

Vidrios oscurecidos en automotores: normalización e información oftalmológica

Javier Enrique Santillán^a, Andrés Martín^a, Pablo Alejandro Barrionuevo^a, María Eugenia Nano^b, Charles van Lansingh^c

^a Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV-CONICET), Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.

^b Clínica de Ojos Dr. Nano y Fundación Hugo D. Nano, San Miguel, Buenos Aires, Argentina.

^c Asesor médico de Help Me See Latinoamérica y director de relaciones internacionales del Instituto Mexicano de Oftalmología.

Recibido: 28 de mayo de 2016.

Aceptado: 12 de octubre de 2016.

Correspondencia:

Dr. Javier Enrique Santillán
Avenida Independencia 1800
4000 San Miguel de Tucumán
Tucumán, Argentina
Tel.: 0381 4361936
jsantillan@herrera.unt.edu.ar

Oftalmol Clin Exp (ISSN 1851-2658)
2016; 9(4): 170-177.

Resumen

Propósito: Discutir el grado de oscurecimiento en los vidrios automotores estipulado por la normativa vigente en la Argentina a partir de mediciones experimentales de la visión funcional. Se toma como ejemplo lo que sucede con la función de sensibilidad al contraste (FSC) en condiciones nocturnas de visión. De esta manera se pretende aportar elementos conducentes a un marco teórico que sea adecuado para normalizar el uso de las películas oscurecedoras.

Material y métodos: Medición en banco óptico de las transmitancias de los vidrios con películas oscurecedoras. La FSC se obtuvo empleando redes sinusoidales de 1, 2, 4, 8, y 12 c/gr generadas con un equipo computarizado. Participaron diez personas jóvenes ($M = 25$, $SD = 4$ años de edad) todas con visión normal o corregida a normal.

Resultados: Las mediciones mostraron que para los tres niveles de oscurecimiento la sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas decreció sistemáticamente a medida que aumentó la frecuencia espacial.

Conclusiones: La medición de FSC muestra que la conducción en condiciones nocturnas podría verse afectada en mayor grado por el uso de películas oscurecedoras. Este análisis es solamente indicativo del máximo admisible en el oscurecimiento de

los vidrios bajo el criterio de la funcionalidad de la visión. Al analizar la normativa argentina actual se observa que el impedimento para el uso de las películas oscurecedoras no se fundamenta en el grado de disminución en la visión que pueden provocar, sino que prohíbe su uso por ser una modificación no-homologada posterior a la fabricación y no por su efecto negativo en la visibilidad.

Palabras clave: sensibilidad al contraste, visión funcional, conducción, visión y automóvil.

Darkened glasses in motor vehicles: standardization and ophthalmologic information

Abstract

Purpose: To discuss the degree of darkening in car glasses as provided by the rules in force in Argentina on the basis of experimental measurements of functional vision. What happens with contrast sensitivity function (CSF) under night vision conditions is considered as an example with the purpose of offering pertinent elements contributing to an adequate theoretical framework for standardization of the use of darkening films.

Material and methods: Measurement of darkened glass transmittance using an optics bank. CSF was obtained by using sinusoidal gratings of 1, 2, 4, 8 and 12 cycles/degree generated by a computerized device. Ten young people were included (M= 25, SD= 4 years of age), all with normal visual function or corrected-to-normal vision.

Results: Measurements made evidenced that for all three darkening levels evaluated, contrast sensitivity in mesopic conditions decreased systematically as spatial frequency increased.

Conclusions: CSF measurement evidences that driving under night conditions might be affected to a greater degree by the use of darkening films. This analysis is only indicative of the maximum glass darkening level that should be admitted according to the criterion of vision functionality. Analysis of the Argentinian law reveals that restraints on the use of darkening films are not based on the level of visual reduction they may cause but on the fact that they are an unsanctioned modification to the

vehicle after its manufacture. Therefore, their negative impact on visibility is not considered.

Key words: contrast sensitivity, functional vision, driving, vision and motor vehicles.

