

Reducción de claridad en función de la posición angular de una fuente deslumbrante

Brightness reduction as a function of the angular position of a glare source

L. Issolio^(1,2), J. Matranga⁽³⁾, P. Barrionuevo^(1,2), S. A. Comastri^(2,3,*),
G. Martin^(3,4), E. Colombo^(1,2)

1. Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán - CONICET. Av. Independencia 1800 (4000) Tucumán (Argentina).
2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Av. Rivadavia 1917, (C1033AAJ), Buenos Aires, (Argentina).
3. Grupo de Óptica y Visión, Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Paseo Colón 850, (C1063ACV) Buenos Aires (Argentina).
4. Reichert Inc., 3362 Walden Ave. Depew, NY 14127 (USA).

(*) Email: comastri@fi.uba.ar

Recibido / Received: 13/11/2008. Versión revisada / Revised version: 13/02/2009. Aceptado / Accepted: 16/02/2009

RESUMEN:

El efecto de difusión intraocular de luz generada por una fuente deslumbrante periférica se cuantifica mediante un modelo formulado empíricamente en términos de la luminancia de velo. Esta luminancia es directamente proporcional a la iluminancia generada en el ojo por dicha fuente e inversamente proporcional al cuadrado del ángulo de excentricidad subtendido por la fuente con el eje visual. En artículos previos se analiza el efecto de reducción de claridad en presencia de una fuente deslumbrante a 10° y se obtiene que el efecto aumenta al crecer la iluminancia generada por la fuente. En el presente trabajo se investiga la dependencia de la reducción de claridad con el ángulo de excentricidad de una fuente deslumbrante transitoria que genera 60lux en el ojo. Se usa un método de comparación de magnitudes en el que la claridad percibida de un estímulo de luminancia variable presentado sin deslumbramiento se compara con la de uno de referencia presentado en sincronía con el deslumbramiento. Para 5 adultos jóvenes emétopes resulta que, al disminuir el ángulo de 15° a 7.5° , la luminancia de igualación se reduce como lo predice el modelo de luminancia de velo. Esto indicaría que el fenómeno de reducción de claridad es fuertemente dependiente del velo producido por la fuente deslumbrante. Los resultados obtenidos se comparan con los de otros autores hallados bajo condiciones de deslumbramiento estable.

Palabras clave: Deslumbramiento, Luminancia de Velo, Igualación de Claridad Etría.

ABSTRACT:

The effect of intraocular scattering of light generated at a peripheral glare source is quantified using a model empirically formulated in terms of the veiling luminance. This luminance is directly proportional to the illuminance generated at the eye by this source and inversely proportional to the square of the eccentricity angle subtended by the source with the visual axis. In previous articles the effect of brightness reduction due to the presence of a glare source subtending 10° is analyzed and it results that this effect increases when the illuminance generated by the source increases. In the present paper the dependence of brightness reduction on the eccentricity angle of a transient glare source generating 60lux at the eye is investigated. A method of magnitudes comparison, consisting in comparing the perceived brightness of a stimulus of variable luminance presented without glare to that of a reference stimulus presented simultaneously with glare, is employed. For 5 emmetropic young adults it results that, when the angle decreases from 15° to 7.5° , the matching luminance decreases as predicted by the veiling luminance model. This would indicate that the brightness reduction phenomenon is strongly dependent on the veil produced by the glare source. The results obtained are compared to those of other authors found under stable glare conditions.

Key words: Glare, Veiling Luminance, Brightness Matching.

