



Universidad de Valladolid



FACULTAD DE CIENCIAS

Grado en Óptica y Optometría

MEMORIA DE TRABAJO DE FIN DE GRADO

Puesta a punto de un sistema de deslumbramiento
con LED para el análisis de las tareas de conducción
nocturna

Presentado por Elena González Alonso

Tutelado por Isabel Arranz de la Fuente

Tipo de TFG: Revisión bibliográfica Investigación

En Valladolid, a 27 de mayo de 2022

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Iluminación	5
1.2. Rangos de iluminación	5
1.3. Función visual y deslumbramientos en las tareas de conducción nocturna	5
2. HIPÓTESIS	8
3. OBJETIVOS	8
4. MATERIAL Y MÉTODO	9
4.1. Sujetos	9
4.2. Dispositivo experimental	9
4.3. Procedimiento experimental	10
4.3.1. Medida de la irradiancia de las fuentes de deslumbramiento e incorporación del brazo de deslumbramiento al sistema de visión maxwelliana.....	10
4.3.2. Medida del tiempo de reacción visual	12
4.4. Análisis estadístico de los resultados.	12
5. RESULTADOS	13
5.1. Medida de la irradiancia de las fuentes de deslumbramiento LED e incorporación del sistema de deslumbramiento en el banco óptico.	13
5.2. Medida del tiempo de reacción.....	13
5.2.1. Efecto de la luminancia de fondo.....	14
5.2.2. Efecto del deslumbramiento	15
5.2.3. Efecto del iluminante en el tiempo de recuperación al des- lumbramiento.....	16
5.2.4. <i>Discomfort glare</i>	16
6. DISCUSIÓN	18
7. CONCLUSIONES	20
8. BIBLIOGRAFÍA	21
9. AGRADECIMIENTOS	22
10. ANEXOS.....	23
10.1. Documento de consentimiento informado	23
10.2. Dictamen favorable.....	28

RESUMEN

Debido a los cambios sufridos en la industria de la iluminación para las vías públicas, se ha pasado de utilizar lámparas de halogenuros metálicos a lámparas de tecnología LED. Su mayor ahorro energético y menor mantenimiento hacen que el futuro pase por este cambio de tendencia, que ha sido implementado, a través de este trabajo, en el laboratorio de Iluminación y Visión de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid.

El objetivo del trabajo consiste en incorporar un sistema de deslumbramiento al sistema de visión maxwelliano ya existente, así como evaluar el efecto de la luminancia de fondo, el efecto del deslumbramiento y la temperatura de color correlacionada sobre el tiempo de reacción en condiciones típicas de la conducción nocturna.

Se ha incorporado un sistema de deslumbramiento al sistema óptico donde poder medir el tiempo de reacción visual (TR) de 13 sujetos jóvenes y sin opacidad en sus medios. Se ha comparado el tiempo de reacción tanto sin deslumbramiento como con el deslumbramiento provocado por dos iluminantes de tipo LED de la misma luminancia pero con dos temperaturas de color correlacionadas (TCC) distintas. Se han utilizado dos tonalidades, una más fría de 2800K, y otra más cálida de 6500K, para comprobar si la temperatura de color influye en el deslumbramiento de los conductores. Todo ello para dos luminancias de fondos distintas ($0,1 \text{ cd/m}^2$ y 1 cd/m^2).

Los resultados muestran cómo el TR sin deslumbramiento es igual para ambas luminancias de fondo ($p=0,265$). Sin embargo, con deslumbramiento el TR aumenta ($p=0,000$) y lo hace de igual manera para ambos iluminantes de distinta TCC.

Como conclusión, con el sistema de deslumbramiento incorporado al sistema óptico ya existente, se ha comprobado que la TCC de un iluminante de tecnología LED no influye en el tiempo de reacción foveal en condiciones simuladas de conducción nocturna.

ABSTRACT

Because of the changes suffered in the industry of illumination for the public roads, it has gone from using metal-halide lamps to LED technology lamps. Its greatest energy savings and less maintenance makes the future changes its trends, which is been implemented in the Illumination and Vision laboratory of the University of Valladolid's Science Faculty.

The objective of this work consists in incorporating a glare system to the Maxwellian vision system which already exists, as well as evaluate the effect of the background luminance, the effect of the glare and the correlated color temperature on the reaction time in the typical conditions of the night driving.

It has been incorporated a glare system to the optic system where to measure the visual reaction time (TR) of 13 young subjects which don't have opacity in their eye media. Both reaction time has been compared with and without the glare caused by two LED type illuminants of the same luminance but with different correlated color temperature (TCC). It has been used two tones, one more cold of 2800K, and another one, more warm, of 6500k, to check if the color temperature influence the driver's glare. All this for two different background luminances (0,1 cd/m² and 1 cd/m²).

The results show how the TR without glare is equal for both background luminances (p=0,265). Nevertheless, the TR with glare increases (p=0,000) and it does it similarly for both illuminants of different TCC.

As conclusion, with the incorporated glare system to the optic system which already exists, it has been checked that the TCC of an LED technology illuminant does not influence in the foveal reaction time in simulated conditions of night driving.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Iluminación

Durante las tareas de conducción, el tiempo de reacción (TR) y la detección de obstáculos son imprescindibles para garantizar la seguridad vial. Estas dos cuestiones pueden verse afectadas por la falta de iluminación, aumentando el riesgo de cometer accidentes de tráfico, como ocurre durante la visión nocturna. Además, a la falta de iluminación durante las tareas de conducción nocturna se suma la dificultad producida por los deslumbramientos laterales (periféricos) y frontales (foveales) que sufren los conductores. En el laboratorio de Iluminación y Visión de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid se ha trabajado con unas condiciones similares a las que sufren los automovilistas en la conducción nocturna; debido a las quejas impuestas por los conductores ante los deslumbramientos producidos por la implementación de los iluminantes de tipo *light-emitting diode* (LED). En este trabajo se ha añadido un sistema de deslumbramiento lateral para poder medir el efecto del deslumbramiento en las tareas típicas de conducción nocturna.

1.2. Rangos de iluminación

En el entorno que nos rodea, podemos encontrar distintos niveles de iluminaciones, que tradicionalmente se han dividido en tres rangos distintos: la iluminación fotópica, la mesópica y la escotópica.

La iluminación fotópica se da cuando la iluminación es superior a 1 cd/m^2 , se conoce como la iluminación “de día”, en la que actúan los conos. En la iluminación escotópica, en la cual la iluminación es inferior a $0,01 \text{ cd/m}^2$, solamente actúan los bastones, conociéndose esta iluminación como “de noche”. Por otra parte, tenemos la iluminación mesópica, en la que la iluminación ambiente está en un rango de entre $0,01$ y 1 cd/m^2 (Gruber, 2013)¹, en la que actúan tanto los conos como los bastones.

