

UN MODELO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS MODALIDADES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ POR PARTE DE LOS MATERIALES

José Luis Caivano*

Centro de Investigación Hábitat y Energía, SICyT-FADU-UBA
Pabellón 3, piso 4, Ciudad Universitaria (1428) Capital Federal
CC 1765, Correo Central (1000) Capital Federal
Tel. (01) 781-5020 al 29 int. 458. Fax (01) 782-8871

RESUMEN

Con respecto a la forma en que interactúan con la luz, los materiales suelen dividirse groseramente en reflejantes (mates y especulares) y transmitentes (traslúcidos y transparentes). El modelo que se plantea provee los medios para poder realizar una clasificación mucho más específica ya que permite definir cualquier caso intermedio entre esas características. En lugar de utilizar categorías discretas, se utilizan tres parámetros de variación continua --absorbancia, permeancia y difusividad-- con cuya determinación se caracteriza con precisión el comportamiento de los materiales y superficies respecto de la distribución espacial de la luz que producen. Este modelo resulta de indudable utilidad tanto para los fabricantes, que pueden especificar las cualidades de sus productos, como para los arquitectos y diseñadores del medio ambiente, a quienes les proporciona una herramienta para el aprovechamiento de la iluminación natural a través de la combinación de materiales que produzcan la distribución espacial de la luz requerida en cada caso particular.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de cómo distribuyen la luz que reciben, los materiales suelen clasificarse, en términos generales, en *reflejantes* (aquellos que remiten la luz recibida hacia el mismo semiespacio de donde la misma proviene), *transmitentes* (aquellos que dejan pasar la luz hacia el semiespacio opuesto), *mates* (aquellos que, siendo reflejantes, remiten la luz en forma difusa en todas direcciones), *traslúcidos* (el mismo caso pero para materiales transmitentes), *especulares* (los que reflejan la luz en forma regular) y *transparentes* (los que transmiten la luz en forma regular) (Figura 1).

* Arquitecto, becario post-doctoral del CONICET.

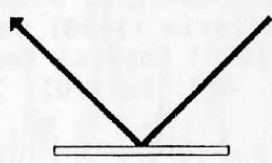
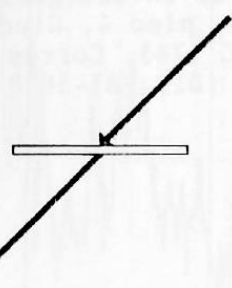
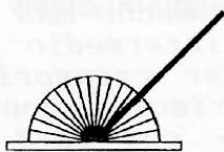
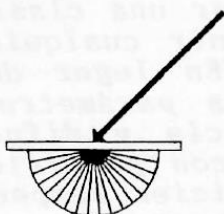
	REFLEJANTE	TRANSMITENTE
REGULAR	<p>ESPECULAR</p> 	<p>TRANSPARENTE</p> 
DIFUSO	<p>OPACO MATE</p> 	<p>TRASLUCIDO</p> 

Figura 1. Clasificación habitual de los materiales según la forma de distribución espacial de la luz.

La Commission of the European Communities ha publicado un libro sobre iluminación natural en arquitectura, donde se presenta una clasificación de doce patrones de distribución espacial del flujo luminoso (1). Estos patrones son seis categorías (especular, difuso, disperso amplio, disperso angosto, difuso + especular y prismático complejo) que se aplican tanto al modo transmisión como al modo reflexión de luz. No obstante, esta es una clasificación en unidades discretas, es decir, no se consideran posibilidades intermedias. Para hacer un símil, es como si, intentando clasificar objetos por su tamaño, solo pudiéramos encuadrarlos en grandes y chicos, sin contar con una escala continua de unidades de superficie o volumen.

El modelo que se propone, por el contrario, contempla esta posibilidad de clasificación según parámetros de variación continua. Este modelo ha sido desarrollado, en principio, para el ordenamiento y clasificación de las sensaciones visuales producidas por las diferentes distribuciones espaciales de la luz en su interacción con los objetos, un sistema complementario a los sistemas de ordenamiento de las sensaciones de color (2). Ahora bien, este modelo es asimismo adecuado para describir o evaluar el comportamiento físico de los materiales respecto de la luz.

