



Universidad de Valladolid

Conducción y baja visión:

¿Es posible un cambio en la normativa actual?

Trabajo Fin de Máster
Máster en Rehabilitación Visual 2016-2017
Universidad de Valladolid

Autor: Claudia García López
Tutor: Joaquín Herrera Medina



AUTORIZACIÓN DEL TUTOR PARA LA EXPOSICIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

(Art. 6.2 del Reglamento de la UVA sobre la Elaboración y Evaluación del Trabajo Fin de Máster)

D./Dña. Joaquín Herrera Medina
en calidad de Tutor/a del alumno/a
D. /Dña. Claudia García López
del Máster en: Rehabilitación visual
Curso académico: 2016/2017

CERTIFICA haber leído la memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado
"Conducción y baja visión: ¿Es posible un cambio en la normativa actual?"
y estar de acuerdo con su exposición pública en la convocatoria de Julio

(indicar julio o septiembre)

En Valladolid a 12 de Junio de 2017

Vº Bº

Fdo.: Joaquín Herrera Medina
El/La Tutor/a

“All great truths begin as blasphemies”

George Bernard Shaw

*Con cada experiencia aprendemos algo nuevo.
Gracias por tu ayuda, paciencia y positividad*

Por una vida compartida y tu amistad

Por vuestra confianza y apoyo incondicional

- Índice -

1- Resumen	6
2- Introducción	7
3- Objetivos	10
4- Material y método	11
4.1- Diseño	11
4.2- Estrategia de búsqueda	11
4.3- Resultados de la Búsqueda y selección de documentos	12
5- Revisión bibliográfica	13
5.1- Factores que intervienen en la conducción	12
5.1.1- Funciones visuales y habilidades perceptivas implicadas en la conducción	13
5.1.1.1- Parámetros que definen la función visual	13
5.1.1.2- Habilidades visuales	14
5.1.1.3- Factores que inciden en la función visual	17
5.1.2- Factores cognitivos y de respuesta en conducción	19
5.1.2.1- La tarea de conducción	19
5.1.2.2- Control del vehículo	19
5.1.2.3- Percepción y conducción.....	19
5.1.2.4- La atención	20
5.1.2.5- La experiencia	22
5.1.2.6- El tiempo de reacción	22
5.1.2.7- Percepción del riesgo	22
5.2- Permisos de conducir en España y otros países	23
5.2.1- España	23
5.2.1.1- Clases de permisos	23
5.2.1.2- Vigencia de los permisos	23
5.2.1.3- Requisitos visuales	24
5.2.2- Estados Unidos	26
5.2.3- Europa	27
5.2.2.1- Requisitos visuales generales.....	27
5.2.3.2- La normativa en Países Bajos	28

5.3- Ayudas para la conducción	29
5.3.1- España	29
5.3.2- Otros países.....	30
5.3.2.1- Adaptaciones y restricciones generales	30
5.3.2.2- Biópticos	30
5.3.2.3- Prismas periféricos para la hemianopsia homónima	32
5.3.2.4- Otras ayudas ópticas	32
5.3.3- Ayudas basadas en la tecnología: perspectivas de futuro	33
5.3.3.1- Navegación mediante posicionamiento global (GPS)	33
5.3.3.2- Otras tecnologías.....	33
5.3.3.2- Vehículos autónomos	33
6- Discusión	35
6.1- Influencia de la deficiencia visual en la conducción	35
6.1.1- Pérdida de campo visual central	35
6.1.2- Pérdida de campo visual periférico: reducción concéntrica	37
6.1.3- Pérdida de campo visual: hemianopsias y cuadrantanopsias.....	39
6.2- Permisos de conducir en España y otros países. Justificación de requisitos visuales ..	40
6.2.1- Agudeza visual	40
6.2.2- Campo visual	41
6.2.3- Otros requisitos	42
6.3- Ayudas para la conducción: uso de biópticos	43
6.4- Posibles cambios en la normativa actual.....	45
7- Conclusiones	47
8- Bibliografía	49

1- Resumen

Título: Conducción y baja visión: ¿Es posible un cambio en la normativa actual?