En las tareas de conducción nocturna, el ser humano utiliza, sobre todo, su visión mesópica al encontrarse con iluminaciones muy bajas, por lo que esta tarea se va a ver muy influenciada por el deslumbramiento lateral que puede sufrir el conductor debido a las luces provenientes de otros coches y de las farolas de la calle. La visión escotópica también se utiliza, pero en menor medida, ya que generalmente suele haber iluminación de algún tipo en la carretera.¹

1.3. Función visual y deslumbramientos en las tareas de conducción nocturna

La agudeza visual es clave en la conducción, ya que nos permite medir la capacidad del ser humano para distinguir detalles de forma precisa. Durante la conducción de noche, al estar bajo condiciones de visión mesópicas, la agudeza visual del ser humano puede llegar a reducirse hasta la mitad en comparación con condiciones de visión fotópica, lo que aumenta exponencialmente el riesgo de accidentes de tráfico.¹

A esta reducción de la agudeza visual se le suman los deslumbramientos producidos por las luces de la calle, de otros coches, etc. Tradicionalmente, las luces de la calle eran incandescentes halógenas o de descarga de gases HDI

Puesta a punto de un sistema de deslumbramiento con LED para el análisis de las tareas de conducción nocturna (*high-intensity discharge lamps*), pero, de un tiempo a esta parte, tanto los iluminantes de los nuevos vehículos como de las farolas están siendo sustituidos por iluminantes de tecnología LED. Estos son más eficientes energéticamente y económicamente, tienen una vida útil mayor, presentan un encendido inmediato, siendo también más sostenibles medio ambientalmente. Los distintos tipos de iluminantes se caracterizan por su espectro de emisión, pudiéndolos identificar por parámetros como la temperatura de color correlacionada (TCC). Esta se define por la proximidad de sus coordenadas cromáticas al locus Planckiano del cuerpo negro y es su posición en el locus la que proporciona la sensación de más cálida o fría. El rango de TCC es muy amplio, siendo los más empleados los que van desde 2800K a 6500K. Los primeros se consideran cálidos y presentan en su distribución espectral (SPD, *spectral power distribution*) un mayor contenido en largas longitudes de onda y los segundos fríos con una distribución espectral mayor en cortas longitudes de onda.^{2,3}

Por otro lado, hay varios tipos distintos de destellos que nos pueden deslumbrar, si bien generalmente se suelen describir dos tipos: el incapacitante y el incómodo, en función de cuánto afecte al sujeto la intensidad de la luz. El deslumbramiento incapacitante (*disability glare*) es aquel que provoca pérdida de las funciones visuales debido a la dispersión de la luz en los medios intraoculares, depende mucho de la homogeneidad de estos, sobre todo de los situados en el segmento anterior del ojo (córnea, humor acuoso y cristalino). Está bien establecido en la literatura que el deslumbramiento incapacitante se genera como resultado del scattering de la luz que provoca una luminancia de velo que reduce el contraste de la imagen. El deslumbramiento incómodo (*discomfort glare*), por otra parte, se refiere a aquel dolor o molestia que se siente al estar expuesto a un destello de luz, pero que no genera pérdida de las funciones visuales. Este suele evaluarse mediante encuestas subjetivas sobre la sensación o percepción visual ante un deslumbramiento como la original de de Böer y las posteriores de Hopkinson y Fekete.^{4,5}

En general, el efecto del deslumbramiento aumentará con la disminución de la luminancia de fondo y la disminución del ángulo entre la línea de visión y la dirección de la fuente de luz deslumbrante (Bullough et al. 2002; Bichao et al. 1995)^{5,6}. Si bien hay muchas otras variables que puede agravar la situación como la lluvia o la niebla que pueden reducir el contraste o factores como la edad del conductor y sus enfermedades sistémicas y oculares.

En cuanto al tipo de iluminante empleado en las vías, desde hace tiempo se está investigando cómo afecta la distribución espectral, *spectral power distribution*, (SPD) en las prestaciones visuales de los conductores, pudiendo encontrar discrepancias entre unos autores y otros. Flanagan y col. (1999)⁷ compararon la percepción visual ante deslumbramientos producidos por lámparas de HDI y de halogenuros metálicos comprobando que no había diferencias entre ambas en términos de contraste. Con este mismo tipo de lámparas Friedland y col. (2017)⁸ midieron el tiempo de reacción foveal al frenado y la habilidad de detección, foveal y periférica. En conductores jóvenes no se obtuvo diferencia entre los dos tipos de iluminantes para ninguna de las dos tareas visuales. Otros autores, sin embargo, concluyen que, con iluminantes de mayor contenido en azul, se puede aumentar la sensibilidad a estímulos periféricos en condiciones similares a las de la conducción nocturna. Resultado

Puesta a punto de un sistema de deslumbramiento con LED para el análisis de las tareas de conducción nocturna respaldado por la *National Highway Traffic Safety Administration* que indica que las lámparas HID mejoran la visibilidad de la carretera para los conductores, pero aumentan el deslumbramiento de las luces de tráfico (e.g. NHTSA n.d., 2007).
5,7,8,9

La combinación generada entre el envejecimiento de los conductores y el uso en aumento de las lámparas HID actualmente en los vehículos es una de las mayores preocupaciones en cuanto a seguridad vial. La implementación de la próxima generación de tecnología LED tanto en los faros de los automóviles, así como en las farolas de la vías, podría empeorar los problemas de deslumbramiento anteriormente descritos, ya que su potencial en la producción de luz sobrepasa en mucho la de los faros de HID.

Hay escasa información descrita en la literatura sobre la influencia de la composición espectral del iluminante de deslumbramiento de tecnología LED sobre la función visual en condiciones de iluminación típicas de la conducción nocturna. Por este motivo se plantea como objetivo en este trabajo incorporar un sistema de deslumbramiento de tecnología LED que permita analizar la luminancia del fondo, el efecto del deslumbramiento y del iluminante sobre una tarea visual típica de la conducción nocturna como es el tiempo de reacción visual. Además, se implementa el uso de varios cuestionarios para comprender qué TCC es más molesta para los usuarios.

2. HIPÓTESIS

Un mayor contenido en longitudes de onda corta en iluminantes de tipo LED es proclive a generar un mayor deslumbramiento incapacitante, que puede verse reflejado en un incremento en el tiempo de reacción visual de un conductor en condiciones de iluminación mesópica típicas de la conducción nocturna.

3. OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo consiste en incorporar al sistema óptico de doble visión maxwelliana un sistema de deslumbramiento que permita medir el tiempo de reacción visual y el tiempo de recuperación al deslumbramiento en sujetos jóvenes con distintos iluminantes.

Como objetivos secundarios:

1.- Medir la irradiancia espectral de las fuentes de deslumbramiento e incorporar en el sistema de doble visión maxwelliana dichas fuentes.

2.- Comprobar si existen diferencias entre los deslumbramientos provocados por los iluminantes LEDs de 2800K y 6500K en el tiempo de reacción bajo las mismas condiciones de adaptación a la oscuridad y refractivas, correlacionando estos tiempos de reacción con las sensaciones subjetivas que provocan los iluminantes LED sobre los sujetos.

4. MATERIAL Y MÉTODO.

4.1. Sujetos.

Para la elaboración de esta investigación, han participado 13 voluntarios con un promedio de edad de $23,5 \pm 4,67$ años, a los cuales se les realizó un examen visual previo que incluía: refracción subjetiva de lejos, exploración de la superficie ocular y el segmento anterior mediante lámpara de hendidura y evaluación de la visión de color con el test de Ishihara. Los criterios de inclusión fueron: sujetos jóvenes, sin opacidades en los medios oculares, sin ningún tipo de alteración corneal o de enfermedad ocular, y sin alteraciones de la visión del color, para evitar el incremento del deslumbramiento. En cuanto a la refracción de los sujetos, el criterio de esta fue que tuvieran una refracción igual o inferior a $\pm 7,50D$, el astigmatismo tuviera un valor inferior a $1,50D$ y la agudeza visual fuese al menos de 1,0 en escala decimal. Además, se incluyeron varios datos de los sujetos, como el color de sus iris, la medicación que tomaban y se les preguntó si conducían o no. También se les hizo un cuestionario de calidad visual (VF-14), con objeto de averiguar la dificultad que tenían los sujetos al realizar varios tipos de actividades a distintas distancias.