DESCRIPCIÓN

Las variables de análisis son: *absorbancia*, que define el grado de absorción o remisión de radiación lumínica del material, *permeancia*, que define el grado de permeabilidad u opacidad a la luz, y *difusividad*, que define el grado de dispersión de luz producido, entre una distribución completamente especular o regular y una completamente difusa. Estos parámetros se refieren a estímulos físicos medidos fotométricamente en condiciones que pueden ser fijadas como estándar.

La absorbancia es un coeficiente que surge de relacionar la radiación luminosa absorbida por un material con la radiación incidente sobre el mismo. Ahora bien, la radiación absorbida se calcula restando la radiación que el material remite (sea por transmisión, reflexión o combinación de ambas modalidades) del total de radiación incidente:

$$A = \frac{a}{i} = \frac{i - re}{i} .$$

La radiación incidente es un dato que surge de las condiciones que hayamos establecido para realizar la medición. La radiación remitida se obtiene midiendo la radiación reflejada y la transmitida y sumando ambas cantidades.

La permeancia, tal como la definimos en este modelo, es un coeficiente que surge de relacionar la radiación transmitida por un material con la radiación total remitida por el mismo (que incluye la transmitida y la reflejada):

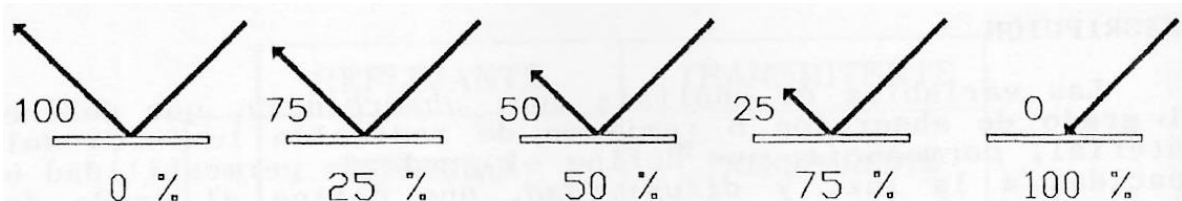
$$P = \frac{t}{re} = \frac{t}{i - a} .$$

La difusividad es un coeficiente que surge de relacionar el flujo remitido (tanto por reflexión como por transmisión) en forma difusa exclusivamente con el flujo total remitido.

$$D = \frac{d}{re} = \frac{d}{i - a} .$$

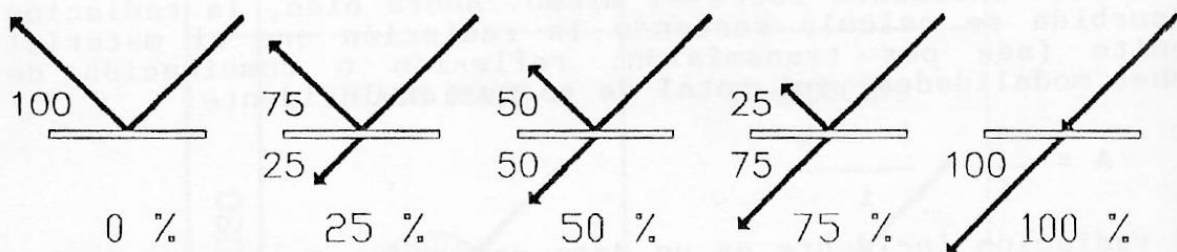
La radiación remitida en forma difusa se obtiene midiendo las radiaciones transmitida y reflejada en las direcciones no especulares. Para excluir la componente regular o especular se utilizan aparatos de medición provistos con esferas integradoras que poseen una trampa de luz, la cual se ubica en la dirección de la componente directa para la medición de transmitancia y de la componente especular para la medición de reflectancia.