REFERENCIAS Y ENLACES

- [1] I. C. Bichao, D. Yager, J. Meng, "Disability glare: effects of temporal characteristics of the glare source and the visual-field location of the test stimulus", *J. Opt. Soc. Am. A* **12**, 2252-2258 (1995).
- [2] R. M. Boynton, W. R. Bush, J. M. Enoch, "Rapid changes in foveal sensitivity resulting from direct and indirect adapting stimuli", *J. Opt. Soc. Am.* **44**, 56-60 (1954).
- [3] E. Colombo, J. Barraza, L. Issolio, "The effect of a brief exposure on brightness evaluation in the scotopic-mesopic range", *Lighting Res. Technol.* **32**, 65-69 (2000).
- [4] E. Colombo, S. A. Comastri, L. Issolio, R. Echarri, "Pupil light reflex produced by glare under mesopic adaptation", *J. Light Visual Environ.* **31**, 70-79 (2007).
- [5] B. H. Crawford, "Visual adaptation in relation to brief conditioning stimuli", *Proc. Royal Soc. London B* **134**, 283-302 (1947).
- [6] G. A. Fry, M. Alpern, "The effect of peripheral glare source upon the apparent brightness of an object", *J. Opt. Soc. Am.* **43**, 189-195 (1953).
- [7] L. Issolio, E. Colombo, J. Barraza, "The time course of brightness under transient glare condition", *J. Opt. Soc. Am. A* **23**, 233-238 (2006).
- [8] J. F. Schouten, L. S. Ornstein, "Measurements on direct and indirect adaptation by means of a binocular method", *J. Opt. Soc. Am. A* **29**, 168-182 (1939).
- [9] J. J. Vos, "Disability glare - A state of the art report", *CIE Journal* **3**, 39-53 (1984).
- [10] S. A. Comastri, G. Martin, T. Pfortner, "Analysis of pupil and corneal wave aberration data supplied by the SN CT 1000 topography system", *Optik* **117**, 537-545 (2006).
- [11] S. A. Comastri, L. I. Perez, G. D. Pérez, G. Martin, K. Bastida, "Zernike expansion coefficients: rescaling and decentering for different pupils and evaluation of corneal aberrations", *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.* **9**, 209-221 (2007).

1. Introducción

La presencia en el campo visual de fuentes luminosas de gran intensidad [1-8] produce importantes cambios en la percepción de los objetos hacia los cuales dirigimos nuestra mirada y cuya imagen se forma en la fovea. La luz proveniente de esas fuentes luminosas se difunde en los medios oculares (córnea, cristalino y retina), produciendo un velo de luz que se superpone a la imagen foveal y afecta la visión del objeto que se mira. Este fenómeno se trata en numerosos artículos (en la Ref. [9] se hace una revisión de varios de ellos) cuantificando el velo formado sobre la retina y caracterizándolo en función de sus efectos sobre el mínimo contraste que un sujeto puede detectar, es decir, en términos del denominado contraste umbral. El contraste umbral de un objeto respecto del fondo contra el que es visto es generalmente muy bajo pero aumenta al encenderse luces deslumbrantes. El velo producido por estas luces se suma a la imagen foveal reduciendo el contraste que la persona percibe y, por lo tanto, se hace necesario incrementar el contraste del objeto para que pueda ser visto. Dependiendo de la intensidad y ubicación de la fuente deslumbrante, así como de la luminancia del objeto, este mínimo contraste puede llegar a tener que multiplicarse varias veces para poder ser detectado. Como resultado de esos

trabajos, hacia mediados del siglo XX se llega a una formulación empírica de un modelo que da cuenta de este efecto en términos de la luminancia de velo, L_v , que hay que sumar a la del estímulo para tener el mismo efecto que con deslumbramiento. Según la ecuación para el deslumbramiento fisiológico de Stiles-Holladay [9], la luminancia de velo es directamente proporcional a la iluminancia de la fuente deslumbrante medida sobre la córnea del sujeto, E , e inversamente proporcional al cuadrado del ángulo de excentricidad subtendido entre el eje visual y la línea que une el ojo con la fuente, θ . Es decir, midiendo L_v en cd/m^2 , E en lux y θ en grados, se tiene

$$L_v = \frac{10 \cdot E}{\theta^2} \quad (1)$$

Teniendo en cuenta la edad del sujeto [9] y para ángulos de excentricidad tales que $1^\circ < \theta < 30^\circ$, la ecuación (1) se modifica arribándose a la denominada ecuación de la CIE para el deslumbramiento fisiológico de Stiles-Holladay ajustada a la edad:

$$L_v = 10 \left(1 + \left[\frac{\text{Age}}{70} \right]^4 \right) \frac{E}{\theta^2} \quad (2)$$

que brinda valores de L_v similares a los de ecuación (1) para adultos jóvenes.