Palabras clave: conducción baja visión, glaucoma, degeneración macular asociada a la edad, glaucoma, tasa de accidentes, permiso de conducir, test psicotécnicos.

Objetivo: El objetivo principal de este trabajo es conocer la situación de las personas con baja visión respecto a la conducción y las posibles aportaciones a la legislación actual.

Metodología: Se ha realizado una revisión bibliográfica obteniendo la información de las principales fuentes y bases de datos (Pubmed, Google Buscador, Scholar y Books, Biblioteca Digital de la Universidad de Valladolid) así como de otras como el BOE, la DGT, el INE o la ONCE, utilizando palabras clave y criterios temporales de búsqueda.

Revisión bibliográfica: Se describen las bases sobre los factores visuales y cognitivos que intervienen en la conducción, se analiza cuál es la normativa para obtener el permiso de conducción en España, Estados Unidos y Europa y finalmente se hace una revisión sobre las ayudas disponibles para la conducción.

Discusión: Se realiza una revisión de la literatura para determinar cómo influye la deficiencia visual en la conducción. Sobre legislación en materia de conducción, se discute en base a qué criterios se han establecido los requisitos visuales necesarios para obtener el permiso de conducir en España y otros países. También se debate la viabilidad y seguridad de los biópticos, un dispositivo aceptado en algunos países para que las personas con baja visión puedan obtener el permiso de conducir, y por último se proponen algunos cambios en la normativa actual española que permitirían conducir a algunas personas con discapacidad visual.

Conclusiones: La afectación de las habilidades visuales perceptivas más que de los parámetros que definen la función visual es lo que repercute en la conducción, y las pruebas visuales que se realizan actualmente en los test psicotécnicos no reflejan la verdadera demanda visual que implica esta tarea. La condición de baja visión puede afectar al desarrollo de una conducción segura en algunos casos, pero no en todos, y dada la discrepancia en los resultados encontrados en los estudios lo más recomendable es hacer una evaluación individualizada de cada persona que quiera optar a tener el permiso de conducir. Esta valoración particularizada para cada caso, junto al uso de biópticos y algunos tipos de restricciones, es lo que permite la conducción segura en personas con baja visión.

2- Introducción

Según el diccionario de la Real Academia Española, conducir es “guiar un vehículo automóvil”. Se trata de una definición sencilla para una tarea bastante compleja. Conducir requiere tener una serie de aptitudes psicofísicas, conocimientos teóricos así como aptitudes y comportamientos prácticos. Para verificar estas características existen las pruebas pertinentes que comprueban que los conductores poseen estos requisitos; si es así, las personas pueden obtener el privilegio de tener la licencia de conducción.

Esta cuestión es importante: conducir es un privilegio, no un derecho. Es interesante la reflexión que hace el Dr. Eli Peli¹, que explica que: *“[...] los derechos son suyos independientemente de la voluntad, los deseos, opiniones o los reglamentos de la administración de gobierno; los privilegios los otorga o deniega dicha administración. En cualquier momento, su privilegio de conducción puede ser revocado o revisado [...]”*. No obstante, muchas veces se habla del “derecho a conducir”, porque damos por hecho que es algo “nuestro”, que nos pertenece, y nos damos cuenta de que es un privilegio sólo si lo perdemos.

Para la superación de las pruebas de aptitud psicofísica necesarias para la obtención del permiso de conducir, es muy relevante la capacidad visual, pues la información que recibimos al conducir es eminentemente visual², por lo que no es de extrañar que se preste especial atención a este aspecto. El fin de estas pruebas es establecer unos mínimos necesarios — fundamentalmente en términos de agudeza y campo visual—, que tratan de garantizar la seguridad tanto del conductor como de las demás personas.