Para ejemplificar el concepto de cada uno de los parámetros descritos --absorbancia, permeancia y difusividad-- la Figura 2 muestra esquemas donde uno de ellos varía mientras los demás permanecen constantes.



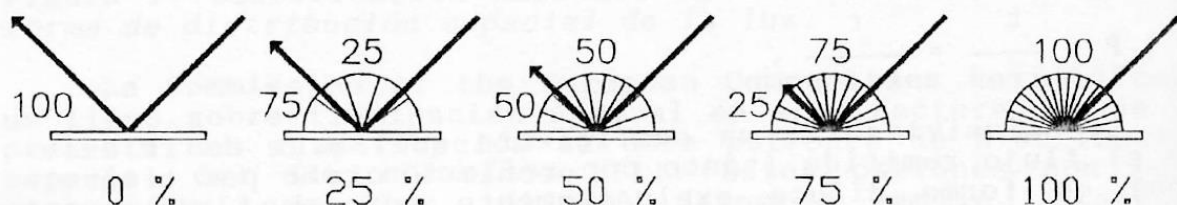
VARIACION DE ABSORBANCIA

LOS OTROS PARAMETROS, PERMEANCIA Y DIFUSIVIDAD, SE MANTIENEN CONSTANTES EN 0 %



VARIACION DE PERMEANCIA

LOS OTROS PARAMETROS, ABSORBANCIA Y DIFUSIVIDAD, SE MANTIENEN CONSTANTES EN 0 %



VARIACION DE DIFUSIVIDAD

LOS OTROS PARAMETROS, ABSORBANCIA Y PERMEANCIA, SE MANTIENEN CONSTANTES EN 0 %

Figura 2. Parámetros de variación del modelo propuesto.

Mediante la variación regular de estos tres parámetros se pueden producir escalas, y estas escalas pueden ser ordenadas en un modelo tridimensional que prevee una ubicación específica para cada tipo posible de distribución espacial de la luz (Figura 3). Este modelo incluye a las categorías mencionadas al principio, las cuales aparecen en los bordes y vértices del mismo. Los materiales pueden ser así clasificados según un sistema que abarca todas las posibilidades.

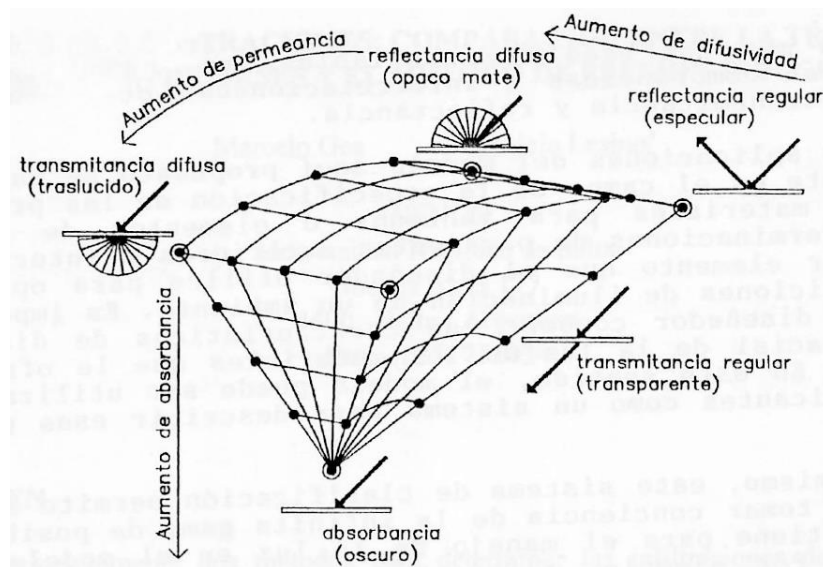


Figura 3. Modelo tridimensional que prevé una ubicación específica para cada tipo posible de distribución espacial de la luz.