Por otro lado, otra serie de trabajos muestra que el deslumbramiento también se manifiesta al evaluar la claridad de una superficie vista en condiciones deslumbrantes, tanto en el caso en el que la fuente deslumbrante aparece en modo estable con un diseño experimental de visión bióptica [8] como transitorio con un paradigma de comparación de magnitudes [3]. En estos trabajos se obtiene un efecto de reducción de la claridad de superficies vistas fovealmente en presencia de deslumbramiento. Aunque el modelo de luminancia de velo se desarrolla sobre la base de los efectos del deslumbramiento sobre el contraste umbral, Fry y Alpern [6] sugieren que el mismo velo sería el responsable de la reducción de claridad hallada y proponen una relación directa entre ambos fenómenos utilizando la expresión $L_v = 69.8E/\theta^{2.5}$, que es del tipo de la ecuación (1).

Las hipótesis y resultados de los trabajos arriba mencionados se contraponen a la idea más intuitiva que cualquier aporte de luz sobre la retina debería producir un incremento de la claridad más que una reducción. Sin embargo, en el mismo sentido que Fry y Alpern [6], nosotros en un trabajo previo [3] en el que estudiamos los efectos del deslumbramiento transitorio sobre la claridad de superficies, obtenemos que, manteniendo fijo el valor de θ , al aumentar E , hay una mayor reducción de claridad.

En el presente trabajo analizamos si, para un dado valor de E , al disminuir el ángulo de excentricidad de la fuente deslumbrante, se incrementa el efecto de reducción de la claridad. Esto sería una evidencia más a favor de la hipótesis de Fry y Alpern [6]; permitiría corroborar la relación de la percepción de claridad en presencia de deslumbramiento con el modelo de luminancia de velo y, además, implicaría que en estas condiciones el efecto óptico tiene mayor peso [9] que el neuro-retiniano. En la Sección 2 describimos la configuración experimental y la metodología utilizada, en la Sección 3 mostramos los resultados obtenidos y en la Sección 4 comparamos nuestros resultados con los de otros autores

2. Configuración experimental y metodología

En esta Sección describimos la configuración considerada y explicamos cuales son los estímulos y la fuente de deslumbramiento empleados; qué procedimientos se utilizan; cuales son los sujetos y cómo controlamos el diámetro pupilar.

2.a. Configuración experimental

La configuración experimental es la de la Fig. 1. Se tiene un monitor en el cual se presentan los estímulos a 2m del ojo y una fuente deslumbrante periférica a unos 0.75m del ojo. El sujeto mira la pantalla con su cabeza posicionada en una mentonera y con pupilas y acomodación naturales.

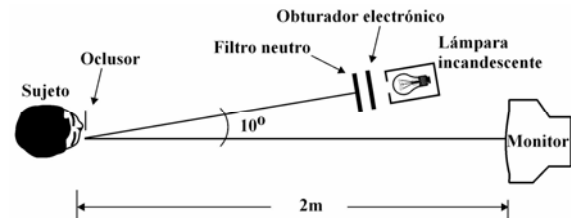


Fig. 1. Esquema del dispositivo experimental.

2.b. Estímulos y fuente de deslumbramiento

Consideramos dos estímulos, uno de luminancia variable, L_x , y otro de luminancia de referencia, L_r . Los estímulos se presentan en la pantalla de un monitor EIZO Ti 560i controlado por un generador de estímulos visuales VSG 2/3 Cambridge Research System. Los dos RAMDAC de la tarjeta, cada uno con luts de 8 bits, se combinan para obtener un control más preciso de la luminancia. La alinealidad gamma del monitor se corrige sobre el rango de luminancias usado en el experimento para proveer una resolución en luminancia de 0.01 cd/m^2 . Cada estímulo es un campo circular de luminancia uniforme que subtiende 1.2° en el ojo del sujeto. Los experimentos se llevan a cabo usando un valor de luminancia de referencia L_r de 1 cd/m^2 , siendo el fondo del estímulo un campo de luminancia uniforme de 0.01 cd/m^2 .