Todos los sujetos firmaron un documento de consentimiento informado para la consejería de sanidad de Castilla y León, incluido en el anexo, en el cual, se incluye, además, el dictamen favorable, documento por el cual el Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos Área de Salud Valladolid Este acepta la realización de este estudio.

A parte del VF-14, se les hicieron dos test para realizar un análisis subjetivo del deslumbramiento incómodo durante la prueba, midiendo así los grados de la molestia provocada por el deslumbramiento lateral, tanto para la lámpara de 2800K, como para la de 6500K. El test de Fekete, propuesto en 2010, divide las sensaciones de deslumbramiento en cinco tipos de incomodidad: inaceptable, incómodo, admisible, satisfactorio y no perceptible. Valores más bajos en la escala indican mayor incomodidad.

Además, a todos los sujetos se les corrigió su refracción con el mismo tipo de lente, para que todos ellos estuviesen en las mismas condiciones refractivas y de transmitancia.

4.2. Dispositivo experimental.

El dispositivo experimental utilizado en este experimento es un sistema óptico (Figura 1) de dos canales que salen ambos de la misma fuente luminosa. En el canal inferior o haz de campo, en color marrón, es decir, el de adaptación, observamos cómo el haz de luz pasa a través de una lente y por un primer filtro de densidad neutra, incorporado a un tambor de filtros, antes de pasar por un diafragma, después, pasa por más filtros de densidad neutra (la cantidad de filtros en esta parte de camino y su densidad dependerán de la luminancia de adaptación que estemos midiendo en el momento, $0,1$ o 1 cd/m^2). Seguidamente, el haz de luz de adaptación sigue su camino hasta un espejo, que lo refleja 90° hacia un segundo diafragma de adaptación, atraviesa una segunda lente y llega hasta un *beam splitter*, que redirige el haz de luz hacia el ojo del observador, el cual está situado con la cabeza fija al final del recorrido sujetado por un mordedor para hacer que el ojo esté bien alineado con el sistema.

Puesta a punto de un sistema de deslumbramiento con LED para el análisis de las tareas de conducción nocturna

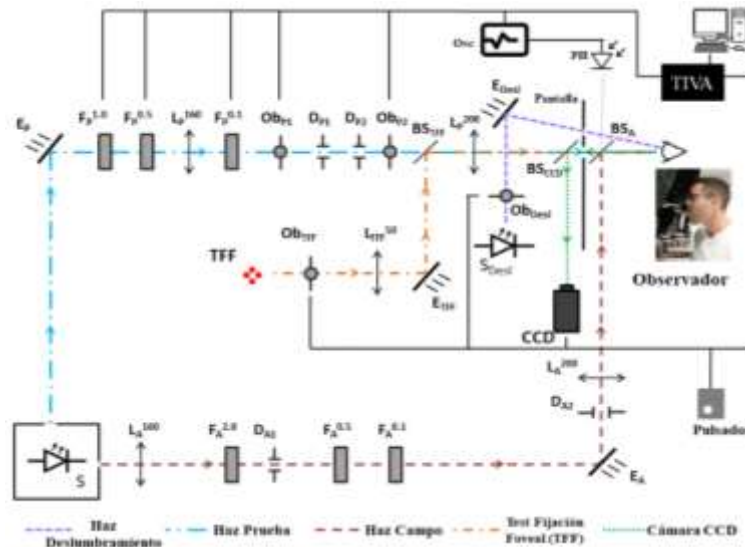


Figura 1. Esquema del dispositivo experimental con los caminos ópticos utilizados, con diversos haces que envían el estímulo y el deslumbramiento al ojo derecho del observador, conectado a un ordenador que se encarga de recoger los datos del tiempo de reacción. El haz de campo en color marrón, haz de prueba azul, haz de deslumbramiento morado y el trazo de línea naranja representa el recorrido del test de fijación foveal, mientras que el trazo verde representa el recorrido de la cámara CCD. Los subíndices A, P, Desl, y TFF indican adaptación, prueba, deslumbramiento y test de fijación foveal respectivamente. Los superíndices de las lentes la focal de la misma mientras que los de los filtros los pasos de densidad neutra.

Por otra parte, en el canal superior o haz de prueba, vemos cómo el haz de luz llega hasta un espejo, que refleja 90° el haz hacia dos tambores con filtros de densidad neutra, atraviesa una lente, pasa por otro tambor con filtros de densidad neutra, hasta llegar a un obturador. Después, atraviesa dos diafragmas, un segundo obturador, una lente y finalmente se solapa con el haz de adaptación en el beam splitter de dicho haz.

Además, hay una cámara CCD conectada al sistema, utilizada para controlar el ojo del sujeto en la tarea de centrado pupilar.

En el centro del sistema, en color morado se encuentra el sistema de deslumbramiento que se ha incorporado al sistema y que se detalla en el procedimiento experimental.

4. 3. Procedimiento experimental

4.3.1. Medida de la irradiancia de las fuentes de deslumbramiento e incorporación del brazo de deslumbramiento al sistema de visión maxwelliana

Como iluminantes de deslumbramiento se emplearon dos lámparas convencionales de tecnología LED con temperaturas de color correlacionadas de 2800K y 6500K. Se midió la irradiancia espectral absoluta (SPD) situando la lámpara a 50 cm de la entrada del espectrómetro. La calibración absoluta del espectrómetro se había llevado a cabo con una lámpara halógena incandescente calibrada por el *National Institute of Standards and Technology*. A partir de estos

Puesta a punto de un sistema de deslumbramiento con LED para el análisis de las tareas de conducción nocturna datos se calcularon los ratios S/P que se muestran en la tabla 1 junto con otros parámetros proporcionados por el fabricante.

Tipo de lámpara	Modelo	TCC (K)	Ratio S/P Rendimiento (lm/W)	Índice reproducción cromática
LED	AR111 COB 18 W	6000-6500	2,34 85-90 lm/W	80
LED	AR111 COB 18 W	2800-3000	1,36 85-90 lm/W	80

Tabla 1. Características de las lámparas usadas como fuente del deslumbramiento

Una vez caracterizadas espectralmente las fuentes de deslumbramiento, estas (S_{Desl}) se insertaron en una carcasa negra mate diseñada para apantallar toda la luz excepto la del orificio circular de salida de 25 mm (figura 2), que situada a 63 cm del observador proporciona un tamaño angular de deslumbramiento de $2,3^\circ$. La fuente permanecerá siempre encendida por lo que se colocará un obturador (Ob_{Desl}) delante de la misma que a través del software del ordenador permitirá su apertura y cierre con una precisión del orden del milisegundo. A continuación, se situó un espejo (E_{Desl}) de tal manera que la imagen del orificio circular del deslumbramiento subtendiera 10° respecto de la línea de mirada del sujeto (figura 2).