Los accidentes de tráfico en España son la tercera causa de fallecimiento prematuro en los varones y la cuarta en el caso de las mujeres. Además, los costes asociados a las víctimas (fallecidos o heridos hospitalizados) supusieron el 1% del PIB de España en el año 2015³. Estos datos, sumado a que tradicionalmente muchas lesiones y accidentes en la conducción se han relacionado con problemas visuales^{2,4}, hace que sea controvertido pensar en la idea de que sea posible la conducción por personas con baja visión. Estas creencias, sin embargo, no están basadas en datos científicos demostrados⁴, y de hecho con frecuencia se encuentran estudios que demuestran que es sí es posible la conducción segura en casos de personas con baja visión. Además, si se observa la normativa de otros países, hay lugares en los que por ley, con

o sin restricciones, se admite la conducción de personas con algún tipo de deterioro visual, que en España y en la mayoría de países europeos sería inadmisibles.

También es revelador que en los principales congresos de oftalmología y rehabilitación visual se preste atención a este tema, como ocurrió en el International Council of Ophthalmology (ICO) en 2006², así como en el evento Visión en la undécima Conferencia Internacional de Baja Visión de Australia en el año 2014⁵ y que también será un tema de debate en la próxima edición en La Haya⁶.

¿Por qué es importante plantearse que las personas con baja visión puedan conducir? La pérdida del privilegio de la conducción puede inducir al aislamiento, reducir la independencia, limitar el acceso a los servicios de salud y a otro tipo de servicios, así como a las oportunidades de trabajo, al ocio y a las relaciones sociales, especialmente en personas que eran conductoras con anterioridad a la pérdida visual. En definitiva, reduce la calidad de vida y se asocia a depresión, pérdida de autoestima y de estatus social^{4,7,8}. La sociedad actual requiere capacidad de desplazamiento, y sin permiso de conducir las soluciones son optar por el transporte público o depender de otra persona. Aunque en las ciudades cada vez está más extendido el uso del transporte público, uno de los medios de transporte más utilizados sigue siendo el automóvil particular. Esto es así porque pese a las muchas ventajas del transporte público, sigue presentando desventajas que solo se pueden suplir mediante el uso del transporte privado. Algunas de las desventajas serían la falta del mismo en áreas periféricas a los núcleos urbanos o en zonas rurales, la limitación de horarios, la restricción del transporte de equipaje, la saturación que presentan especialmente en algunas franjas horarias, etc.

La legislación actual permite la adaptación de vehículos para personas con discapacidades motoras, pero en el caso concreto de la discapacidad visual no se admiten prácticamente adaptaciones en el vehículo ni se da la posibilidad de demostrar que pese a la discapacidad visual la persona es capaz de conducir con seguridad, ni existe posibilidad de conducción bajo unas condiciones especiales (sólo de día, en trayectos determinados, a una velocidad reducida, etc.). Es un tema que genera controversia, pues el fin último de estas restricciones es garantizar la seguridad. Sin embargo, actualmente ya se están planteando modelos de automóviles con conducción automatizada, sin intervención de la persona en la conducción, que cada vez están más incentivados, lo que contradice a las normas actuales.

A todo esto hay que añadir que es un hecho que la población está envejeciendo, debido al aumento de la esperanza de vida —en el año 2015 en España, para ambos sexos, era de 82.7

años⁹, y se prevé que para el año 2063 sea de 92.6 años¹⁰— y las causas más importantes de pérdida visual en los países desarrollados están precisamente asociadas a la edad¹¹. Además, los mayores llevan estilos de vida cada vez más activos en la actualidad. Por tanto, cada vez será más relevante plantearse la necesidad de pensar en propuestas que permitan la adaptación de vehículos y de ayudas visuales así como de restricciones especiales que puedan promover el privilegio a realizar una actividad tan demandada como es la conducción.