El deslumbramiento se genera usando una lámpara incandescente cuya intensidad se regula por medio de filtros neutros produciendo una iluminancia de 60 lx , medida delante de la córnea del sujeto. El encendido y el apagado se realizan por medio de un obturador electrónico controlado por el puerto paralelo de la computadora. La fuente deslumbrante subtiende ángulos de excentricidad respecto al eje visual, θ , de 7.5° ; 10° ; 12.5° y 15° . Como estos ángulos verifican $1^\circ < \theta < 30^\circ$ y los sujetos que consideramos son adultos jóvenes, suponemos válida la ecuación (1) y las correspondientes luminancias de velo son 10.7 , 6 ; 3.8 y 2.7 cd/m^2 .

2.c. Procedimientos

Empleamos un método de comparación de magnitudes que contempla el siguiente procedimiento. Se presentan al sujeto una serie de pruebas y en cada una de ellas hay dos intervalos temporales. En el primer intervalo se presenta un estímulo de luminancia L_x que se elige aleatoriamente entre seis valores pertenecientes a un rango que, como describimos más abajo, es adecuado para el sujeto. En el segundo intervalo se presenta un estímulo de luminancia de referencia $L_r=1 \text{ cd/m}^2$ en sincronía con el encendido de la fuente deslumbrante. Los estímulos se presentan durante 300 msec con un encendido y apagado abrupto y un intervalo entre ambos de 1 seg. La fuente deslumbrante se mantiene encendida durante 500 msec en cada prueba. El diagrama de tiempos de presentación de ambos estímulos y del deslumbramiento en cada prueba es el de Fig. 2. El intervalo entre una prueba y la siguiente es de 5 seg. La tarea del sujeto consiste en comparar los dos estímulos presentados secuencialmente y responder cuál de los dos es más claro. Cada valor de L_x se presenta 25 veces.

El rango de los valores de la luminancia L_x , que contiene a la luminancia de igualación (L_m), se obtiene mediante un experimento previo adecuado a cada sujeto en cada condición estudiada. En este experimento se determinan seis luminancias comprendidas entre un valor que es siempre percibido como más oscuro que la referencia y otro que siempre se percibe más claro que ella.

Antes de cada sesión, el sujeto se adapta a la luminancia de referencia durante 5 min. Cada sujeto realiza la medición en condición de visión monocular del ojo derecho (OD) a fin de que la imagen de la fuente deslumbrante se forme en el lado temporal de la retina evitando de esa manera que lo haga en la zona de la retina denominada punto ciego, en la cual no hay fotorreceptores.

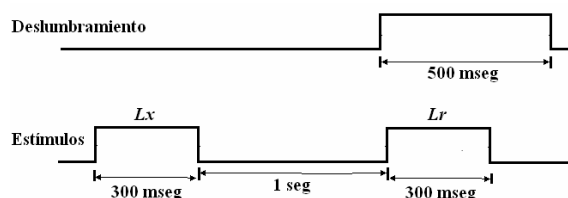


Fig. 2. Diagrama de tiempos para cada prueba.

2.d. Sujetos

La medición se realiza en 5 adultos jóvenes emétopes, tres varones (PB de 28 años, LI de 40 años y RR de 31 años) y dos mujeres (JM de 26 años y CL de 30 años), tres de ellos autores del trabajo y los otros ajenos a los fines del mismo.

2.e. Control del diámetro pupilar

El control del diámetro pupilar es importante en numerosas pruebas de la calidad visual [10,11] y este diámetro afecta, entre otros factores, la cantidad de luz que llega a la retina. En lo concerniente a la luminancia de velo, según Vos [9], ella está afectada por el diámetro pupilar si los ángulos de excentricidad son tales que $\theta < 0.1^\circ$ que típicamente corresponden a la función de punto extendido y que no son tenidos en cuenta en la ecuación (1).