Vidros escurecidos em automotores: normalização e informação oftalmológica

Resumo

Objetivo: Discutir o nível de escurecimento nos vidros automotores estipulado pela normativa vigente na Argentina a partir de medições experimentais da visão funcional. Toma-se como exemplo o sucedido com a função de sensibilidade ao contraste (FSC) em condições noturnas de visão. Assim, se pretende contribuir com elementos conducentes a um marco teórico que seja adequado para normalizar o uso das películas escurecedoras.

Material e métodos: Medição em banco óptico das transmitâncias dos vidros com películas escurecedoras. A FSC se obteve utilizando redes sinusoidais de 1, 2, 4, 8, e 12 c/gr geradas com uma equipe computadorizada. Participaram dez pessoas jovens (M = 25, SD = 4 anos de idade) todas com visão normal ou corrigida a normal.

Resultados: As medições mostraram que para os três níveis de escurecimento a sensibilidade ao contraste em condições mesópicas decresceu sistematicamente à medida que a frequência espacial aumentou.

Conclusões: A medição de FSC mostra que dirigir em condições noturnas poderia resultar mais arriscado pelo uso de películas escurecedoras. Essa análise é apenas indicativa do máximo admissível no escurecimento dos vidros sob o critério da funcionalidade da visão. Ao analisar a normativa argentina atual, se observa que o impedimento para o uso das películas escurecedoras não está fundamentado no nível de diminuição na visão que possam provocar. A normativa proíbe seu uso por tratar-se de uma modificação não homologada posterior à fabricação, mas não faz referencia ao efeito negativo na visibilidade.

Palavras chave: sensibilidade ao contraste, visão funcional, dirigir, visão e carro, automóvel.

Introducción

En la última década se evidencia un aumento en los estudios dirigidos a investigar la relación entre la visión y la conducción de vehículos automotores¹⁻³. El interés en este tópico estaría dado por la búsqueda de evidencias cuantificables sobre el impacto en la conducción de aspectos que podrían afectar la percepción visual (visión de detalles, sensibilidad al contraste, campo visual, atención visual, movimientos oculares, binocularidad, etc.). A partir de esos estudios se infiere que tampoco estaría totalmente determinada la relación entre la calidad de visión, la seguridad (definida a partir de la probabilidad de provocar un accidente) y el desempeño (entendido como la relación entre las acciones del conductor y la cinemática del vehículo) a la hora de realizar la compleja tarea de conducir. Además de los factores humanos, esa tarea puede ser afectada por gran cantidad de factores constructivos y funcionales, así como por modificaciones realizadas intencionalmente por el usuario con algún propósito. Un claro ejemplo de esto último se observa en la Argentina donde, a pesar de que la normativa establece una transmitancia* no menor al 70% para vidrios laterales y trasero, hay un creciente incremento en la proliferación de vehículos con niveles de oscurecimiento tan bajos como el 10% (o incluso menos)⁴. Tal normativa se analiza detenidamente en el presente artículo ya que investigaciones perceptuales revelaron que, en condiciones de baja iluminación, una disminución en la transmitancia del vidrio frontal por debajo del 75% afecta significativamente la estimación sobre la distancia de objetos lejanos⁵⁻⁶.

Una perspectiva de acercamiento científico de lo que sucede con el oscurecimiento de los vidrios laterales y el posterior de un vehículo podría verse desde la accidentología, correlacionando la calidad de la visión, el nivel de oscurecimiento de los vidrios y la probabilidad de accidentarse. Sin embargo, para realizar un estudio de esas características hace falta contar con mucha información estadística de difícil

extracción. Algunas empresas y ONG intentaron realizar este tipo de investigación infiriendo conclusiones poco claras a partir de estadísticas sin rigurosa documentación⁷⁻⁸, por lo que hasta el momento se desconoce la existencia de datos confiables. Limitación similar se observa en los estudios epidemiológicos que tratan de vincular déficits específicos en la visión de los conductores con la probabilidad de accidentarse⁹, falta de información que al parecer también debilita la unificación de criterios en lo que se refiere a la evaluación oftalmológica a la que deben ser sometidos los conductores. En la Argentina la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) publicó un protocolo en 2010 donde se detallaban en profundidad los aspectos referentes a la evaluación de la aptitud visual de los conductores. Sin embargo, parece que de manera similar a lo que sucede con el oscurecimiento de los vidrios, éste ha encontrado dificultades para ser implementado en su totalidad en los centros donde se otorga la licencia nacional de conducir.