El comportamiento de los materiales y superficies respecto de la distribución espacial de la luz, puede ser entonces caracterizado por medio de los tres coeficientes. Así, un material que se considera como transparente, podrá tener, por ejemplo, coeficientes 0,1/0,9/0 de absorción, permeancia y difusividad respectivamente, pero un material que transmita la misma cantidad de luz pero con un grado de transparencia y translucencia intermedio podrá ser definido por los valores 0,1/0,9/0,5.

Las propiedades del material pueden ser determinadas tanto en base a condiciones estándares de medición prefijadas respecto del ángulo de incidencia de la luz, del espesor del material, etc. (para poder comparar distintos materiales) como así también para condiciones específicas y para cualquier ángulo de incidencia de la luz. Las mediciones pueden hacerse por medio de goniofotómetros, que son aparatos que pueden medir la cantidad de luz proveniente de una fuente o de una muestra en cualquier ángulo o dirección del espacio (3). El único inconveniente de estos aparatos suele ser su elevado costo. Existen también ciertos dispositivos muy ingeniosos y de bajo costo que permiten la comparación visual con materiales de referencia (4).

EVALUACIÓN

La diferencia que establece este modelo es que los coeficientes, lejos de presentarse aisladamente como cuando se caracteriza un material por su reflectancia, transmitancia o absorción, se encuentran interrelacionados. Las tres variables en conjunto (absorción, permeancia y difusividad) pueden definir las características o el comportamiento de un material respecto de la radiación lumínica. No se

necesita más que esas tres variables, ya que en ellas se encuentran comprendidas e interrelacionadas otras variables como la transmitancia y reflectancia.

Las aplicaciones del modelo aquí propuesto se dan principalmente en el campo de la especificación de las propiedades de materiales para ventanas o elementos de control solar, terminaciones de paramentos exteriores e interiores y cualquier elemento que el diseñador utilice para optimizar las condiciones de iluminación de un ambiente. Es importante para el diseñador conocer las características de distribución espacial de la luz de los materiales que le ofrece el mercado. En este sentido, el modelo puede ser utilizado por los fabricantes como un sistema para describir esas propiedades.

Asimismo, este sistema de clasificación permite al proyectista tomar conciencia de la infinita gama de posibilidades que tiene para el manejo de la luz en el modelado del espacio. Por ejemplo, diferentes grados de difusividad en los elementos que delimitan un espacio pueden alterar las características del mismo a través de la modificación en la percepción visual de los límites físicos, haciendo que varíe la sensación de privacidad, confort, rechazo, etc. producida por un ámbito. Piénsese en las sutilezas que se pueden lograr mediante la combinación de límites físicos que no sean límites visuales o que lo sean en distintos grados. Piénsese en las diferentes cualidades espaciales de un ambiente que --aun manteniendo su forma-- pueda estar conformado alternativamente por límites transparentes, traslúcidos, opacos mate, opacos espejados y cualquier variante intermedia entre estas modalidades extremas. Piénsese en cómo se puede modelar, por ejemplo, la sensación de privacidad sin por ello perder iluminación natural moviendo las cualidades de los límites físicos a lo largo de la escala transparente-traslúcido.

REFERENCIAS

1. Commission of the European Communities, Directorate-General XII for Science Research Development. *Daylighting in architecture. A European reference book*. Londres, James & James, 1993, pp. 4.2-4.5.
2. José Luis Caivano, "Cesia: A system of visual signs complementing color", *Color Research and Application* **16** (4), agosto 1991, 258-268; "La luz y las categorías visuales en función del diseño", ponencia a las Sextas Jornadas Argentinas sobre Luminotecnia, Buenos Aires, 27-30 noviembre, 1990; "Appearance (cesia): Construction of scales by means of spinning disks", *Color Research and Application* **19** (5), agosto 1994.
3. Richard Hunter, *The measurement of appearance*. Nueva York, John Wiley & Sons, 1975), pp. 218-219.
4. Referencia 1, pp. 4.6-4.7.