A fin de conocer la dinámica pupilar y de controlar la igualdad de condiciones ópticas entre la presentación del estímulo de luminancia variable y el de referencia, utilizando un eyetracker monocular Arrington, medimos el diámetro pupilar de cada sujeto mientras realiza sus mediciones.

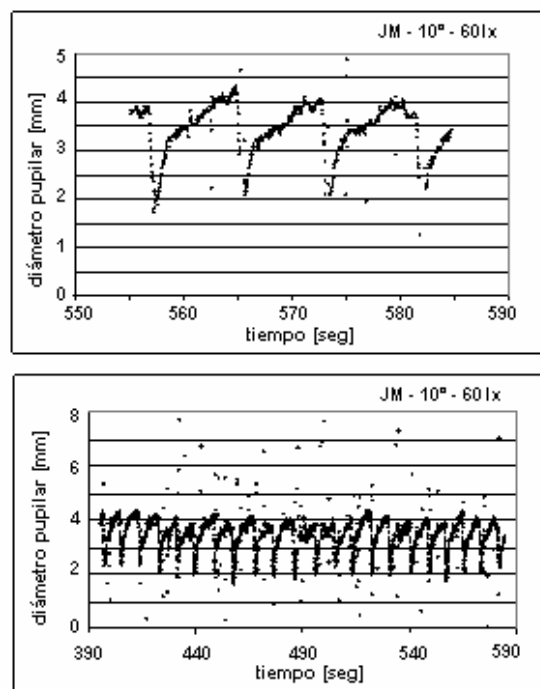


Fig. 3. Variación del diámetro pupilar en función del tiempo para el sujeto JM y $\theta = 10^\circ$. (las escalas para el diámetro y para el tiempo son diferentes en cada panel). Panel superior: secuencia de presentación de cuatro pruebas presentadas en el intervalo 550 seg a 590seg. Panel inferior: secuencia de presentación de varias pruebas presentadas en el intervalo 390 seg a 590 seg.

En la Fig. 3, a modo de ejemplo, mostramos el diámetro pupilar en función del tiempo para el sujeto JM y $\theta = 10^\circ$. Las escalas para el diámetro y para el tiempo son diferentes en cada panel. En el panel superior se muestran los datos pupilares registrados durante la presentación de 4 pruebas (siendo el diagrama de tiempos para cada prueba el de Fig. 2). En cada encendido de la fuente deslumbrante existe un período de latencia durante el cual la pupila no se contrae [4] y es durante este período que se presenta el estímulo de referencia. Después de la contracción pupilar generada por el deslumbramiento, hay una recuperación del diámetro pupilar y pasados unos 5 segundos, este diámetro retorna a un valor bastante estable, momento en el cual se inicia una nueva prueba. En el panel inferior, para ejemplificar como varía el diámetro pupilar durante tiempos más prolongados, consideramos la secuencia de pruebas presentadas en 200 seg de la sesión de medición completa. Se observa que, durante las medidas realizadas en ese lapso, el diámetro pupilar máximo se mantiene en un valor bastante estable de unos 4 mm. Los puntos que quedan fuera del trazado continuo de la dinámica pupilar, ya sea por debajo o por encima del mismo, corresponden a indeterminaciones del sistema de medición causadas por parpadeo o por movimientos del ojo más allá del área donde el sistema puede calcular, de manera confiable, el diámetro pupilar. Estas indeterminaciones suelen producirse en los tiempos de espera entre una prueba y la siguiente.

3. Resultados

Para cada sujeto y para cada valor de θ , teniendo en cuenta sus respuestas al comparar las claridades del estímulo de luminancia variable con el de referencia, se ajusta una curva psicométrica con un modelo logístico. A partir de esta curva se determina el valor de la luminancia de igualación, L_m , definida como el valor de la luminancia L_x para el cual hay una probabilidad del 50% de que L_x sea mayor que L_r . A modo de ejemplo, en la Fig. 4 se muestra la curva psicométrica para el sujeto RR en la condición experimental correspondiente a $\theta=7.5^\circ$ y se tiene que la luminancia de igualación L_m corresponde a un valor de L_x de 0.44 cd/m^2 .