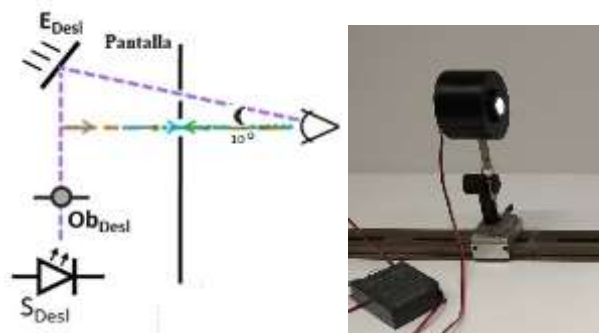


Figura 2. Esquema del sistema de deslumbramiento incorporado en el sistema maxwelliano para generar a 10° de excentricidad un deslumbramiento que subtendiendo 2° de tamaño angular. B. Fuente deslumbrante con carcasa y orificio.

Con el objetivo de medir el TR con fuentes deslumbrantes de diferente TCC, estas podían intercambiarse con facilidad en el banco óptico. Para medir la iluminancia generada por las fuentes deslumbrantes se colocó un luxómetro (RS PRO ILM1335 de 0lux) en el plano de la pupila de entrada del sujeto obteniéndose 52 lux para la de 2800 K y 92 lux para la fuente de 6500 K. Dado que nuestro objetivo era conseguir la misma iluminancia en las fuentes deslumbrantes, para que ambas estuviesen en las mismas condiciones se colocó un filtro de densidad neutra de 0,2 (con una transmitancia de 63,5%) delante de la lámpara que proporcionaba mayor intensidad obteniéndose 52 lux para la fuente de 6500 K, como se muestra en la tabla, consiguiendo igualar las iluminancias proporcionadas por ambas fuentes deslumbrantes.

Puesta a punto de un sistema de deslumbramiento con LED para el análisis de las tareas de conducción nocturna

	Sin filtro	Con filtro 0,2 DN
Fuente 2800 K	52 lux	
Fuente 6500 K	92 lux	52 lux

Tabla 2. Iluminancias obtenidas con las fuentes con TCC de 2800K y 6500K.

4.3.2. Medida del tiempo de reacción visual

Para la realización de este experimento, se sitúa al sujeto de pruebas en una silla en el extremo del banco óptico, con un mordedor hecho a medida para él, de esta forma, se asegura que el observador tenga siempre su ojo derecho alineado con el sistema óptico.

Se realizan los ajustes necesarios para que el sujeto esté alineado de forma que vea el campo circular completo (en este momento el observador tendrá fijación foveal con el sistema óptico). Posteriormente y tras un periodo de adaptación de 10 minutos a la oscuridad, el sujeto se adaptará durante 4 minutos a un campo de adaptación de $0,1 \text{ cd/m}^2$. Transcurrido ese tiempo se mostrará una prueba circular de 2° con un contraste de Weber de 0,1 de forma concéntrica sobre el campo de adaptación que subtiende 10° . La tarea del sujeto consiste en accionar un pulsador en cuanto perciba el estímulo, que será presentado 10 veces. El promedio de las medidas corresponderá con el tiempo de reacción visual sin deslumbramiento.

Tras esta primera medida, se realiza la medición del TR tras la presentación del deslumbramiento: el sujeto ve el campo inicial, mientras recibe un deslumbramiento excéntrico proveniente de la lámpara (de 2800K o de 6500K, que serán seleccionadas aleatoriamente), ubicada a 63 cm del ojo del observador, con una angulación de 10° con respecto del campo. El deslumbramiento dura 3 segundos, y, tras este tiempo, aparece el estímulo dentro del campo de adaptación. El observador debe apretar el pulsador con la mayor rapidez que pueda, para medir su tiempo de reacción con deslumbramiento. Después, se adaptará otros tres minutos al campo de adaptación tras los cuales vuelve a tomarse la medida. El procedimiento se repite un total de cuatro veces. El promedio de las medidas será el tiempo de reacción visual al deslumbramiento.

Posteriormente se repetirán todas las medidas, siguiendo el mismo procedimiento, con una luminancia en el campo de adaptación de 1 cd/m^2 .

4.4. Análisis estadístico de los resultados

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp). Para el análisis estadístico se utilizó una prueba de análisis de varianza (ANOVA) de tres factores "sujeto", "luminancia" y "sin deslumbramiento / con deslumbramiento T=2800 / con deslumbramiento T=6500". En el caso de que hubiera un factor significativo se realizaron comparaciones dos a dos entre sus niveles con una prueba t de Student y con corrección por Bonferroni. Se consideraron diferencias significativas para p-valores inferiores a 0,05 en las comparaciones.

5. RESULTADOS

5.1. Medida de la irradiancia de las fuentes de deslumbramiento LED e incorporación del sistema de deslumbramiento en el banco óptico.

Con el espectrofotómetro (detector OMA 2) del Laboratorio de Espectroscopía de la Facultad de Ciencias, se midió la distribución espectral de irradiancia de las dos fuentes de luz que generarían el deslumbramiento en $\mu\text{W}/\text{cm}^2\text{m}^{-1}$. Las medidas se llevaron a cabo, como se aprecia en la figura 3, para un rango de longitudes de onda desde 350 nm a 750 nm.

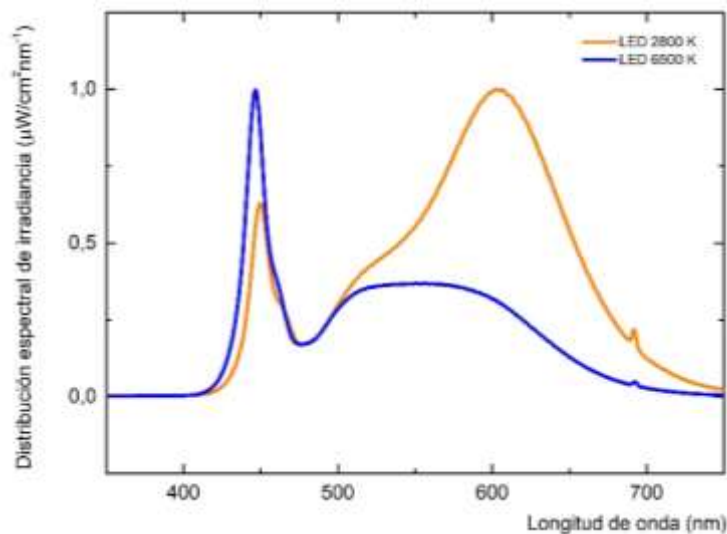


Figura 3. Distribución espectral de irradiancia normalizada de las fuentes de deslumbramiento LED con TCC de 2800 K (línea continua naranja) y 6500 K (línea continua azul).

En la figura 3 se puede observar como el LED de 2800K, mostrado en color naranja, presenta dos picos de mayor emisión, el primero corresponde a una longitud de onda de 450nm con un incremento posterior y más amplio alcanzando su máximo en 600nm. Mientras que, para el LED de 6500K, representado en color azul en la gráfica, el pico de mayor emisión se encuentra en 450nm, disminuyendo y con una leve recuperación entre los rangos de 500nm y 600nm.

Por otro lado, el sistema de deslumbramiento fue incorporado al banco óptico como se ha especificado en el apartado 3.3.1.

5.2. Medida del tiempo de reacción

En este trabajo participaron 13 jóvenes, 3 hombres y 10 mujeres de $23,46 \pm 4,67$ años de edad media con un equivalente esférico promedio de $-3,08\text{D}$ que mostraban una AV media de 1,1. Once de ellos mostraban un color de iris marrón mientras que el de los otros eran verdes. Todos menos uno conducía y presentaron un índice de calidad visual promedio de 98,53 en el test VF-14.

