

¿SE REQUIERE CALIBRAR LAS CABINAS DE ILUMINACIÓN?

Carlos H. Matamoros

División de Óptica y Radiometría, Centro Nacional de Metrología
km 4,5 Carretera a los Cués, Municipio El Marqués, Querétaro, México, 76241
Tel: +52 442 2110500, Fax: +52 442 2110553, email: cmatamor@cenam.mx

Resumen: Se presenta la discusión sobre la forma en que se deben calibrar las cabinas de iluminación, y más que preguntar la forma correcta de calibrar dichas cabinas, se debe decidir si realmente ¿se requiere calibrar y cuánto tiempo es válida esta calibración? En el presente artículo presento una discusión sobre la supuesta calibración de las cabinas de iluminación y la utilidad que tiene contra la propuesta de una verificación constante de los parámetros relevantes del equipo, mencionando los instrumentos que son necesarios para la verificación.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación visual de los productos permite conocer su apariencia bajo diversas condiciones de iluminación con las cuales puede llegar a ser apreciado, de esta forma se controla la “calidad visual” de dichos productos. Esta apariencia influye en la decisión del consumidor y es por esto que los fabricantes ponen especial atención en estos parámetros. Las cabinas de iluminación, también llamadas cajas de luces o cámaras de comparación visual, son equipos empleados en diversas industrias para la evaluación de propiedades visuales de productos terminados entre los que se encuentran textiles, publicidad, alimentos, partes manufacturadas para industria automotriz, electrodomésticos, juguetes, cosméticos, entre otros; así como en los procesos de igualación de color en pinturas, tratamiento de textiles, etc.

2. LA CABINA DE ILUMINACIÓN

La cabina de iluminación es un área controlada dentro de la cual se procura crear una iluminación con características conocidas y reproducibles para realizar la comparación de colores y texturas de diversos objetos, que pueden ser construidos incluso con materiales diferentes. En la variedad de diseños en las cabinas de iluminación se encuentran desde una “caja” con paredes en color neutro (normalmente gris medio) y diferentes fuentes de iluminación en su parte superior, como la mostrada en la figura 1; a las que son formadas solamente por las fuentes luminosas y que son instaladas en partes altas de áreas más grandes donde se requiere un diseño del ambiente donde se instalan para que las superficies aledañas y la iluminación general no afecten la evaluación visual.



Fig. 1 Ejemplo de una cabina de iluminación para comparación de color.

En cualquier caso, las características relevantes que deben cubrir las cabinas de iluminación empleadas para la comparación de color están descritas en diversas normas internacionales entre las que se encuentran: ISO 3664:2000, ASTM D1729-96, ASTM D2616-96, ASTM D4086-92a, entre otras. En resumen entre los aspectos que son necesarios asegurar, se encuentran las fuentes luminosas con las que se debe hacer la comparación, los niveles de iluminación y las características presentes en el entorno, además de aspectos más subjetivos como el observador y el propio objeto bajo evaluación.

2.1. Fuentes luminosas

Existen diversas fuentes de iluminación empleadas en la comparación de colores, donde por lo general se encuentran algunos de los iluminantes conocidos como A, D50, D65, D75, TL84, luz de día, horizonte, blanco frío, además de una fuente de radiación ultravioleta que puede ser empleada en conjunto con cualquiera de las fuentes luminosas citadas.

La mayoría de estas fuentes de iluminación han sido documentados por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) como iluminantes patrón o iluminantes de referencia, consensuando dentro del campo de la colorimetría la distribución espectral de densidad energética emitida de los siguientes iluminantes^[1]: A, D50, D55, D65 y D75, cuyos espectros se muestran en la figura 2.

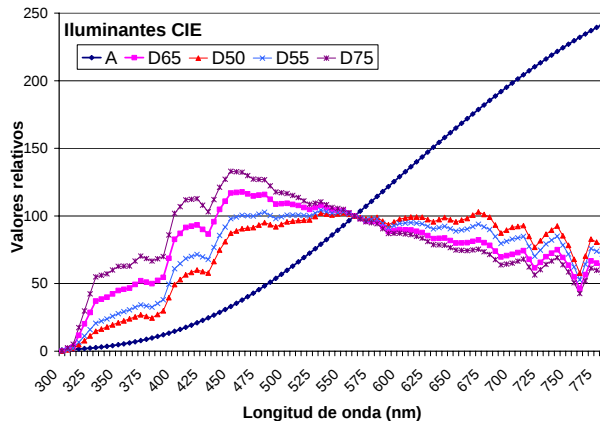


Fig. 2 Espectros típicos de los iluminantes CIE A, D65, D50, D55 y D75.

