. Arquitectura. 2. Diseño. 3. Color. I. Caivano, José Luis, comp. II. López, Mabel Amanda, comp.

CDD 701.85

ISBN: 978-987-4117-72-4

© Grupo Argentino del Color  
Secretaría de Investigaciones FADU-UBA  
Ciudad Universitaria Pab. 3 piso 4  
C1428BFA Buenos Aires, Argentina

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Esta obra no puede ser reproducida por ningún medio sin la autorización de los titulares del copyright.

Tanto las figuras en color como algunos materiales adicionales de los artículos de este libro pueden verse en: <https://colorysemiotica.wordpress.com/perspectivas/>  
La presente publicación incluye una selección de trabajos originalmente presentados en el Noveno Congreso Argentino del Color

#### **Comité organizador, FADU-UNL**

**Presidente:** Carlos Esteban Prause  
**Secretaria:** Susana Cariola  
**Coordinadores:** Raúl Guillermo Frontera  
Miguel Camerlo  
Alejandra Rivera  
Luis Curubetto  
Isabel Molina  
Graciela Scaglia  
Ruben Giordano  
Miriam Bessone  
Gustavo Levrino  
Patricia Pieragostini  
Claudia Robson  
Carlos Chiavarini  
**Imagen:** Carlos Esteban Prause  
**Comunicaciones:** Jorge Mandolesi

## Una nueva forma de clasificar la apariencia visual

Roberto Daniel Lozano

Grupo Argentino del Color

### Resumen

Se introduce un modo de clasificar la apariencia visual diferente de lo que se ha propuesto hasta la actualidad. La propuesta, inicialmente presentada en 2006 en la revista *Color Research and Application* y en el Simposio sobre Apariencia de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) de octubre de 2006 en París, es presentado aquí con algunos cambios surgidos de la información sobre fenómenos recientes como la *micro apariencia*, nacida en pinturas y plásticos nuevos, que crean formas de presentar productos innovadores en recubrimientos para automotores. Se describen algunos instrumentos nuevos que deberían servir para medir estas características y algunas contradicciones interesantes.

### Introducción

Cuando se estaba discutiendo el documento de la CIE (2006) existían diversas proposiciones de cómo esquematizar los fenómenos relacionados con la apariencia visual. Desde los enfoques simplistas a los complejos, que abarcan todos los sentidos humanos. Desde los fenómenos físicos esenciales a la complejidad de la apariencia *total*.

La Figura 1 muestra un primer esquema simple donde de un lado se pueden ver las respuestas sensoriales y del otro las psicofísicas. Los cinco sentidos humanos, frente a algunas ciencias como la colorimetría, la fotometría, la acústica, los análisis químicos de las fragancias y los diferentes sabores. Si bien la acústica puede medir frecuencias sonoras y hacer el análisis de los espectros a los cuales el oído humano es sensible, y los instrumentos de la química analítica pueden clasificar.

Todo ello lleva a plantearse si los fenómenos que percibimos sensorialmente, esto es, a través de nuestros sentidos, son reales o son solo nuestra interpretación de la realidad. Realidad que según Bardier (2001, 2007, 2013), percibimos a través de escalas diferentes, según sea la magnitud de lo que sentimos y nuestra estimación de lo que vemos, olemos, tocamos, oímos o gustamos. O todo junto a la vez, dependiendo del tipo de estímulo que sentimos. Pero... ¿es esa la realidad? ¿O quizás nuestra interpretación de ella? Así como en *Matrix*, la realidad visual cotidiana era solo imaginación o fantasía creada por computadoras. ¿Cómo seríamos capaces de discriminar uno u otro escenario como “verdadero”? ¿Qué parámetros podríamos definir para verificar la supuesta realidad?

Es un problema casi ontológico definir qué somos, y somos tal como nos reconocemos en el entorno en que vivimos. *Esa* realidad que vemos, palpamos, escuchamos, saboreamos y olemos podría no ser real, sino tan solo fruto de nuestra febril imaginación. Y aunque sabemos que podría ser así, nos aferramos a la idea de que lo que vemos es *real* y nuestra interpretación de eso mismo es *válida*.