3- Objetivos

- Describir y explicar cuáles son las funciones implicadas en la conducción, y cómo el deterioro o afectación de las mismas repercuten en la realización de esta tarea.
- Realizar una revisión bibliográfica sobre estudios que analicen cómo afecta la baja visión (en aspectos como disminución de agudeza visual, campo visual, escotomas) a la conducción, en habilidades concretas relacionadas con la misma, si tienen o no más riesgo de tener accidentes, etc.
- Describir la legislación actual en materia de conducción y visión en España y en otros países.
- En los países que permitan la conducción con baja visión analizar cuáles son las ayudas visuales o estrategias que les permiten tener el permiso de conducir.
- Proponer cambios posibles en la normativa actual que permitan la conducción para personas con baja visión.

4- Material y método

4.1 – Diseño

Se ha realizado una revisión bibliográfica de artículos científicos y libros relacionados con el tema de estudio en las principales fuentes y bases de datos biomédicas: Pubmed, Medline, Google Scholar, Google Books, así como la Biblioteca digital de la Universidad de Valladolid; también se han utilizado buscadores generales como Google buscador, y se han obtenido datos e información de la página web de la Dirección General de Tráfico (DGT), el Boletín Oficial del Estado (BOE), el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la página web de la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). También se han consultado algunos libros de los que ya disponíamos.

4.2- Estrategia de búsqueda

La búsqueda de bibliografía se ha realizado principalmente mediante el uso de Internet en inglés, puesto que la mayor parte de los contenidos de Internet están en este idioma¹² y la mayoría de los artículos científicos están publicados en inglés por ser la lengua vehicular de la ciencia. También se realizaron búsquedas en español, aunque como se esperaba, se encontraron muchos menos resultados en este idioma.

Para la realización de las búsquedas se emplearon criterios temporales (artículos de los últimos 5 años), filtros de búsqueda de artículos libres, y palabras clave junto a la utilización de los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT”, siendo el primero el más empleado para otorgar mayor especificidad a las búsquedas.

Una vez realizada cada búsqueda se hizo un primer cribado de artículos mediante la lectura del título, si se consideraba directamente relacionado con el tema de estudio era seleccionado, de lo contrario era descartado. De esta selección se hizo una lectura del resumen, lo que supuso un nuevo filtrado, y finalmente de los artículos seleccionados se realizó una lectura crítica para dar lugar a la selección final.