La publicación CIE 15:2004 establece las recomendaciones para reproducir el iluminante tipo A, sin embargo para los iluminantes D (que representan a la luz de día en diferentes fases) no se tiene una práctica recomendada debido a la dificultad que presenta el igualar la distribución espectral de densidad energética de éstos. Sin embargo, la propia CIE ha emitido recomendaciones para la evaluación del desempeño de diferentes simuladores de la luz de día mediante la publicación CIE 51.2^[2].

Las demás fuentes luminosas han sido introducidas por los fabricantes de las cabinas de iluminación con la finalidad de proporcionar mayores alternativas a los usuarios para el proceso de evaluación, como son las denominaciones TL84, la horizonte o la blanco frío, sin embargo éstas fuentes no han sido consensuadas y tampoco son referidas en las normas internacionales que generalmente se aplican en el campo.

Como es natural, los fabricantes tratan de proporcionar fuentes de radiación que se asemejen a las ideales, sin embargo, como se aprecia en la figura 3, existen diferencias apreciables. Estas diferencias serán más significativas en los momentos de comparar muestras que presenten

comportamientos con metamerismo[†] considerable; por ejemplo por la influencia de elementos fluorescentes.

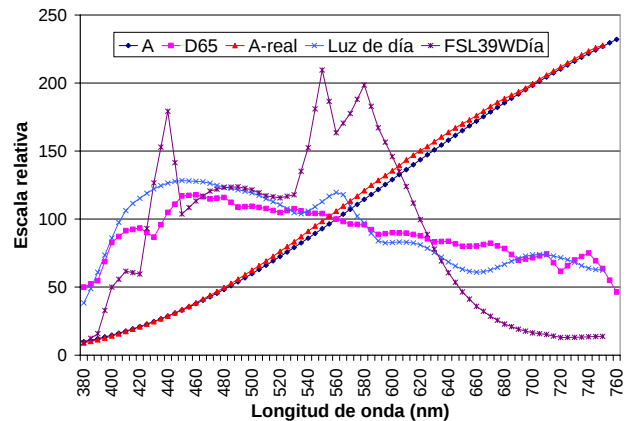


Fig. 3 Comparación de los iluminantes A y D65 ideales contra A-real y luz de día simulada, así como una lámpara fluorescente común.

Aquí es donde aparece el primer aspecto sobre la calibración de las fuentes luminosas. Al diseñar las cabinas de iluminación, la intención es obtener una emisión espectral lo más semejante posible a los iluminantes patrón, entonces lo que procede es caracterizar esta emisión espectral mediante el uso de un espectrorradiómetro calibrado, como se indica en la publicación CIE 51.2 y en la ISO 3664:2000, sin embargo esto es realizado por los fabricantes que, mientras se mantengan las condiciones de operación recomendadas por los productores y considerando las recomendaciones de las diferentes normas aplicables, además de proporcionar el mantenimiento requerido, permite asegurar que la emisión espectral se mantendrá dentro de los parámetros de diseño que se considera cubren las recomendaciones de las publicaciones CIE. Sin embargo, la ISO 3664:2000 da la responsabilidad a los usuarios de las cabinas de iluminación sobre la verificación de la emisión espectral.

Por lo tanto, debido a que el diseño de las fuentes es robusto, no se requiere realizar la calibración de la emisión espectral, sólo es conveniente realizar la verificación de que la densidad espectral de emisión en la cabina de iluminación cumple con las especificaciones al transcurrir el tiempo, y para ello se sugiere seguir lo indicado en la norma ISO 3664:

[†] Un estímulo de color metámero es un estímulo de color con composición espectral diferente y que presenta los mismos valores triestímulo. Ésta propiedad es denominada metamerismo.

2000, así como en la publicación CIE 51.2. Por otro lado, si por cualquier circunstancia el usuario modifica el diseño, por ejemplo reemplazando alguna lámpara por otra distinta a la recomendada por el propio fabricante (a pesar de que otros parámetros empleados también como una característica típica de la emisión, como la temperatura correlacionada de color o las coordenadas de cromaticidad, permanezcan dentro de los esperados), será indispensable caracterizar su emisión espectral para garantizar que se cumple con las recomendaciones descritas por la CIE, procurando que se asegure la trazabilidad en las mediciones^[6].