No deseo seguir con tales proposiciones filosóficas pues desnaturalizaría esta publicación dedicada al color. Pero vale la pena recordar que nos basamos para formular nuestros juicios en hechos que pueden muy bien ser cuestionados.

Desde un punto de vista estrictamente físico, los fenómenos involucrados en la percepción de la realidad son los que se esquematizan en la Figura 2, donde se muestran las propiedades ópticas como el objeto central y las rodean los distintos fenómenos ópticos que pueden tener lugar con los objetos que vemos.

Es esencial que particularicemos el hecho de que para ver algo necesitamos que tres hechos se den simultáneamente. 1) Que haya luz, o sea, que exista en alguna parte una fuente de radiación electromagnética visible que ilumine lo que vemos. 2) Que haya un objeto que reciba, refleje, transmita, difunda o absorba esa radiación visible. 3) Que estando presente en ese ámbito podamos ver al objeto. Para ello, alguna parte de la luz que lo ilumina debe ser reflejada o transmitida en dirección a nuestros ojos.

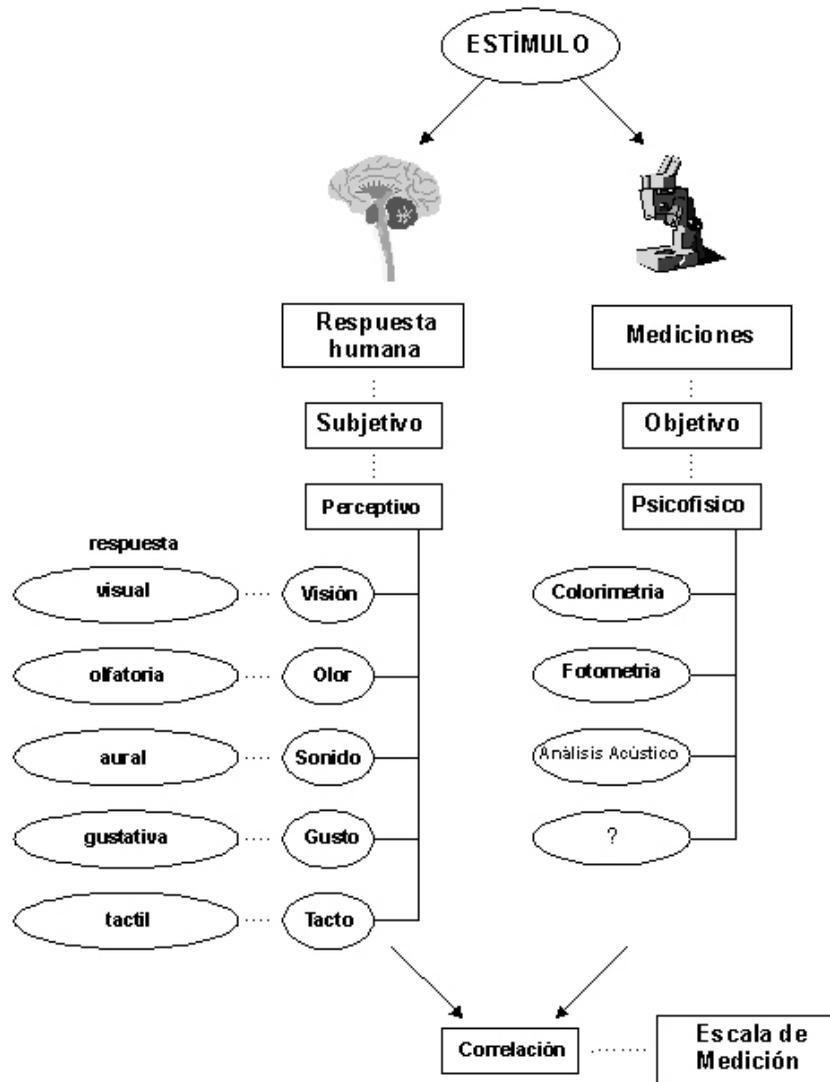


Figura 1. Esquema que muestra la relación de los sentidos con las apreciaciones físicas y psicofísicas (adaptado de CIE 2006).