Considerando los 5 sujetos, en la Fig. 5 graficamos el valor de L_m en función del ángulo de excentricidad de la fuente deslumbrante. Para todos los sujetos y todos los ángulos se obtiene que L_m es inferior a 0.7 cd/m^2 , es decir bastante menor que la luminancia de referencia $L_r=1 \text{ cd/m}^2$ de manera que el deslumbramiento afecta la percepción de

claridad para todos los ángulos considerados. Adicionalmente, la tendencia general para todos los sujetos es la de un crecimiento de L_m conforme aumenta el ángulo, indicando que a medida que la fuente deslumbrante se aleja del eje visual, sus efectos en términos de reducción de claridad son cada vez menores. Este resultado está de acuerdo a la tendencia que señala la ecuación (1).

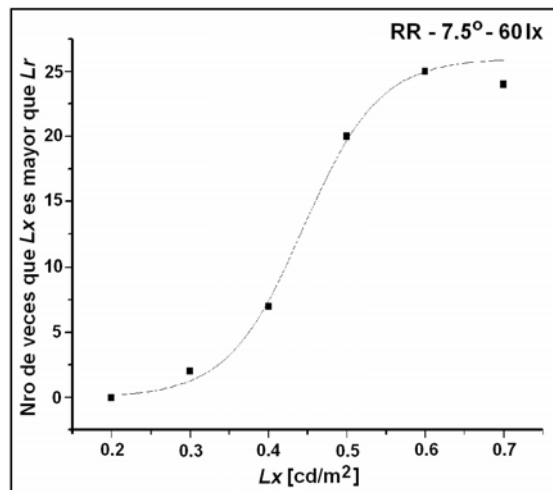


Fig. 4. Curva psicométrica para el sujeto RR si el ángulo de excentricidad de la fuente deslumbrante es 7.5° .

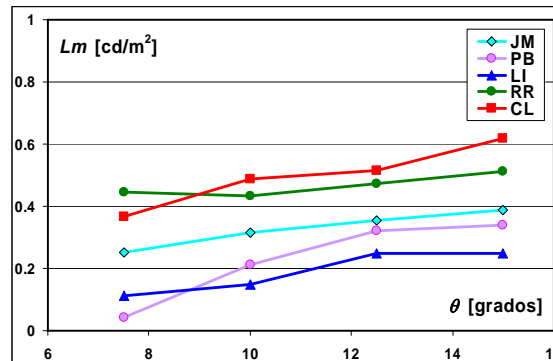


Fig. 5. Luminancia de igualación L_m en función del ángulo de excentricidad θ para los 5 sujetos evaluados.

Estos mismos resultados se pueden representar en términos del índice de deslumbramiento que definimos mediante:

$$ID = \left(\frac{L_{\max}}{L_{\min}} \right) - 1 \quad (3)$$

donde L_{\max} y L_{\min} son respectivamente las luminancias máxima y mínima entre L_m y L_r . En el caso de algunos artículos previos [6,8] en los que se emplea ID , la fuente deslumbrante se enciende junto con el estímulo de luminancia variable de

manera tal que $L_m/L_r > 1$ y L_{max} y L_{min} son respectivamente L_m y L_r . En el caso del presente trabajo, la fuente deslumbrante se enciende junto con el estímulo de referencia y por tanto $L_r/L_m > 1$, siendo L_{max} y L_{min} respectivamente L_r y L_m . Graficando para todos los sujetos $\log(ID)$ versus $\log(\theta / \text{grado})$, se obtienen los resultados de la Fig. 6 en la cual se puede observar cómo disminuye el índice de deslumbramiento conforme aumenta el ángulo de excentricidad de la fuente deslumbrante. Adicionalmente, como el comportamiento de ID es similar para todos los sujetos, para cada uno de los 4 ángulos considerados, hallamos el promedio de L_m para los 5 sujetos y luego evaluamos ID mediante la ecuación (3) obteniendo los valores de Fig. 6 que están unidos mediante una línea punteada.