2.2. Nivel de iluminación

De acuerdo al nivel de detalle que se pretende evaluar, existen recomendaciones sobre el nivel de iluminancia que debe existir en la superficie de evaluación. Por ejemplo en la ISO 3664:2000 refiere niveles de 2 000 lux $\pm$ 500 lux sobre el área de evaluación para una evaluación con detalles finos o diferencias de color sutiles. Para evaluaciones más burdas, niveles de 500 lux $\pm$ 125 lux son suficientes. Se hace mención sobre la uniformidad que se debe tener en todo el campo de la cabina de iluminación, no debiendo ser menor a un 75 % el nivel de iluminación en las orillas de la cabina respecto al centro, para cabinas con hasta un metro cuadrado de área, mientras que para cabinas con mayores dimensiones se permite que disminuya hasta 60 % el nivel de iluminancia. Para verificar este parámetro se emplea un fotómetro que cuenta con un detector para la medición de iluminancia, o equipos denominados luxómetros, los cuales deben contar con una respuesta espectral semejante a la del observador estándar definido por la CIE^[4,5]. Los luxómetros comerciales pueden presentar fuertes diferencias contra la curva fotópica definida por la CIE, como se puede observar en la figura 4, donde se presentan las respuestas espectrales de tres luxómetros comerciales, de los más comúnmente recibidos para calibración en el CENAM, contra la respuesta de un medidor de iluminancia construido con alta calidad (denominado fotómetro) y la curva del observador estándar definido por la CIE.

Las diferencias encontradas contra el observador estándar son compensadas por algunos fabricantes mediante factores de corrección introducidos ya sea de forma electrónica o proporcionados numéricamente al usuario. El ignorar estos factores puede producir errores como los que se reflejan en la tabla 1, donde se evaluó el error que puede

cometerse por los tres equipos comerciales empleados y el instrumento de alta calidad.

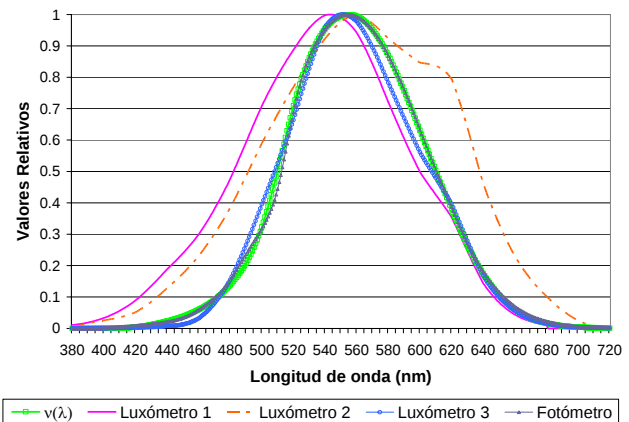


Fig. 4 Respuesta espectral de tres luxómetros comerciales comparada contra un fotómetro de alta calidad y el observador estándar $V(\lambda)$.

Todos los equipos son generalmente ajustados, disminuyendo los errores sistemáticos, y calibrados empleando un iluminante tipo A, sin embargo, al medir fuentes con emisión espectral distinta al iluminante A, los errores pueden verse incrementados significativamente, como se observa en la tabla 1, donde los errores de los equipos empleados como ejemplo pueden llegar arriba del 10 %. Conviene considerar que existen equipos que pueden presentar errores mayores, dependiendo de la calidad o deterioro de los mismos.

Tabla 1. Errores (expresados en porcentaje) cometidos por medidores de iluminancia.

Equipo / Iluminante	Luxómetro 1	Luxómetro 2	Luxómetro 3	Fotómetro
A	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
D65	18,9 %	-2,7 %	0,8 %	-0,5 %
A-real	-0,1 %	-0,4 %	0,0 %	0,0 %
Luz de Día	21,2 %	-3,7 %	0,9 %	-0,6 %
FSL39WDía	10,6 %	-10,6 %	0,2 %	-0,7 %
F32T8/TL841	5,0 %	8,4 %	1,8 %	-0,3 %

Regresando a las cabinas de iluminación, es necesario tener en cuenta que las fuentes de luz empleadas en las mismas pueden presentar variaciones en los niveles de iluminación por muy diversas circunstancias, como son variaciones en el suministro eléctrico, el propio envejecimiento de las lámparas, las condiciones ambientales de operación, limpieza de los componentes de la cabina de iluminación, entre otras, y que

dependiendo del propio diseño de la cabina, a diferencia de lo que sucede con la emisión espectral, la fluctuación en iluminación puede ser importante. Esta es una de las justificaciones por las que la ISO 3664:2000 maneja tolerancias tan amplias en los niveles de iluminación y, a pesar de que algunas cabinas cuentan con circuitos que permiten ajustar el nivel de iluminación, es necesario no perder de vista los errores que se pueden cometer por las características de los equipos de medición de iluminancia.

Considerando la información presentada, el hablar de calibrar los niveles de iluminación que la cabina proporciona no resulta práctico. En primer lugar porque como se ha mencionado el nivel de iluminación puede sufrir variaciones o una disminución gradual con el tiempo, sobre este aspecto, si se realizara una calibración ¿cuánto tiempo sería válida? Se requiere obviamente de una caracterización bastante completa, incluyendo una evaluación del envejecimiento del sistema, para establecerlo. En todo caso lo recomendable es contar con el medidor de iluminancia calibrado, como lo menciona la ISO 3664:2000, considerando los posibles factores de corrección por cada iluminante, para realizar una verificación rutinaria de los niveles de iluminación a los que debe emplearse la cabina de iluminación, considerando en todo momento las diferentes ubicaciones (en los tres ejes) que puede tener la muestra bajo evaluación.