Como la percepción visual es un nexo entre la transmitancia de los vidrios y la tarea de conducir, otro abordaje posible podría hacerse desde las ciencias de la visión al buscar los valores mínimos para llevarla a cabo con la seguridad necesaria. La dificultad es la falta de criterios unificados. Es decir, si se desea medir en qué magnitud puede afectarse la percepción de un conductor por el oscurecimiento de los vidrios ¿qué función visual debería considerarse? ¿cuáles son las condiciones en la que debe efectuarse su evaluación? Estas preguntas son importantes ya que el sistema visual presenta funciones diferentes cuyas capacidades varían dependiendo de, por ejemplo, las condiciones de iluminación. Los tests de visión realizados en condiciones fotópicas de iluminación podrían no brindar toda la información necesaria, la cual incluso no puede ser extrapolada a condiciones nocturnas de manejo. De hecho, las características de la iluminación artificial a la noche hacen que el sistema visual se encuentre operando en el rango mesópico¹⁰, lo que es una situación compleja porque las

* Transmitancia: capacidad del material para transmitir la radiación lumínica. Toma valores entre 0% (completamente opaco) a 100% (completamente transparente).

intensidades involucradas hacen que tanto los fotorreceptores conos como los bastones entren en funcionamiento simultáneamente.

La posibilidad de desarrollar la investigación a partir de definir las aptitudes visuales mínimas que se deben reunir para poder manejar con seguridad¹¹ lleva al concepto de “visión funcional”. En efecto, éste permite describir con mayor alcance el funcionamiento de los mecanismos visuales¹². El concepto se basa en el modelo de los canales múltiples de procesamiento visual surgido de las investigaciones fisiológicas y perceptuales llevadas a cabo desde 1960¹³⁻¹⁴. Es así que si puede mostrarse que, a pesar de la presencia de un vidrio oscurecido la visión funcional de un conductor se mantiene dentro de parámetros normales, podría determinarse experimentalmente el máximo oscurecimiento que podría usarse sin comprometer el funcionamiento del sistema visual.

En este trabajo el enfoque se hace en los vidrios oscurecidos en los automóviles y su efecto en la visión, especialmente en condiciones nocturnas de visión. Se realizan mediciones en laboratorio de las transmitancias de muestras de películas adquiridas en comercios especializados de San Miguel de Tucumán. Al usar películas de valores representativos de transmitancia se evalúa su efecto en la visión funcional de los observadores. Por último, se sugiere la discusión del valor estipulado por la norma a partir de las mediciones experimentales. El objetivo es aportar al marco teórico que es el más adecuado para normalizar el uso de las películas oscurecedoras a partir de aspectos fotométricos y oftalmológicos.

Material y métodos

Para el análisis de los aspectos normativos vigentes en la Argentina se consideraron la Ley N° 24.449 (que lleva el nombre de “Ley de tránsito”) y el Decreto N° 779/95 (reglamentario de la ley 24.449). Estos fueron modificados en el año 2008 por la Ley 26.363 y el Decreto 1.716/2008. Sin embargo, para la problemática tratada en este trabajo, los artículos de la ley y el decreto de 1995 siguen siendo los vigentes.

El modelo experimental es similar al empleado en un trabajo anterior publicado en esta revista¹⁵ y básicamente consistió en medir las transmitancias de vidrios y películas oscurecedoras en un banco óptico siguiendo las condiciones detalladas en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE)¹⁶. Para las medidas se utilizó una lámpara halógena bipin calibrada a la temperatura de color de 2856°K (medida con un espectrorradiómetro SpectraScan PR-715). Se utilizó un luxómetro Minolta T-1M para la determinación de la iluminancia del sistema experimental. Se midieron seis muestras de diferentes marcas de cada una de las tonalidades (media y oscura). Para la evaluación de la visibilidad de los sujetos se utilizó —en cada tonalidad— una que tuviera un valor representativo del rango medido.