5.2.1. Efecto de la luminancia de fondo

En la figura 4, se representa el tiempo de reacción visual (TR) en milisegundos (ms) en dos luminancias de fondo (L_b) distintas, medida en candelas por metro cuadrado (cd/m^2), de $0,1 \text{ cd}/\text{m}^2$ y de $1 \text{ cd}/\text{m}^2$, en tres condiciones distintas: la primera, presentando el estímulo circular central de 2° diez veces seguidas, sin ningún tipo de deslumbramiento, y después, presentando el estímulo 4 veces, con un descanso de 3 minutos entre cada una, y con un deslumbramiento periférico que procede de dos iluminantes con CCT de 2800 K y 6500 K.

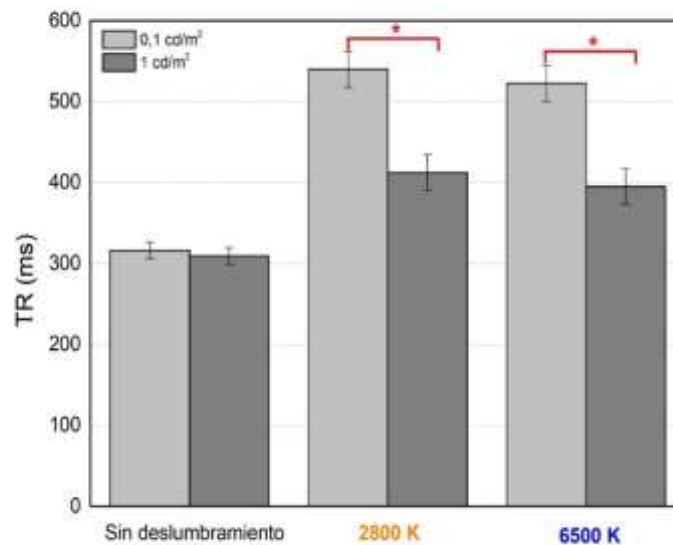


Figura 4. Promedio del tiempo de reacción visual (ms) en función de la luminancia de fondo para tres condiciones diferentes, sin deslumbramiento, con un deslumbramiento provocado por un iluminante de 2800 K y otro deslumbramiento generado por un iluminante de 6500 K. Las diferencias significativas se representan con un asterisco rojo.

Como puede apreciarse en la figura 4, el efecto de la luminancia de fondo sin deslumbramiento provoca el mismo tiempo de reacción promedio para $0,1 \text{ cd}/\text{m}^2$ que para $1 \text{ cd}/\text{m}^2$ ($p=0,265$), siendo el TR para $0,1 \text{ cd}/\text{m}^2$ de 316,30ms y para $1 \text{ cd}/\text{m}^2$ de 309,33ms.

Sin embargo, sí que se aprecia una diferencia clara entre ambas luminancias de fondo con deslumbramiento: para la lámpara de 2800K, el TR con una luminancia de fondo de $0,1 \text{ cd}/\text{m}^2$ es de 540,11ms y para $1 \text{ cd}/\text{m}^2$ es de 412,53ms. Mientras que para la lámpara de 6500K, el tiempo de reacción para $0,1 \text{ cd}/\text{m}^2$ es de 522,76ms, y para $1 \text{ cd}/\text{m}^2$ es de 395,26ms.

Ambos tiempos de reacción con deslumbramiento disminuyen notablemente con el aumento de la luminancia de fondo ($p=0,000$), y lo hacen de forma paralela, al haber muy poca diferencia entre los valores.

5.2.2. Efecto del deslumbramiento

Para poder comparar el efecto del deslumbramiento con cada lámpara se ha representado en la figura 5 al TR sin deslumbramiento frente con deslumbramiento. La figura incorpora los datos de la lámpara de TCC de 2800K a la izquierda y los de la lámpara de 6500K a la derecha.

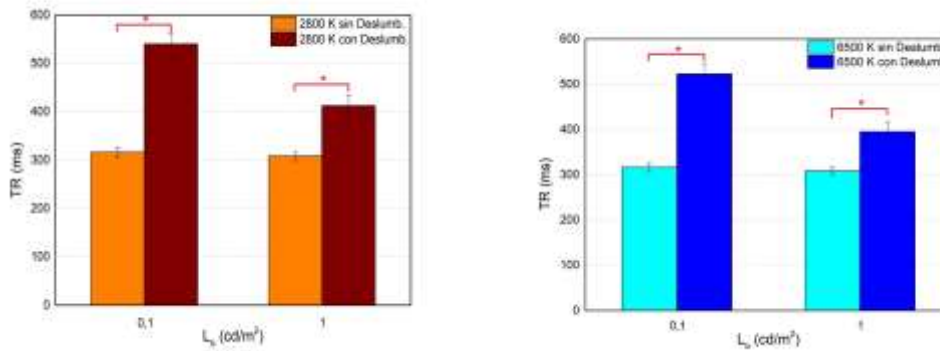


Figura 5. Promedio del tiempo de reacción visual (ms) con y sin deslumbramiento en función de la luminancia de fondo (cd/m²). a) Para una lámpara con TCC de 2800 K. b) Para una TCC de 6500 K. Las diferencias significativas se representan con un asterisco rojo.

En la figura 5 puede observarse cómo el tiempo de reacción promedio de todos los sujetos aumenta con el deslumbramiento para ambos iluminantes de diferente TCC. Dicho aumento es similar en 2800K ($p=0.000$) que en 6500K ($p=0.000$)

5.2.3. Efecto de la temperatura de color correlacionada del iluminante en el tiempo de recuperación al deslumbramiento

Para comprobar si el tipo de iluminante influye en el tiempo de recuperación al deslumbramiento, se ha calculado el promedio de la diferencia entre el tiempo de reacción con y sin deslumbramiento para ambos iluminantes y las dos luminancias de fondo usadas en este estudio, esta diferencia se ve representada en la figura 6.

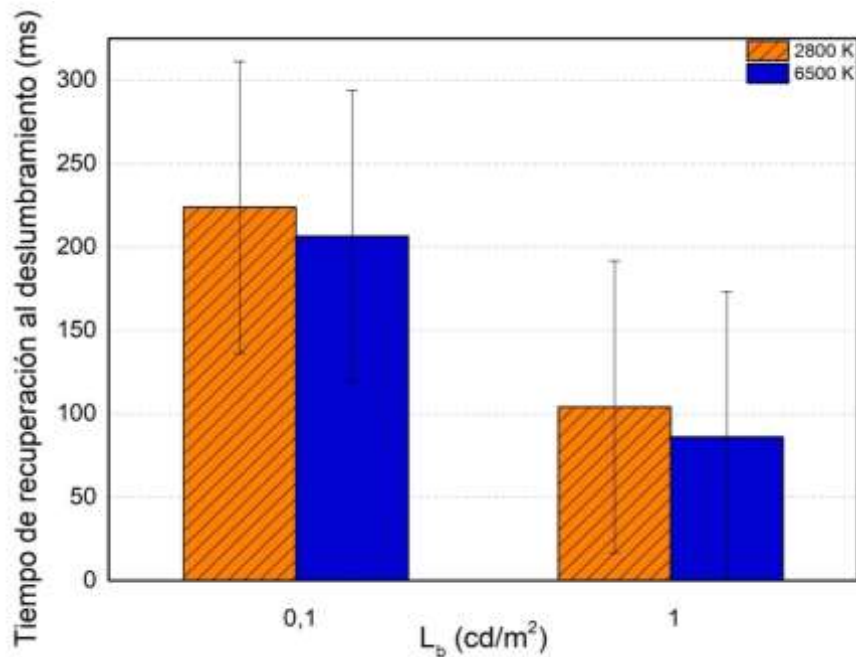


Figura 6. Promedio del tiempo de recuperación al deslumbramiento (ms) en función de la luminancia de fondo para los dos iluminantes empleados en el estudio, TCC 2800K y 6500K.