Figura 2. Esquema que muestra las diferentes propiedades ópticas de los materiales.

Como puede verse en la Figura 2, los fenómenos esenciales son ocho: emisión, absorción, reflexión, refracción, transmisión, difusión, translucencia y fluorescencia. Si bien la translucencia es la combinación de transmisión y difusión y la fluorescencia es la combinación de otras dos absorción y emisión, puede considerarse que estas ocho propiedades ópticas son las esenciales para estudiar los materiales y objetos que vemos.

Todo parecería resumirse a los fenómenos físicos, sin embargo esto no es así. Lo que percibimos a través del sistema visual es mucho más que solo fenómenos físicos. Existen otros que implican fenomenología cognitiva, como la textura, la forma, el tamaño, el contraste, el color y sus combinaciones.

Para describirlas a través del lenguaje suelen faltar palabras y empleamos comparaciones con elementos conocidos; por ejemplo, para describir un fenómeno que se da en algunas pinturas automotrices describimos el efecto como *piel de naranja*. Si analizamos de un modo más imparcial y objetivo, nos vemos necesitados a recurrir a herramientas matemáticas que pueden describir fenómenos periódicos, y así nos introducimos en la series y transformadas de Fourier, empezamos a hablar de frecuencias espaciales, textones, fractales y ondaletas (*wavelets*). Una jergonza para iniciados que recurren al estudio del comportamiento de la visión del ser humano a través de las técnicas de medición de la función de sensibilidad al contraste (FSC) (Lozano 2015), tratando de entender como funciona el cerebro humano para

interpretar las imágenes que ve, percibe y de las cuales toma conocimiento.

Es todo un proceso donde el estímulo se convierte en sensación, esta es percibida por el sistema y la corteza visual, e interpretada como conocimiento por el cerebro. ¿Cómo? Vaya uno a saber. Sabemos muy poco aún para describir bien como funciona nuestro cerebro.

No intento mostrar lo complejo del tema que trata de la *apariencia visual* sino dar un entorno explicativo de cuan difícil es tratar de obtener una imagen que abarque el universo de nuestras percepciones visuales. Esa es la razón por la que un trabajo publicado hace unos años ya tiene modificaciones (Lozano 2006, 2007) y probablemente otros agregarán nuevas con el devenir del tiempo. Presentemos entonces el esquema general propuesto.

### La nueva propuesta de clasificación de la apariencia

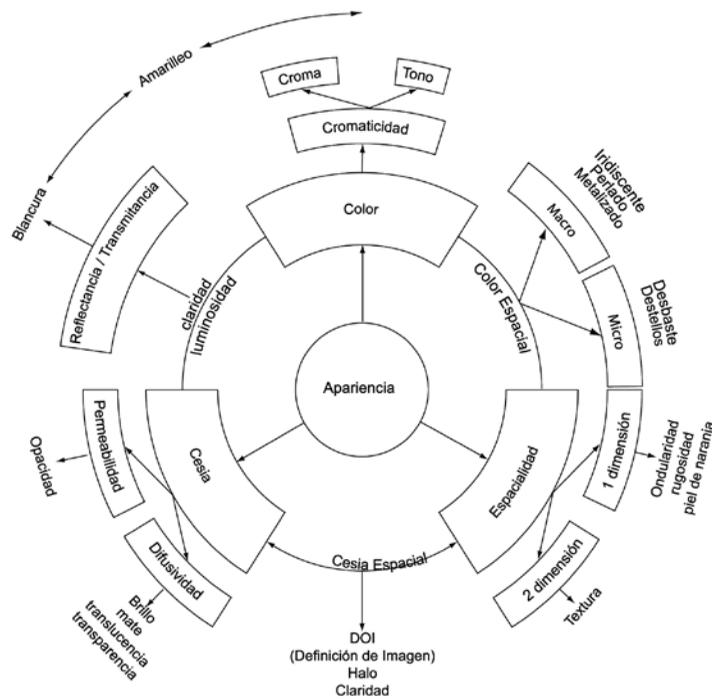


Figura 3. Esquema que muestra la clasificación de la apariencia visual.