La evaluación de la visión de los observadores se realizó mediante un equipo computarizado diseñado y construido en el Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) para medir funciones visuales de valor clínico¹⁷. Para caracterizar la funcionalidad de la visión en el rango mesópico ($10^{-2} - 1 \text{ cd/m}^2$), propio de la iluminación nocturna, se interpusieron filtros neutros que disminuyeron la iluminación hasta estos niveles. El protocolo del estudio siguió los principios de la Declaración de Helsinki y los de la Asociación para la Investigación en Visión y Oftalmología (ARVO), por lo que antes de realizar los exámenes oftalmológicos y las consecuentes mediciones psicofísicas, cada uno de los sujetos debió leer y firmar un consentimiento informado.

Se midió la función de sensibilidad al contraste (FSC) binocular a 10 observadores jóvenes ($M = 25$, $SD = 4$ años de edad) con visión normal (o corregida a normal) para las tres condiciones: “control”, es decir, con el vidrio sin oscurecer (transmitancia de 82%); “medio”, vidrio con la película de transmitancia intermedia (16%); y “oscuro”: vidrio con la película de transmitancia mínima (7%). Mediante filtros de densidad neutra se redujo el nivel de adaptación en dos órdenes de magnitud, con una luminancia media de 0.7 cd/m^2 el cual se considera típico en las condiciones de conducción nocturna.

Resultados

Para analizar lo que sucede en San Miguel de Tucumán con los vidrios oscurecidos, se realizó un relevamiento en los comercios dedicados a instalar en los vehículos este tipo de películas. Se obtuvo así un rango de valores que reflejan la clasificación de las tonalidades utilizadas⁴. Las mediciones en laboratorio de las muestras tomadas permiten observar que el rango de transmitancias varía entre 3% y 11% en las películas “oscuras”, entre 16 y 21% en las “medias” y entre 30% y 35% en las “claras” (que no se consideraron para las mediciones con los observadores pues el relevamiento indicó que prácticamente no se solicita su instalación).

Para evaluar el efecto de los vidrios oscurecidos en la visión nocturna, los sujetos realizaron el test de la función de sensibilidad al contraste para los tres niveles de transmitancia (control, medio, oscuro) utilizando un filtro neutro que

permitió simular las condiciones de conducción nocturna. En la figura 1 pueden observarse los resultados para las frecuencias espaciales evaluadas (1, 2, 4, 8 y 12 ciclos/grado). El análisis de varianza mostró que por lo menos una de las condiciones era diferente significativamente ($F=38.42$, $dF=2$, $p<0.05$). El efecto de las películas oscurecedoras fue mayor que el de las frecuencias espaciales ($F=34.95$, $dF=4$, $p<0.05$). Para las tres condiciones de transmitancia, las medias decrecen a medida que aumenta la frecuencia espacial, excepto para la condición sin película en las bajas frecuencias. El posttest de Tukey mostró que las diferencias son significativas entre los tres niveles de oscurecimiento (control vs. medio: $t=4.3$, $p<0.05$; control vs. oscuro: $t=8.08$, $p<0.05$; medio vs. oscuro: $t=3.78$, $p<0.05$). Todas las comparaciones pareadas entre las películas para cada frecuencia espacial presentaron valores-p menores que 0.05.