La figura 6 muestra, en primer lugar, el tiempo de recuperación para $0,1 \text{ cd/m}^2$, y, en segundo lugar, para 1 cd/m^2 . Para $0,1 \text{ cd/m}^2$, vemos que ambas lámparas generan un valor muy similar ($p=0,780$), por encima de los 200ms, mientras que para 1 cd/m^2 , el valor del tiempo de recuperación para 2800K y para 6500K ronda los 100ms, sin diferencia al comparar la TCC ($p=0,58$). No se encuentran diferencias reseñables entre los tiempos de recuperación de cada iluminante.

5.2.4. Discomfort glare

Para este experimento, como se ha mencionado antes, se realizó un test de Fekete a todos los sujetos de pruebas para conocer el *discomfort glare* de cada lámpara, como se ve reflejado en la tabla 3.

	<i>Discomfort glare (Fekete)</i>				
	Inaceptable (1)	Molesto (3)	Admisible (5)	No perceptible(9)	VALOR PROMEDIO
2800 K	N=1 (7,7%)	N=3(23,1%)	N=8 (61,5%)	N=1 (7,7%)	4.0
6500 K	N=1(7,7%)	N=5 (38,5%)	N=6 (46,1%)	N=1(7,7%)	4.2

Tabla 3. Porcentaje de valores descritos por los sujetos para el grado de *discomfort glare* según Fekete y valor promedio de los resultados

Como se puede observar en la tabla 3, para la lámpara de 2800K el resultado más repetido es el admisible (8 sujetos dieron esta respuesta al ser preguntados). También hubo 3 sujetos que respondieron que el deslumbramiento les resultaba molesto, uno lo consideraba inaceptable y un sujeto no percibió el estímulo, dando lugar a un *discomfort glare* promedio de 4,46.

Para la lámpara de 6500K, el resultado más repetido también es el admisible (6 personas dieron esta respuesta), seguido por el molesto (5 personas), una persona consideró el estímulo inaceptable y otra no perceptible, obteniendo así un *discomfort glare* de 4,23 puntos de media.

6. DISCUSIÓN

Para este trabajo, se ha incluido un sistema de deslumbramiento en el sistema de doble visión maxwelliana. Posteriormente, se ha analizado el tiempo de reacción de sujetos jóvenes y sin patología ocular ante la presencia de un estímulo sin deslumbramiento en comparación del tiempo de reacción con un deslumbramiento provocado por dos iluminantes de tipo LED con distinta temperatura de color correlacionada (2800K y 6500K) pero con las iluminancias iguales a 52lux.

Con los datos obtenidos, se observa, en primer lugar, que el tiempo de reacción no depende de la luminancia de fondo utilizada ($0,1 \text{ cd/m}^2$ a 1 cd/m^2), ya que, al presentar un estímulo sin deslumbramiento, se obtiene el mismo resultado en el TR para ambas luminancias. La adaptación del sistema visual en el rango mesópico, en el que se desarrolla el trabajo al cabo de 3 minutos, es completo y su TR frente a un estímulo de contraste 0,1 no cambia para estas luminancias. Previsiblemente, en valores de luminancia de fondo superiores o inferiores, la respuesta obtenida estaría influenciada por la luminancia de velo que genera la luminancia del campo de adaptación con valores de TR mayores al reducir la luminancia de fondo.

Sin embargo, al contrario de lo que ocurre en el caso del TR sin deslumbramiento, se puede observar que existen diferencias entre los tiempos de detección al evaluar el efecto de la luminancia de fondo en presencia de un deslumbramiento, siendo los valores mayores para una luminancia de fondo de $0,1 \text{ cd/m}^2$. Por lo que puede afirmarse que el efecto del deslumbramiento es menor en el TR con el aumento de la luminancia de fondo, ya que, para lámparas iguales, el deslumbramiento provocado por estas aumenta según tres variables: si la luminancia de fondo disminuye, si el ángulo entre la línea de mirada y la fuente luminosa deslumbrante disminuye o si la intensidad de la fuente luminosa aumenta. (Theeuwes et al, 2002).¹⁰

También debe ser reseñada la diferencia promedio que se obtiene entre el tiempo de reacción en presencia y en ausencia del deslumbramiento. Si se observa la figura 5, para cada luminancia de fondo se encuentra representado el TR con y sin deslumbramiento con cada lámpara. En ambas, el tiempo de reacción es superior en la presencia del deslumbramiento. Para explicar el aumento del TR con el deslumbramiento tenemos que remitirnos a los trabajos desarrollados por Boynton, Baker y Crawford^{11,12,13} sobre el curso temporal de la adaptación a la luz, donde los umbrales de detección aumentan inmediatamente tras la aparición de un deslumbramiento, por lo que el tiempo de reacción aumentará en la misma medida. Por otro lado, al producirse un deslumbramiento, la luz dispersa actúa como luminancia de velo reduciendo el contraste del estímulo, lo que contribuye al aumento del tiempo de reacción visual al estímulo.

Sin embargo, lo más llamativo de este experimento es que el tiempo de reacción es el mismo para ambas fuentes de deslumbramiento, independientemente de su TCC. Este hecho, además, viene respaldado también por la tabla 3, en la que se observa que el *discomfort glare* provocado por ambas lámparas es prácticamente igual (de 4,46 puntos de media para la lámpara de 2800K y de 4,23 puntos para la de 6500K). Cabría esperar, como Bullough (2002)⁵ describió,

Puesta a punto de un sistema de deslumbramiento con LED para el análisis de las tareas de conducción nocturna que la lámpara de mayor TCC (6500K, mayor emisión de longitudes de onda corta) provocará un deslumbramiento mayor, ya que en su estudio habla de cómo los conductores prefieren que otros vehículos utilicen faros con lámparas de TCC cálida (menor TCC). No obstante, la diferencia entre el trabajo de Bullough⁵ y el presente es que el primero presentaba los estímulo extrafoveales, donde los bastones juegan un rol fundamental especialmente en condiciones mesópicas, siendo más sensibles a iluminantes con mayor contenido en bajas longitudes de onda. Mientras que este trabajo muestra estímulos foveales, donde ambos sistemas de fotorreceptores (conos y bastones) participan activamente no dejándose influir por la composición espectral de la iluminancia. Sin embargo existe controversia en la literatura pues Friedland (2017)⁸ no encontró diferencias en su experimento, en el cual comparaba dos tipos de iluminantes (HID y halógenos) en sujetos jóvenes. El hecho de no encontrar diferencias entre una TCC y otra se debe a que el deslumbramiento de un sujeto no depende de la longitud de onda de la fuente luminosa, sino a la dispersión de la luz en el ojo provocada por los medios oculares. En este estudio, al igual que en el nuestro con iluminantes de tecnología LED, los sujetos seleccionados no presentan opacidades de medios y por tanto muestran una escasa dispersión ocular. Wooten (1987)¹⁴ llegó a una conclusión similar: en su experimento, también se obtenía la misma respuesta para dos lámparas de TCC distinta. Esta indiferencia entre la TCC de las lámparas puede deberse a que el ojo funciona como un difusor Gaussiano en el plano pupilar, dispersando la luz de forma aleatoria y poco homogénea a través de la lente del cristalino, del humor vítreo, del humor acuoso y de la córnea, con indiferencia de la longitud de onda de la luz emitida.