Puede verse que la nueva clasificación de la apariencia visual agrupa los fenómenos perceptivos en tres grupos principales: color, cesía y espacialidad.

El más conocido de estos tres es el color, que tiene como componentes clásicos la claridad, el tono y el croma, aunque a estos dos últimos se los suele clasificar como la cromaticidad. El color, sin embargo, comparte la claridad con la cesía, pues esta ha sido definida como aquellos aspectos visuales de la apariencia, que no tienen cromaticidad. Esta definición ha mostrado ser incompleta pues falta lo que hemos llamado espacialidad, pero la cesía permite clasificar una serie de fenómenos visuales que se ven en los materiales y objetos sin la necesidad de que tengan color cromático, como lo son la claridad, la permeabilidad y la difusión.

### Color

No nos extenderemos aquí para hablar de esta forma de apariencia que tienen los objetos. Para todos debe ser aceptado que se constituye con la claridad (que va desde los colores blancuzcos y el mismo blanco) a los colores oscuros y el mismo negro. Normalmente se representa la claridad del espacio cromático como un eje vertical del blanco (arriba) al negro (abajo).

Alrededor de ese eje vertical se distribuyen los tonos en forma continua: rojo, naranja, amarillo, verde, turquesa, azul, violeta y púrpura. Desde el centro gris neutro, se aumenta el contenido de color y a ello se le llama croma. La croma más el tono conforman la cromaticidad, como puede verse en la Figura 4.

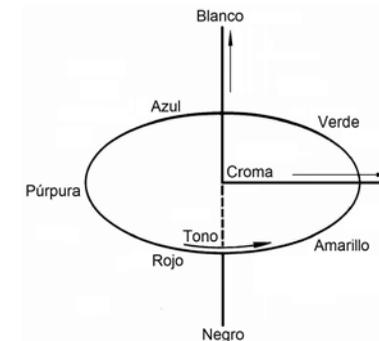


Figura 4. Esquema que muestra la geometría de la percepción del color por el ser humano.

## Cesía

La cesía es un modo de llamar a estas formas de apariencia visual, que fuera utilizado por primera vez por César Jannello (1984). Luego, Caivano (1991, 1993, 1994, 1996, 1997, 1999, 2001) y Caivano y Doria (1997) realizaron la tarea que estableció las distintas escalas psicofísicas para la permeabilidad y la difusión, que se sumaron a los antecedentes sobre claridad.

Seguramente muchos se preguntarán en qué consiste la permeabilidad desde el punto de vista de la apariencia. Esencialmente se refiere a la posibilidad de ver a través de una capa que la luz debe atravesar para iluminar el objeto, así se relaciona con la absorción óptica o la difusión, como puede tratarse de la opacidad de una capa de un material sólido o líquido, y así establece antinomias en diferentes escalas, agrupándolos en tres grupos:

### *Escalas de oscuridad / claridad*

- 1) blanco mate – negro
- 2) especular – negro
- 3) translúcido – negro
- 4) transparente – negro

### *Escalas de regularidad / difusividad*

- 5) especular – blanco mate
- 6) transparente – translúcido

### *Escalas de permeabilidad / opacidad*

- 7) especular – transparente
- 8) blanco mate – translúcido

Como puede verse en las diversas escalas perceptivas, los fenómenos visuales de la apariencia no suelen clasificarse como lo hace Caivano sino de un modo integrado con la escena que contemplamos. Por ejemplo, la

primera escala es fácil de entender cuando uno ve una serie de muestras grises entre el blanco y el negro, pudiendo comprender el concepto de claridad o luminosidad si hablamos en términos fotométricos o colorimétricos. En la segunda, tercera y cuarta, lo que disminuye es la componente especular o la difusa, de modo que el objeto va oscureciéndose hasta ser negro.