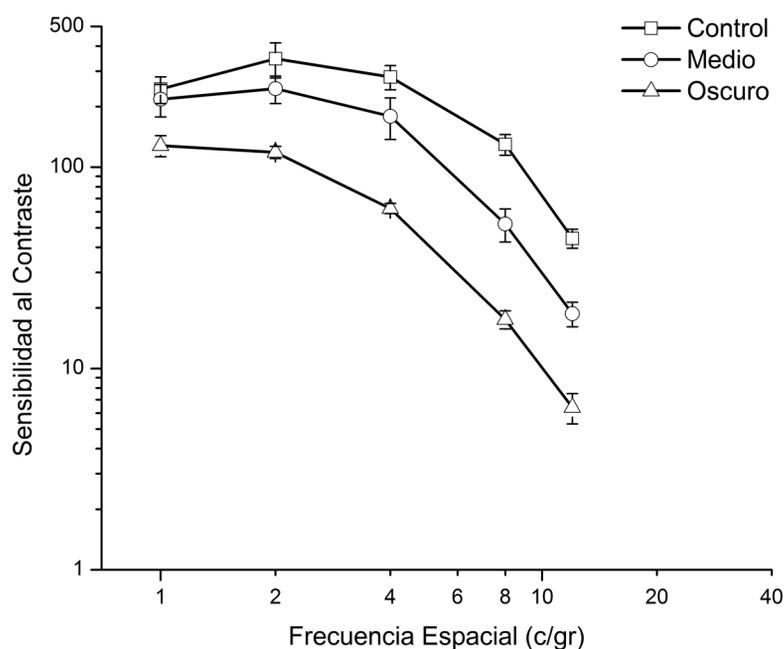


Figura 1. Comparación del desempeño de 10 observadores jóvenes ($M = 25$, $SD = 4$ años de edad) con visión normal (o corregida a normal) para los tres niveles de transmitancia: “control” (82%), “medio” (16%) y “oscuro” (7%) con iluminación mesópica (la cual se considera típica en las condiciones de conducción nocturna).

Discusión

Al analizar el texto de la Ley 24.449 se observa en su artículo 30, titulado “Requisitos para automotores” (se cita específicamente lo relacionado con los vidrios): “Los automotores deben tener los siguientes dispositivos mínimos de seguridad: [...] f) Vidrios de seguridad o elementos transparentes similares, normalizados y con el grado de tonalidad adecuados...” El artículo 34 (“Revisión técnica obligatoria”) prescribe que: “Las características de seguridad de los vehículos librados al tránsito no pueden ser modificadas, salvo las excepciones reglamentadas...” El decreto 779/95 tipifica cada uno de estos artículos. Con respecto de las características de la seguridad (artículo 28) dice que: “Las características que incidan en los factores de seguridad o contaminación a que se refieren las disposiciones de la Ley de Tránsito, correspondiente al modelo de automotor, acoplado o semiacoplado que se haya librado a la comercialización por una licencia para configuración de modelo, no podrán ser modificadas por la fábrica terminal, ni por el importador, ni por otro componente de la cadena de comercialización, ni por el usuario, excepto las que demande la adaptación a los servicios específicos y estén debidamente reglamentados”. En lo referido a los vidrios, el punto ‘f’ del artículo 30 especifica: “Todo vidrio de seguridad que forme parte de la carrocería de un vehículo deberá cumplir con lo establecido en el Anexo F (“Vidrios de seguridad para vehículos automotores”), el cual describe en el apartado 1.9 de la Sección 1 todo lo referido a la medida de la transmitancia. Precisamente, en el punto 1.9.1.2 se determina la metodología de medición y en el 1.9.1.4 se establecen los límites de transparencia para los vidrios: 75% para el parabrisas y 70% para el resto, entendiéndose que se refieren a los vidrios nuevos tal como deben salir de fábrica. Y para el caso que un vidrio fuese modificado, el Anexo F contiene la sección 6, la cual es aplicable solamente para modificaciones que se hacen en fábrica, requiriéndose una nueva certificación del organismo pertinente. Pero la interdicción debe ser deducida de las normas, no encontrándose en ningún

lugar tipificada su interpretación y, por lo tanto, su aplicación rutinaria en las instancias de control. En el punto 19 del artículo 34 del decreto 779/95, que reglamenta la revisión técnica obligatoria, se especifica que: “Todas las unidades se revisarán ajustándose a la planilla prevista en el ANEXO J”, el cual dice en los puntos 9.6.2 y 9.7.2 respecto del parabrisas y de la luneta “Carecer de elementos adheridos o pintados que no sean los reglamentarios”, sin dar especificaciones para los vidrios laterales. Aunque parezca sorprendente, de este análisis de la normativa actual se desprende que el impedimento para el uso de las películas oscurecedoras en los vehículos automotores nada tiene que ver con el grado de disminución en la transmitancia que estos provocan. Están prohibidos porque son una modificación de un elemento de seguridad que no se encuentra reglamentado, tal como lo indica el artículo 30 de la ley. Por otro lado, el punto 23 del artículo 34 del decreto 779/95, que reglamenta la Revisión Técnica Obligatoria (RTO) especifica un listado de instrumentos con que debe contar el taller donde se realiza. Ninguno de ellos es adecuado para medir el grado de transmitancia de los vidrios, por lo que en la práctica, la inspección de los puntos 9.6 y 9.7 del Anexo J debe realizarse ocularmente, con el resultado de que los vidrios oscurecidos fuera de norma no podrían detectarse. Puede deducirse así que la carencia en la aplicación de la normativa vigente se debe a que no se encuentra tipificada para el caso de modificaciones posteriores al momento de la fabricación y consecuentemente, tampoco se ha establecido el protocolo para su mensura y caracterización durante las revisiones técnicas o en los controles efectuados en las vías de circulación por las autoridades correspondientes.