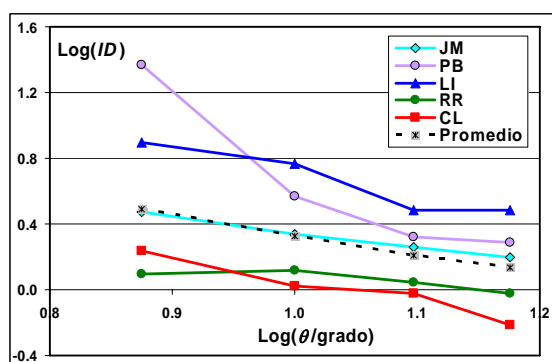


Fig. 6. Logaritmo del índice de deslumbramiento en función del logaritmo del ángulo θ para los cinco sujetos (líneas continuas) y para su promedio (línea punteada).

4. Comparación con otros resultados

Comparamos nuestros resultados con los de Fry y Alpern [6], teniendo en cuenta el promedio de los 5 sujetos para cada ángulo (7.5° , 10° , 12.5° y 15°) mostrado en la Fig. 6 (cruces en fondo gris). A diferencia de nosotros, Fry y Alpern consideran ángulos en el rango de 0.5° a 4.5° y 8 niveles de iluminancia generados por la fuente deslumbrante (4.3, 8.6, 43, 86, 430, 860, 1916 y 3618 lx). Adicionalmente, mientras que nosotros utilizamos una fuente deslumbrante transitoria presentada junto con el estímulo de referencia, ellos consideran una fuente deslumbrante estable presentada con el estímulo de luminancia variable.

Utilizando la ecuación (3), consideramos el gráfico $\log(ID)$ en función de $\log(\theta / \text{grado})$ para nuestros resultados junto con los de Fry y Alpern. Ajustando una recta a cada serie, obtenemos una bondad de ajuste de un valor de r^2 siempre mayor a 0.83. En la Fig. 7 mostramos la serie correspondiente a nuestros resultados y, por claridad, solo 5 de las 8 series de Fry y Alpern.

En la Tabla I mostramos las pendientes y las ordenadas al origen de los ajustes realizados para nuestra serie y para las 8 series de Fry y Alpern [6]. Se puede observar que las pendientes son similares pese a la diversidad de niveles de deslumbramiento considerados mientras que el efecto de los diferentes niveles puede analizarse, como lo hacemos más adelante, teniendo en cuenta las ordenadas al origen. Para ponderar la similitud de la pendiente de la recta ajustada a nuestros resultados (que es -1.2 ± 0.1) respecto de las obtenidas para los casos de Fry y Alpern (cuya pendiente promedio es -1.6 ± 0.3), realizamos un test Z en el que encontramos que la misma no es estadísticamente diferente de aquellas con un nivel de significancia $p < 0.05$.

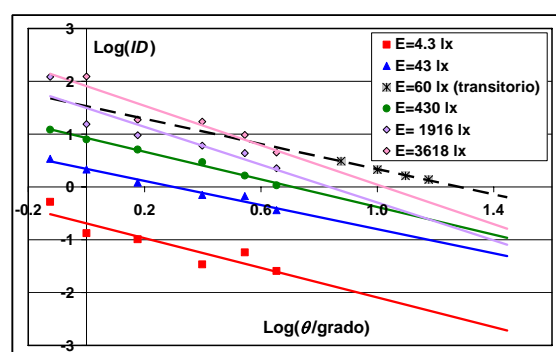


Fig. 7. Relación entre el logaritmo del índice de deslumbramiento y el logaritmo del ángulo de excentricidad de la fuente deslumbrante. Los resultados de Fry y Alpern para 5 de los 8 niveles de iluminancia que usan (4.3, 43, 430, 1916 y 3618 lx) se representan con símbolos de colores y las rectas que los ajustan mediante líneas continuas. Nuestros resultados para iluminancia de 60 lx, obtenidos promediando los de los 5 sujetos considerados, se representan con cruces y la recta que los ajusta mediante una línea de trazos.