En resumen, para un mismo valor de iluminancia medido en el plano pupilar, la TCC del iluminante no influye en el TR de sujetos jóvenes con medios ópticos transparentes y en visión foveal, en condiciones representativas de la conducción nocturna.

Debemos tener en cuenta las limitaciones de este trabajo, ya que las medidas hechas en laboratorio no corresponden a las condiciones que presenta un conductor en la vida real, por lo que para extrapolar los resultados puede ser menos realista, ya que, este experimento se ha hecho solamente de forma monocular, y una persona normal está en condiciones binoculares siempre que conduce. Otro factor es la refracción: no todos los sujetos que hemos evaluado tienen su refracción corregida o debidamente corregida, además, la gafa de cada persona puede tener diferentes tratamientos y estar en diferentes condiciones, lo que puede aumentar el efecto del deslumbramiento. También influye el hecho de las condiciones ambientales y del vehículo: un parabrisas sucio, la niebla o la lluvia incrementan el deslumbramiento.

En esta línea de investigación y como líneas futuras, podría hacerse una comparación entre los tiempos de reacción entre sujetos jóvenes sanos con sujetos de mediana edad, con problemas de opacidad en los medios oculares u operados de catarata e implantados con lente intraocular, para así comprobar la interacción entre el deslumbramiento y las distintas condiciones de transmitancia.

7. CONCLUSIONES

1. - Se han caracterizado espectralmente dos lámparas de tipo LED con distinta temperatura de color (2800K y 6500K)
2. - Se ha incorporado un sistema de deslumbramiento en el montaje experimental existente para poder medir el tiempo de reacción visual con y sin deslumbramiento.
3. - Se han encontrado diferencias entre el tiempo de reacción obtenido sin deslumbramiento respecto del obtenido con deslumbramiento
4. - No se han encontrado diferencias entre los tiempos de reacción obtenidos con el deslumbramiento de la lámpara LED de 2800K respecto del de la lámpara LED de 6500K.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Gruber, N., Mosimann, U. P., Müri, R. M., & Nef, T. (2013). Vision and night driving abilities of elderly drivers. *Traffic Injury Prevention*, 14(5), 477–485.
2. A. M. Sáez Gutiérrez. LEDs cálidos o fríos: influencia sobre la función visual. Universidad de Valladolid. 2020.
3. Rea M, Deng L, Wolsey R. Light sources and color. www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightinganswers/lightsources/whatisCCT.asp# (16 de mayo de 2022).
4. Aslam, T. M., Haider, D., & Murray, I. J. (2007). Principles of disability glare measurement: an ophthalmological perspective. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 85(4), 354–360. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2006.00860.x> (16 de mayo 2022)
5. John D. Bullough, Zengwei Fu and John Van Derlofske. Discomfort and Disability Glare from Halogen and HID Headlamp Systems. *Sae Technical Paper Series*. 2002 March.
6. Bichão IC, Yager D, Meng J. Disability glare: effects of temporal characteristics of the glare source and of the visual-field location of the test stimulus. *Journal of the Optical Society of America A*. 1995 Oct 1;12(10):2252.
7. Ellis, R. R., Flanagan, J. R., & Lederman, S. J. (1999). The influence of visual illusions on grasp position. *Experimental Brain Research*, 125(2), 109–114
8. Friedland H, Snyckerski S, Palmer EM, Laraway S. The effectiveness of glare-reducing glasses on simulated nighttime driving performance in younger and older adults. *Cognition, Technology & Work*. 2017 Sep 30;19(4):571–86.
9. National Highway Traffic Safety Administration. NHTSA seeks public comment on headlight glare issues. <https://one.nhtsa.gov/portal/site/NHTSA/menuitem.554fad9f184c9fb0cc7ee21056b67789/?vgnnextoid=a282da1d732bff00VgnVCM1000002c567798RCRD&vgnnextchannel=c9f64dc9e66d5210VgnVCM100000656b7798RCRD&vgnnextfmt=default> (27 de mayo 2022)
10. Theeuwes, J., Alferdinck, J. W. A. M., & Perel, M. (2002). Relation between glare and driving performance. *Human Factors*, 44(1), 95–107.
11. R. Boynton, W. Bush, and J. Enoch, "Rapid changes in foveal sensitivity resulting from direct and indirect adapting stimuli," *J. Opt. Soc. Am.* 44, 56–60 (1954).
12. H. Baker, "The course of foveal light adaptation measured by the threshold intensity increment," *J. Opt. Soc. Am.* 39, 172–179 (1949). 9.
13. B. Crawford, "Visual adaptation in relation to brief conditioning stimuli," *Proc. R. Soc. London Ser. B* 134, 283–302 (1947)
14. Wooten BR, Geri GA. Psychophysical determination of intraocular light scatter as a function of wavelength. *Vision Research*. 1987 Jan;27(8):1291–8.

9. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer, en primer lugar, a la tutora que ha llevado este trabajo y que me ha ayudado con la investigación, Isabel Arranz de la Fuente por su gran labor y esfuerzo. También quiero agradecer a Beatriz Martínez Matesanz y Eduardo García por su ayuda en la elaboración de la toma de medidas y procedimientos.

Asimismo, también agradecer la ayuda de Miguel de la Rosa por su gran ayuda con todos los procedimientos estadísticos que se han llevado a cabo para este trabajo.

A todos los participantes, ya que, sin ellos, este trabajo no hubiera sido posible.

Y, sobre todo, y no menos importante, a mi familia y amigos, por apoyarme desde el primer momento y animarme a realizar este proyecto.

10. ANEXOS

10.1. Documento de consentimiento informado

 <p>HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO C/ Ramón y Cajal, 3 47005 - VALLADOLID</p>	<p>DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Versión 5 de 21-03-2014</p>	<p>Código: FO-P-07-04 Edición: 02 Unidad: iHCUV Fecha: 25/08/2014 Pág.: 1 de 4</p>	 <p>Sacyl LAMBDO CALIDAD Y BIEN</p>
--	---	--	--

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

Versión 5 de 26-05-2015

SERVICIO:

INVESTIGADOR RESPONSABLE: David Galarreta Mira / Cristina Beatriz Martínez
Matesanz / Isabel Arranz de la Fuente

TELÉFONO DE CONTACTO: 983420000- 292 / 983184557

EMAIL: davidgalarreta@hotmail.com / beatriz.martinez.matesanz@uva.es /
isabel.arranz.fuente@uva.es

NOMBRE DE LA LÍNEA DE TRABAJO: Visión e Iluminación

VERSIÓN DE DOCUMENTO: (Número de versión, fecha):


I) Finalidad de la línea de trabajo propuesta:

La catarata es una patología que afecta a la calidad de visión y empeora la visión nocturna. Este déficit se puede ver acentuado en las situaciones en las que la visión es muy importante como la conducción nocturna. El propósito de este estudio es determinar el efecto de distintos iluminantes LEDs en el tiempo de recuperación al deslumbramiento para condiciones de visión nocturna tras la cirugía de la catarata y la implantación de una lente intraocular.