En lo referido al control de los conductores, la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) reglamenta lo exigido en la modificatoria de la Ley 24.449, artículo 14, inciso A) 4 para el “Examen médico psicofísico” dirigido a determinar la capacidad física y mental de una persona para la conducción de un vehículo automotor. Busca condensar en un único protocolo todo lo referido a problemas, enfermedades o deficiencias que podrían afectar su capacidad para

conducir. En el caso específico de la ‘capacidad visual’ recomienda medir las siguientes funciones: agudeza visual, campo visual, discriminación de colores, visión de profundidad, foria, visión nocturna, visión encandilada y recuperación al encandilamiento. Posiblemente la dificultad para implementarlo se deba a la extensa cantidad de test que se ha incluido en él. Llama la atención que la medida de la FSC no fuera considerada para el protocolo pues, además de presentar una descripción detallada de la visión para diferentes tamaños y contrastes¹⁸, podría fácilmente medirse junto a la agudeza visual por un equipo informatizado como el utilizado en este artículo. Una vasta bibliografía da cuenta de esta relación de las medidas de la FSC y del carácter predictivo que pueden tener del comportamiento del sistema visual en diversas circunstancias (reconocimiento de rostros y señales de tránsito, pilotaje de aeronaves, estimación de distancias, etc.)¹⁹⁻²¹ proporcionando información más detallada que la agudeza visual^{1, 22}. Es por ello que para nuestros trabajos experimentales adoptamos la FSC para describir el estado funcional del sistema visual. A partir de su determinación se puede establecer el nivel máximo de oscurecimiento que no altera de manera significativa la visión funcional de los conductores.

Los datos recolectados anteriormente en condiciones fotópicas mostraron que es posible reducir la transparencia de los vidrios laterales y traseros hasta niveles cercanos al 50% si se considera su uso solamente para visión diurna¹⁵. Para el caso de la visión mesópica aquí presentado, los resultados muestran un notorio efecto del nivel de oscurecimiento en la calidad de la visión funcional. Todos los observadores presentaron un deterioro en su visión al utilizar el vidrio con el mayor nivel de oscurecimiento y es evidente la reducción en la sensibilidad al contraste para las condiciones “medio” y “oscuro” si se las compara con la condición “control” del vidrio sin la aplicación de ninguna película. Esto implicaría que la conducción en condiciones nocturnas podría verse afectada en mayor grado por el uso de las películas oscurecedoras en los vidrios del vehículo que lo que ya sucedía en condiciones fotópicas. Lamentablemente, al

no poseerse todavía curvas de normalidad de la sensibilidad al contraste para el nivel mesópico de iluminación es imposible cuantificar en qué medida el desempeño de la visión funcional se estaría alejando de lo esperado.

Sin embargo, hay que resaltar que este análisis no agota la problemática sino que es solamente indicativo del máximo admisible en el oscurecimiento de los vidrios bajo el criterio de la funcionalidad de la visión. Habría que discutir otros aspectos como por ejemplo la necesidad del reconocimiento de los conductores y/o acompañantes, el efecto que podría tener el oscurecimiento en la percepción de las imágenes a través de los espejos retrovisores y la posibilidad para que otros conductores puedan ver a través de estos vidrios y prever las maniobras a efectuar (e.g. luz de frenado del vehículo que se encuentra adelante del que precede). A través de la metodología utilizada en estos estudios es posible analizar todas estas variables, pero antes deberían consensuarse en función de la opinión de los diferentes agentes involucrados en la gestión de la seguridad vial.