En la quinta pasa de ser una superficie totalmente especular a otra totalmente difusa, y en la sexta, de ser totalmente transparente a totalmente translúcida. Finalmente, en la séptima pasa de ser totalmente especular, como un vidrio espejado, a totalmente transparente cuando la capa espejada se va haciendo cada vez más delgada y transmisora de la luz. Y en la octava pasa de ser un material totalmente opaco y difusor a otro translúcido, como podría ser un acrílico blanco suficientemente grueso como para que no pase luz a través, y con espesores más delgados hasta llegar a un vidrio transparente con despulido que produzca difusión pero que teóricamente deje pasar toda la luz (es decir, no absorba).

Entre los fenómenos asociados a la difusividad y la especularidad está el brillo y el mateado, la transparencia y la translucencia.

Hasta aquí, la descripción del color y la cesía, con el factor común que es la claridad o luminosidad. En un punto intermedio entre la cesía y el color está la blancura y el amarillamiento, o amarilleo.

## Espacialidad

La espacialidad es la tercera categoría donde clasificar los fenómenos de la apariencia visual y está relacionada con la percepción del entorno que rodea al objeto o el material que conforma su dimensionalidad y características de orden visual.

Puede uno muy bien preguntarse qué es el orden visual. Llamamos así a las estructuras visuales que podemos describir como texturas, formas o características de una determinada superficie o material.

Las mismas están relacionadas directamente con el espacio que vemos, y dependiendo de si observamos a lo largo de una línea o de un espacio, las dividimos en unidimensionales o bidimensionales.

Cuando estamos frente a la perspectiva de un camino que se aleja de nosotros, viendo que los bordes tienden a confluir en una recta, clasificamos este tipo de evaluación como unidimensional o de una dimensión. Si, en cambio, observamos la textura de un panel de madera lustrada, consideramos a la superficie como un plano, que es clasificado como bidimensional o de dos dimensiones. Toda clasificación de una textura entra en esta categorización.

Los fenómenos asociados con la espacialidad de una dimensión son la ondularidad, la rugosidad y la piel de naranja, fenómenos usualmente aplicados a terminaciones pintadas, especialmente automotrices. Y usualmente se evalúan mediante el análisis de las frecuencias espaciales que caracterizan a la superficie. Estas frecuencias pueden describirse como cantidad de líneas por centímetro, como se muestra en la Figura 5.

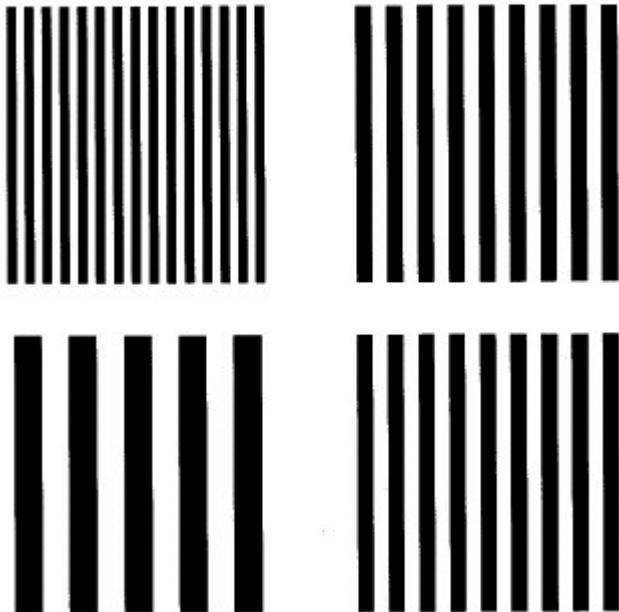


Figura 5. Haces de líneas paralelas que conforman redes espaciales. Comparadas con las de la derecha, la de la izquierda de arriba tiene una mayor frecuencia y la de abajo una menor.