2.3. El entorno del área de evaluación.

Uno de los aspectos que pueden influir fuertemente en la evaluación visual es el entorno dentro del cual se realiza ésta. Por lo general se debe contar con un entorno donde las fuentes luminosas externas a la cabina de iluminación no produzcan una influencia apreciable en la evaluación, ya que esto puede producir que se modifique la densidad de energía espectral que incide en la muestra. Esto hace pensar que la evaluación de la densidad espectral de radiación incidente es indispensable para garantizar que la evaluación se desarrolla bajo las condiciones requeridas. La realidad es que no es así.

Como primera medida es necesario seguir las recomendaciones que la normatividad y recomendaciones internacionales, como la ISO 3664:2000, establecen. Éstas incluyen el que la iluminación aledaña sea de una amplitud aproximadamente 50 % menor a la que genera la propia cabina de iluminación bajo condiciones

normales de operación. Esto se puede verificar al medir el nivel de iluminancia que incide en el área de la muestra dentro de la cabina de iluminación cuando ésta se encuentra apagada. Al cumplir con esta condición, la modificación espectral es poco significativa y permanece dentro de los parámetros que permiten las recomendaciones de la CIE.

En los casos donde sí se aprecie una afectación a la evaluación, será necesario modificar el entorno de tal forma que se minimice el efecto. Esto se puede lograr modificando el esquema de iluminación ambiental y colocando pantallas que limitan la incidencia de la radiación externa hacia el área de muestra de la cabina de luces.

Otro aspecto importante es considerar los colores presentes en el entorno. Como una de las funciones primordiales es la comparación de superficies de color, es necesario que el entorno no modifique la apreciación del observador. Para ello se sugiere hacer uso de colores neutros como el blanco, negro o gris. El uso del color neutro apropiado depende de la aplicación y tonalidades a comparar. En la normatividad internacional, así como en diversos documentos relacionados con el tema, se establecen las recomendaciones a seguir, siendo la más común el usar un gris medio, con el que se pueden realizar la mayoría de las evaluaciones, de hecho es el color que emplean la mayoría de los fabricantes de las cabinas de iluminación, y algunos pueden suministrar recubrimientos removibles en tonos diversos para adaptarse a las condiciones requeridas.

En caso de ser requerido, todos estos efectos deben ser evaluados mediante el uso del espectrorradiómetro calibrado, que puede evaluar la densidad energética de radiación incidente en la muestra, para compararla con la recomendada en las normas; esto refuerza la disposición de la ISO 3664:2000, que establece que el usuario debe asegurar que la distribución espectral de densidad energética incidente en la muestra, cumple con las recomendaciones dadas por la CIE.

3. CONCLUSIONES

Recapitulando, las cabinas de iluminación empleadas para la comparación visual de productos, más que requerir una calibración de los parámetros relevantes, requieren de una verificación regular de los mismos para asegurar que se encuentran dentro de los límites recomendados por la normatividad internacional, dentro de los que

encontramos: la distribución espectral de densidad energética y el nivel de iluminancia incidentes en el área de muestras. Es necesario no descuidar que los instrumentos empleados en la verificación cumplan con las características recomendadas en las propias normas y provean la trazabilidad apropiada.

Seguir las recomendaciones que las propias normas establecen, incluyendo los aspectos de instalación (entorno), mantenimiento y verificación regular de los parámetros referidos, permitirá asegurar las condiciones apropiadas para una mejor evaluación visual.

AGRADECIMIENTOS

Extiendo un agradecimiento a Anayansi Estrada y Juan Carlos Molina, de la División de Óptica y Radiometría, por los datos proporcionados de cabinas de iluminación y la respuesta espectral de los medidores de iluminancia.

REFERENCIAS

- [1] Publicación CIE 15:2004 "Colorimetry"
- [2] Publicación CIE 51.2-1999 "A Method for Assessing the Quality of Daylight Simulators for Colorimetry"
- [3] ISO 3664:2000 "Viewing Conditions – Graphic Technology and Photography"
- [4] ISO/CIE 10527 "CIE Standard Colorimetric Observer", 1991
- [5] Publicación CIE 18.2 "The Basis of Physical Photometry", 1983
- [6] C. Matamoros, "How to obtain traceability on optical radiation measurements?", Proceedings of the Fifth Symposium Optics in Industry, SPIE, Vol. 6046, 2006, pp 60461U-1 a la 9