Por último, como se mostró a través del análisis de las leyes y sus decretos reglamentarios, resulta imprescindible definir un protocolo para la evaluación del grado de oscurecimiento en los vidrios tanto en las instancias de revisión obligatorias como en los controles rápidos y aleatorios, así como la relevancia de incorporar la medición de la sensibilidad al contraste en el protocolo de evaluación de la capacidad visual de los solicitantes de licencia de conducir.

Referencias

1. Owsley C, McGwin G. Vision and driving. *Vision Res* 2010; 50: 2348-61.
2. Wood JM, Black AA. Ocular disease and driving. *Clin Exp Optom* 2016; 99: 395-401.
3. Wood JM. How does vision drive driving performance? *Optom Vis Sci* 2005;82: 639-40.
4. Martín A, Barrionuevo PA, Santillán JE, Jiménez GE. El problema de los “polariza-

- dos”: el caso de San Miguel de Tucumán. En: *XVI Congreso argentino de vialidad y tránsito (2012)*. Córdoba (Argentina): Asociación Argentina de Carreteras (AAC), Consejo Vial Federal (CVF), Dirección Nacional de Vialidad (DNV), 2012.
5. Derkum H. Effects of various transmission levels in windshields on perception. En: Gale AG (ed). *Vision in vehicles*. Amsterdam: Elsevier, 1993, v. 4, p. 63-68.
 6. Haber H. Safety hazard of tinted automobile windshields at night. *J Opt Soc Am* 1955; 45: 413-9.
 7. CESVI. *Vidrios polarizados. Conducción a ciegas. Seguridad vial*. Pilar, Buenos Aires: CESVI, 2006. Disponible en: <http://www.cesvi.com.ar> [consulta: oct. 2016].
 8. Luchemos por la Vida Asociación Civil. *Relevamiento de vidrios polarizados*. Buenos Aires, 2009. Disponible en: <http://www.luchemos.org.ar/es/investigaciones/relevamiento-de-vidrios-polarizados> [consulta: oct. 2016].
 9. Owsley C, Wood JM, McGwin G Jr. A roadmap for interpreting the literature on vision and driving. *Surv Ophthalmol* 2015; 60: 250-62.
 10. Stockman A, Sharpe LT. Into the twilight zone: the complexities of mesopic vision and luminous efficiency. *Ophthalmic Physiol Opt* 2006; 26: 225-39.
 11. Hingson R, Winter M. Epidemiology and consequences of drinking and driving. *Alcohol Res Health* 2003; 27: 63-78.
 12. Packer M, Fine IH, Hoffman RS. Functional vision, contrast sensitivity, and optical aberrations. *Int Ophthalmol Clin* 2003; 43: 1-3.
 13. Campbell FW, Robson JG. Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. *J Physiol* 1968; 197: 551-66.
 14. De Valois RL, De Valois KK. *Spatial vision*. New York: Oxford University Press, 1990.
 15. Martín A, Santillán JE, Barrionuevo PA. Vidrios oscurecidos en los automóviles y sus efectos en la visión funcional de los conductores. *Oftalmol Clín Exp* 2009; 3: 69-72.
 16. International Commission on Illumination. *Practical methods for the measurement of reflectance and transmittance*. Vienna: Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), 1998. (CIE 130-1998).
 17. Colombo EM, Issolio LA, Santillán JE, Aguirre RC. What characteristics a clinical CSF system has to have? *Optica Applicata* 2009; 39: 415-28.
 18. Ginsburg AP. Contrast sensitivity and functional vision. *Int Ophthalmol Clin* 2003; 43: 5-15.
 19. Evans DW, Ginsburg AP. Contrast sensitivity predicts age-related differences in highway-sign discriminability. *Hum Factors* 1985; 27: 637-42.
 20. Hills BL. Vision, visibility, and perception in driving. *Perception* 1980; 9: 183-216.
 21. Owsley C, Sloane ME. Contrast sensitivity, acuity, and the perception of “real world” targets. *Br J Ophthalmol* 1987; 71: 791-6.
 22. Rae S, Latham K, Katsou MF. Meeting the UK driving vision standards with reduced contrast sensitivity. *Eye (Lond)* 2016; 30: 89-94.