### Cesía espacial

Entre la cesía y la espacialidad existen fenómenos que pueden clasificarse en ambos grupos. Se trata de la *definición de imagen*, el *halo* y la *claridad*, cuando esta última se refiere a la limpidez de un líquido o un material transparente. Esto es así porque esencialmente están asociados a un cierto grado de difusión de la luz y el color no tiene influencia en la evaluación. El halo y la claridad normalmente solo son evaluados por transmisión. En el primero de estos fenómenos, el análisis visual se realiza a lo largo de direcciones donde uno puede verificar la resolución de la imagen. En las otras dos, la observación se debe realizar en un plano donde uno observa el mayor o menor grado de difusión de la luz que atraviesa el material o el objeto.

### Color espacial

Así como la cesía y la espacialidad tienen puntos que comparten por el modo de observación, el color y la espacialidad también comparten fenómenos donde el color cambia con el modo de observar la muestra o el material. En los últimos tiempos se han denominado *goniocromáticos* a estos efectos, ya que cambian el color dependiendo del ángulo observado. Entre ellos están las pinturas y los efectos *metalizados* y los *perlados*, aunque tienen un origen diferente. Los primeros son producidos por partículas o láminas metálicas incorporadas a su estructura y en general ocurren con diferentes metales pulidos como el hierro, el aluminio, el bronce, el cobre, la plata y el oro y sus aleaciones.

Los perlados, en cambio, se trata de materiales que tienen partículas o láminas que producen interferencia debido a su espesor, como lo hace una gota de aceite sobre el agua. En una perla, el efecto se consigue cuando el animal dentro de una ostra deposita sobre algún elemento que penetre en ella, como puede ser un grano de arena, sucesivas capas interferenciales que luego formarán la misma. En las pinturas, un efecto similar se logra agregando partículas de carbonato de calcio delgadas.

Otros efectos incluidos en esta categoría son los llamados *iridiscentes*, que se presentan muchas veces en la naturaleza en aves y flores, y en algunos

peces tropicales. Se producen por interferencia y efectos de moiré que aparecen cuando redes espaciales se cruzan en el campo óptico observado.

En su trabajo sobre evaluación de la apariencia de materiales metálicos, McCamy (1996, 1998) analiza los efectos goniocromáticos definiéndolos como *macro* apariencia. La definición de 1996 no parece muy acertada, ya que *macro* apariencia es casi todo lo que observamos. El autor lo hace en función de que dos años después publicaría el complemento dedicado a lo que llama *micro* apariencia.

Estas clasificaciones han sido incorporadas al esquema de la Figura 3, dividiendo el color espacial en estos dos ítems: *macro* y *micro*. Personalmente me inclino por llamar a goniocromatismo a la *macro* apariencia.

Con respecto a la clasificación de *micro* apariencia, hay dos efectos que se pueden ver a corta distancia en algunas pinturas automotrices. Son los *destellos* y la *granulosidad*. Los destellos son producidos por partículas metálicas inmersas en la pintura, que producen reflejos cuando uno las mueve o gira bajo la luz de una lámpara o el sol. En cambio, la *granulosidad* solo es posible observarla cuando la superficie o el material pintado es iluminado con luz difusa, y de ese modo puede observarse de cerca la estructura granulosa, desbastada o texturada de su interior, ya que estas superficies están recubiertas de una capa protectora transparente.

Son formas de apariencia especiales porque requieren una observación muy cercana (menos de 30 cm), que en general no se produce en la práctica. Con este criterio, más adelante podrían agregarse efectos que se observen con *largavista* o con *microscopio*. No obstante son, sin duda, formas de apariencia, y por ello se las ha incluido en el esquema general.