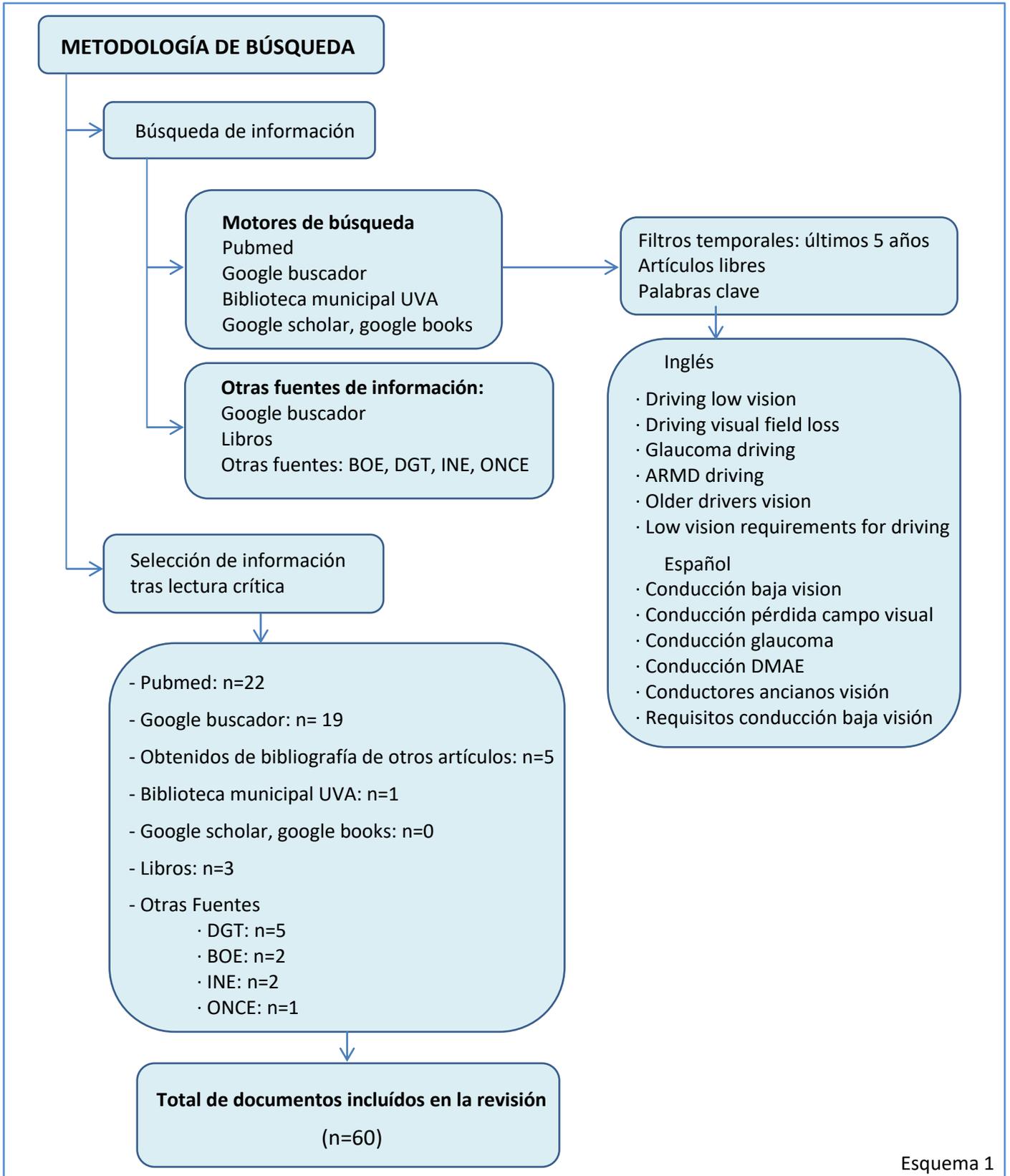
De los artículos encontrados se revisó la bibliografía y se añadieron los que se consideraron relevantes, aunque estuvieran publicados hace más de 5 años.

También se realizaron búsquedas de bibliografía necesaria para referenciar algunos contenidos específicos del trabajo.

4.3- Resultados de la Búsqueda y selección de documentos

En el Esquema 1 se detalla el proceso de selección realizado mediante un diagrama.

La primera base de datos utilizada para buscar artículos fue PubMed. A continuación se utilizaron los demás buscadores mencionados, si en estos se encontraban artículos ya seleccionados previamente en PubMed fueron omitidos en la contabilización.



5- Revisión bibliográfica

5.1- Factores que intervienen en la conducción

5.1.1 – Funciones visuales y habilidades perceptivas implicadas en la conducción¹³

En las personas sin discapacidad visual el aprendizaje se basa fundamentalmente en la visión. Hay estimaciones que indican que entre el 80 y el 90% de la información se obtiene a través de este sentido, al ser el canal principal de entrada de información: permite captar información y anticipar acontecimientos. Esto es fundamental en la conducción: se produce una continua retroalimentación visual, pues las características del medio, la velocidad, dirección, el tiempo para colisionar con un objeto, etc. se tienen en cuenta en la toma de decisiones que continuamente tiene que realizar el conductor.

Ver no es lo mismo que percibir. Si el ojo y las vías cerebrales están sanos, involuntariamente se tiene visión, pero no así percepción, que requiere aprendizaje. Para tener percepción visual es necesario que la información que llega a la retina se transmita hacia el cerebro, donde se selecciona, ordena, asocia y compara, utilizando las experiencias previas.