Los resultados son beneficiosos para los participantes ya que arrojaran información sobre qué tipo de lente intraocular disminuye el deslumbramiento incapacitante en baja luminosidad en un entorno habitual como el de la conducción y qué tipos iluminantes producen mayor deslumbramiento. Estos resultados, además, ayudarán especialmente a las personas operadas de cataratas con lente intraocular encontrando las mejores condiciones durante la visión nocturna.

II) Algunas consideraciones sobre su participación:

Es importante que Vd., como participante en esta línea de trabajo, conozca varios aspectos importantes:

 <p>HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO C/ Ramón y Cajal, 3 47005 - VALLADOLID</p>	<p>DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Versión 5 de 21-03-2014</p>	<p>Código: FO-P-07-04 Edición: 02 Unidad: iHCUV Fecha: 25/08/2014 Pág.: 2 de 4</p>	 <p>Sacyl SALUD DE CASTILLA Y LEÓN</p>
--	---	---	---

- A) Su participación es totalmente voluntaria. Dentro del proceso de asistencia hospitalaria por su enfermedad, se realizará una encuesta clínica. Esta encuesta no interferirá con los procesos diagnósticos o terapéuticos que usted ha de recibir por causa de su enfermedad
- B) Puede plantear todas las dudas que considere sobre su participación en este estudio.
- C) No percibirá ninguna compensación económica o de otro tipo por su participación en el estudio. No obstante, la información generada en el mismo podría ser fuente de beneficios comerciales. En tal caso, están previstos mecanismos para que estos beneficios reviertan en la salud de la población, aunque no de forma individual en el participante.
- D) La información obtenida se almacenará en una base de datos, en soporte informático, registrada en la Agencia Española de Protección de Datos, según lo indicado en la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 15/1999), de 13 de diciembre). Los datos registrados serán tratados estadísticamente de forma codificada.
- E) En todo momento el participante tendrá derecho de acceso, rectificación o cancelación de los datos depositados en la base de datos siempre que expresamente lo solicite. Para ello deberá ponerse en contacto con el investigador principal. Los datos quedarán custodiados bajo la responsabilidad de los Investigadores Principales del Estudio, Cristina Beatriz Martínez Matesanz e Isabel Arranz de la Fuente
- F) Los datos serán guardados de forma indefinida, lo que permitirá que puedan ser utilizados por el grupo del investigador principal en estudios futuros de investigación relacionados con la línea de trabajo arriba expuesta. Dichos datos podrán ser cedidos a otros investigadores designados por el Investigador Principal para trabajos relacionados con esta línea, siempre al servicio de proyectos que tengan alta calidad científica y respeto por los principios éticos. En estos dos últimos casos, se solicitará antes autorización al CEIC (Comité Ético de Investigación Clínica) del Área de Salud Valladolid Éste.
- G) La falta de consentimiento o la revocación de este consentimiento previamente otorgado no supondrá perjuicio alguno en la asistencia sanitaria que Vd. recibe/recibirá.
- H) Es posible que los estudios realizados aporten información relevante para su salud o la de sus familiares. Vd. tiene derecho a conocerla y transmitirla a sus familiares si así lo desea.
- I) Sólo si Vd. lo desea, existe la posibilidad de que pueda ser contactado en el futuro para completar o actualizar la información asociada al estudio.

 <p>HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO C/ Ramón y Cajal, 3 47009 - VALLADOLID</p>	<p>DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Versión 5 de 21-03-2014</p>	<p>Código: FO-P-07-04 Edición: 02 Unidad: iHCUV Fecha: 25/08/2014 Pág.: 3 de 4</p>	 <p>Sacyl ANEXO 10/2017/03</p>
--	---	--	---

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE POR ESCRITO.

Estudio: Impacto de la tecnología LED sobre la percepción visual en iluminación mesópica tras la implantación de lentes intraoculares

Yo, _____

(nombre y apellidos de paciente ó representante legal)

He leído la información que me ha sido entregada.

He recibido la hoja de información que me ha sido entregada.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado del estudio con _____

(nombre y apellidos del investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1.- Cuando quiera.
- 2.- Sin tener que dar explicaciones.
- 3.- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Por la presente, otorgo mi consentimiento informado y libre para participar en esta investigación.

Accedo a que los médicos del HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID contacten conmigo en el futuro en caso de que se necesite obtener nuevos datos. ...SI..... NO (marcar con una X lo que proceda)

Accedo a que los médicos del HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID contacten conmigo en caso de que los estudios realizados sobre mis datos aporten información relevante para mi salud o la de mis familiares ...SI..... NO (marcar con una X lo que proceda)

Una vez firmada, me será entregada una copia del documento de consentimiento.

FIRMA DEL PACIENTE / REPRESENTANTE LEGA NOMBRE Y APELLIDOS FECHA

Yo he explicado por completo los detalles relevantes de este estudio al paciente nombrado anteriormente y/o la persona autorizada a dar el consentimiento en nombre del paciente.

FIRMA DEL INVESTIGADOR NOMBRE Y APELLIDOS FECHA

González, E.
Puesta a punto de un sistema de deslumbramiento con LED para el análisis de las tareas de conducción nocturna

 <p>HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO C/ Ramón y Cajal, 3 47100 - VALLADOLID</p>	<p>DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Versión 5 de 21-03-2014</p>	<p>Código: FO-P-07-04 Edición: 02 Unidad: iHCUV Fecha: 25/08/2014 Pág.: 4 de 4</p>	 <p>Sacyl SALUD DE CASTILLA Y LEÓN</p>
--	---	--	---

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE POR ESCRITO.

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO (CONTACTAR CON EL INVESTIGADOR PRINCIPAL)

Yo _____ revoco el consentimiento de participación en el estudio, arriba firmado con fecha

Firma:

10.2. Dictamen favorable



Avda. Ramón y Cajal, 3 - 47003 Valladolid
Tel.: 983 42 00 00 - Fax 983 25 75 11

gerente.hcuv@saludcastillayleon.es

COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS ÁREA DE SALUD VALLADOLID

Valladolid a 13 de enero de 2022

En la reunión del CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID ESTE del 13 de enero de 2022, se procedió a la evaluación de los aspectos éticos del siguiente proyecto de investigación.

PI 21-2521	IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA LED SOBRE LA PERCEPCIÓN VISUAL EN ILUMINACIÓN MESÓPICA TRAS LA IMPLANTACIÓN DE LENTES INTRAOCULARES	MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES I.P.: CRISTINA BEATRIZ MARTÍNEZ MATESANZ, ISABEL ARRANZ DE LA FUENTE EQUIPO: DAVID GALARRETA MIRA HCUV Y UVA
------------	--	---

A continuación, les señalo los acuerdos tomados por el CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID ESTE en relación a dicho Proyecto de Investigación:

Considerando que el Proyecto contempla los Convenios y Normas establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética, se hace constar el **informe favorable** y la **aceptación** del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos Área de Salud Valladolid Este.

Un cordial saludo.

Dr. F. Javier Álvarez.

CEIm Área de Salud Valladolid Este

Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Farmacología, Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid, c/ Ramón y Cajal 7, 47005 Valladolid
alvarez@med.uva.es, jalvarezgo@saludcastillayleon.es tel.: 983 423077