## Conclusiones

He presentado un esquema general de la percepción de diferentes formas de apariencia visual que contempla todas aquellas hasta ahora reconocidas, tiene la ventaja de ser un sistema circular e inclusivo de todos los fenómenos hasta hoy conocidos. Quizás mañana aparezcan nuevas formas de apariencia no contempladas aquí, quizás también podrán ser incluidas en el mismo.

## Referencias bibliográficas

- BARDIER, Dardo. 2001. *De la visión al conocimiento* (Montevideo: El autor).
- . 2007. *Escalas de la realidad* (Montevideo: Libros en Red).
- . 2013. *Categorías inclusivas de la realidad* (Montevideo: El autor).
- CAIVANO, José Luis. 1991. "Cesia: a system of visual signs complementary color", *Color Research and Application* 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 Research and Application* 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 *Colour and psychology. From AIC Interim Meeting 96 in Gothenburg* (Estocolmo: Scandinavian Colour Institute, Colour Report F50), 136-140.
- . 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), 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-FHYCS* (revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Jujuy) N° 17, febrero, 85-99.
- CAIVANO, José Luis, y Patricia DORIA. 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), 499- 502.
- CIE (Commission Internationale de l'Éclairage, Technical Committee 1-65). 2006. *A framework for the measurement of visual appearance* (Viena: CIE Central Bureau, Publicación CIE 175).
- JANNELLO, César V. 1984. *Fundamentos de teoría de la delimitación* (Buenos Aires: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UBA).
- LOZANO, Roberto D. 2006. "A new approach to appearance characterization", *Color Research and Application* 31 (3), 164-167.
- . 2007. "A new look into the perception of appearance", en *Proceedings of the CIE Expert Symposium*, París, 19-20 octubre, Publicación CIE x032-2007, 23-27.

- . 2015. *La apariencia visual y su medición* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color).
- McCAMY, Calvin S. 1996. "Observation and measurement of the appearance of metallic materials. Part I. Macro-appearance", *Color Research and Application* 21 (4), 292-303
- . 1998. "Observation and measurement of the appearance of metallic materials. Part II. Micro-appearance", *Color Research and Application* 23 (6), 362-373.

## El llamado BRDF, su falsa medición y la fantasía detrás de ella

**Roberto Daniel Lozano**

Grupo Argentino del Color

### Resumen

Hace algunos años apareció en las revistas científicas con bastante asiduidad el término BRDF (*bidirectional reflectance distribution function*, función de distribución de reflectancia bidireccional), típicamente norteamericano, por su afán de utilizar siglas. Había sido creado por un oscuro trabajador del viejo NBS (National Bureau of Standards), hoy NIST (National Institute of Standards and Technology), y publicado en un cuadernillo en cuya portada, en el título del trabajo, se deletreaba mal la palabra "nomenclatura". Así como entonces empezaba mal, hoy termina peor, extendiéndose el uso de las mediciones de algo imposible de medir. Quienes leen el presente artículo se preguntarán qué tiene que ver esto con ellos. Es que para medir las características fotométricas de la apariencia de los materiales, entre ellos los alimentos, y debido a la extensión del empleo de técnicas sofisticadas en la computación, procesamiento de imágenes y dibujos animados para uso de la cinematografía o de la televisión, se "emplea" lo que se llama BRDF, pero que no lo es. Esta es una historia interesante donde se muestra que a veces los "científicos" de algunas artes pecan por tontos por no cuestionar hechos erróneos evidentes.

### Introducción

En 1977 se publicó un trabajo de Nicodemus y otros que se titulaba "Geometrical considerations and nonmenclature for reflectance". La palabra en inglés "nonmenclature" no existe, se escribe "nomenclature". Sin embargo, uno podría, si quisiese, interpretarla como la "no menclatura", algo así como la inexistencia de vocablos para la reflectancia. Evidentemente se trató de un error, o quizás fue un lapsus del autor (o los autores) para describir un