5.1.1.1- Parámetros que definen la función visual

a) Agudeza visual

La agudeza visual (AV) es la medida de la capacidad del sistema visual para detectar, reconocer o resolver detalles espaciales en un test de alto contraste y con un buen nivel de iluminación. Se mide por el objeto más pequeño que el ojo puede distinguir, e influyen el tamaño real del objeto, la distancia desde este al ojo, su iluminación y contraste con el fondo¹³.

Sin embargo, cuando la agudeza se relaciona con objetivos móviles, se denomina Agudeza Visual Dinámica (AVD), para distinguirla de las medidas de AV con objetos estáticos. Se sabe que la AVD disminuye a medida que la velocidad del objetivo aumenta¹⁴. Es una medida que parece proporcionar valores más predictivos de una conducción segura que la AV estática, pero su evaluación en los test psicofísicos realizados para obtener la licencia de conducción no está implantada^{8,15}.

b) Campo visual

El campo visual (CV) es la región del espacio que puede determinarse con la mirada fija en una determinada posición. El CV presenta dos zonas diferenciadas: la central y la periférica. Por campo central se entiende la región que se extiende unos 30º alrededor de la fóvea, y proporciona información de las formas, los detalles y los objetos, así como de la posición de estos. El CV periférico abarca el resto del campo; es importante para analizar las relaciones espaciales y favorecer los desplazamientos¹³, y la disminución del mismo, en enfermedades como el glaucoma, se relaciona con mayores probabilidades de accidentalidad¹⁶.

c) Sensibilidad al contraste

El contraste es la diferencia de luminancias entre la figura y el fondo donde se sitúa. El umbral de contraste es la menor cantidad de contraste necesario para poder ver un objeto. La sensibilidad al contraste (SC) es la inversa del umbral de contraste, y es la capacidad para percibir objetos, que aun pudiendo ser vistos por su tamaño, tienen poca diferencia de luminancia. No siempre está asociada a una disminución de AV, y su pérdida puede suponer un problema significativo a la hora de realizar gran parte de las actividades de la vida cotidiana^{13,17}.

Estudios realizados sugieren que es uno de los factores más determinantes a la hora de tener accidentes de tráfico relacionados con la visión¹⁸.

d) Visión cromática

Facultad de la visión para el reconocimiento del color, como resultado de los cambios que se producen en los pigmentos de los conos de la retina, los cuales reaccionan a variaciones en la intensidad de la luz roja, verde y azul¹³.

5.1.1.2- Habilidades visuales

a) Movimientos oculares¹⁹

Hay cuatro tipos básicos de movimientos oculares: sacádicos, movimientos suaves de seguimiento, vergencias, y movimientos vestíbulo-oculares:

- Sacádicos: son movimientos rápidos que cambian rápidamente el punto de fijación. Varían en amplitud desde pequeños movimientos que se hacen por ejemplo al leer,

hasta otros más amplios que se realizan cuando se mira en un espacio mayor como una habitación o al conducir. Se pueden realizar de forma voluntaria, y en algunas situaciones se hacen de forma involuntaria.

- Movimientos suaves de seguimiento: son movimientos mucho más lentos, y su función es mantener un estímulo en movimiento en la fóvea. El control de este movimiento es voluntario en tanto que el observador decide si sigue o no el estímulo en movimiento, pero sólo observadores altamente capacitados pueden hacer el movimiento de seguimiento en ausencia del estímulo en movimiento.

- Vergencias: los movimientos de vergencias alinean la fóvea de cada ojo con objetivos situados a diferente distancia del observador. Implican convergencia o divergencia de la línea de mirada de cada ojo, para ver un objeto que está más cerca o más lejos.

- Movimientos vestibulo-oculares: compensan el movimiento de la cabeza o de los estímulos para mantener la mirada fija sobre el estímulo.

b) Visión binocular¹⁷

La visión binocular es aquella que se obtiene con el uso simultáneo de ambos ojos y la fusión a nivel del cerebro de sus respectivas imágenes. Se establecen cuatro niveles de binocularidad: el primero es la estereopsis, que proporciona la percepción tridimensional, el segundo la fusión plana, que indica la fusión de imágenes y campos sin estereopsis, el tercero la visión simultánea, que es la visión binocular sin fusión y el cuarto la supresión, o fijación monocular.