Tabla I

Pendientes y ordenadas al origen de las rectas que ajustan la función $\log(ID)$ versus $\log(\theta / \text{grado})$.

Condición	E [lux]	Pendiente	Ordenada al origen
Estable	4.3	-1.4 ± 0.3	-0.69 ± 0.1
	8.6	-1.9 ± 0.2	-0.31 ± 0.1
	43	-1.1 ± 0.1	0.34 ± 0.1
	86	-1.8 ± 0.3	0.26 ± 0.1
	430	-1.3 ± 0.1	0.93 ± 0.1
	860	-1.1 ± 0.1	1.07 ± 0.1
	1916	-1.8 ± 0.4	1.50 ± 0.2
Transitoria	3618	-1.9 ± 0.4	1.92 ± 0.2
	60	-1.2 ± 0.1	1.53 ± 0.1

Para realizar una estimación de la diferencia entre los efectos transitorios y estables del deslumbramiento sobre la percepción de la claridad, consideramos las ordenadas al origen las cuales corresponden a un ángulo $\theta = 1^\circ$. Para los resultados de Fry y Alpern [6] obtenemos un crecimiento de ID conforme aumenta E . Para nuestros resultados, obtenidos con $E=60$ lx y en condiciones transitorias, la ordenada al origen (que es 1.53 ± 0.1), es muy similar a la correspondiente a la recta de tendencia obtenida para 1916 lx en condiciones estables (que es 1.50 ± 0.2). Esta diferencia entre ambos valores de iluminancia podría explicarse teniendo en cuenta que la condición transitoria produce efectos fisiológicos mucho más marcados que los que aparecen en condiciones estables. Al producirse un cambio brusco en la iluminación, en los primeros instantes el sistema visual experimenta una fuerte pérdida de sensibilidad, que sólo le permite responder a estímulos de alta luminancia mientras que, transcurrido un determinado tiempo, el proceso de adaptación restablece buena parte de la sensibilidad perdida y el sistema vuelve a responder a estímulos de menor intensidad [1,2,5,7].

5 Conclusiones

En el presente trabajo se analiza la relación entre la reducción de claridad en presencia de una fuente deslumbrante periférica transitoria que genera 60 lx en el ojo y el ángulo de excentricidad subtendido por dicha fuente. Se utiliza un método de comparación de magnitudes tal que, en cada prueba, la claridad percibida de un estímulo de forma circular de luminancia variable presentado

sin deslumbramiento se compara con el de un estímulo de referencia de 1 cd/m^2 presentado en sincronía con un deslumbramiento transitorio.

Los valores considerados del ángulo de excentricidad son 7.5° , 10° , 12.5° y 15° . El test se realiza en 5 adultos jóvenes emétopes en condiciones de visión monocular y con pupilas y acomodación naturales. Para todos los sujetos y todos los ángulos obtenemos que la luminancia de igualación es inferior a 0.7 cd/m^2 , es decir bastante menor que la de referencia. Adicionalmente, para todos los sujetos, la luminancia de igualación aumenta conforme aumenta el ángulo, indicando que a medida que la fuente deslumbrante se aleja del eje visual, sus efectos en términos de la reducción de claridad, disminuyen.

Los resultados contribuyen a confirmar la hipótesis planteada por Fry y Alpern [6]. Tanto el aumento de la iluminancia generada en el ojo por la fuente deslumbrante como la disminución del ángulo de excentricidad de dicha fuente, actúan sobre la reducción de claridad en el mismo sentido en el que modifican la luminancia de velo en el modelo propuesto a partir de la medida del contraste umbral en presencia de fuentes deslumbrantes.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con el financiamiento de CONICET PIP 5013, ANPCyT PICT 13-15190, CIUNT E345/1, CIUNT 26/E410-2 y Subsidio 2007-2008 de la Red Argentina de Óptica y Fotofísica. P. Barrionuevo cuenta con una beca de doctorado del CONICET.