El primer nivel, la estereopsis, es la capacidad de ver los objetos tridimensionalmente y percibir la distancia a la que se encuentran, por lo que da información muy útil al conductor. No obstante, sujetos con visión monocular pueden utilizar “pistas” monoculares que le proporcionen información sobre la distancia a la que se encuentran los objetos (tamaño aparente, color y nitidez del objeto, luces y sombras, etc.) pero esta información no es tan precisa como la que proporciona la estereopsis.

c) Habilidades de eficacia visual¹³

- Fijación: capacidad para dirigir y mantener la mirada sobre un objeto, para que la imagen del mismo se proyecte en el centro de la fóvea.

- Seguimiento: facultad para perseguir con los ojos y/o la cabeza el desplazamiento de un objeto, manteniendo el cuerpo fijo o en movimiento.

- Cambio de mirada: habilidad para cambiar la fijación de un punto a otro.
- Enfoque: capacidad para mantener la imagen nítida a diferentes distancias, cambiando de lejos a cerca, y viceversa, cómodamente y durante el tiempo necesario.

d) Habilidades de campo visual¹³

Estas habilidades están relacionadas con la atención y la búsqueda. Es muy importante la visión periférica, es decir, la capacidad para ver e identificar lo que está alrededor del objeto o suceso principal. En este grupo se incluyen las habilidades de localización y exploración.

- Localización: pericia necesaria para encontrar algo en un espacio determinado.
- Exploración: reconocimiento sistemático de un objeto o entorno con una finalidad concreta.

e) Habilidades de análisis y procesamiento de la información visual¹³

- Discriminación: reconocimiento de los rasgos diferenciadores: distinciones y semejanzas y cambios de forma, orientación y color en los objetos.
- Distinción figura-fondo: la imagen está integrada por la figura (elemento central o foco de atención) y el fondo (se percibe como impreciso e indiferenciado). Esta habilidad permite priorizar la figura respecto de su fondo.
- Constancia de la forma: reconocimiento de un objeto desde cualquier posición espacial y a pesar de las variaciones de medida, color, forma, detalles, etc., ya sea visualizado de forma real o representado mediante un dibujo o fotografía.
- Cierre visual: Esta capacidad permite reconocer un objeto a pesar de no contar con todos los detalles que lo definen.
- Memoria visual: “almacén” en el que se conservan imágenes vistas con anterioridad para recordarlas y reconocerlas en diferentes contextos.
- Coordinación óculo-manual: Permite dirigir los movimientos de la mano por la visión.

f) Adaptación a cambios de iluminación

Si a un sujeto se le presenta un campo luminoso que luego desaparece, la sensibilidad retiniana de este sujeto necesita un tiempo para recuperar su estado inicial. Este tiempo, en el que recupera su sensibilidad retiniana absoluta, es lo que se denomina

tiempo de adaptación a la oscuridad²⁰. El deslumbramiento disminuye visibilidad, y se produce durante la conducción nocturna, en la que es frecuente que haya cambios bruscos de luminancia por ejemplo debido a las luces de un automóvil que viene en dirección contraria o al salir hacia una carretera poco iluminada, y también en la entrada a un túnel.

5.1.1.3- Factores que inciden en la función visual¹³

a) Relacionados con la patología ocular

- Pérdida de campo visual central: se produce un escotoma central, donde la visión está reducida o es nula, permaneciendo el campo periférico intacto. El tamaño del escotoma puede variar desde un diámetro inferior a un grado o abarcar prácticamente todo el campo visual central.

Las personas con estoma central tienen dificultades en actividades que requieran la visión de detalle: lectura de los tamaños habituales de letra, escribir, coser, ver la televisión, reconocer caras, etc. La visión de los colores puede estar alterada.

La causa más común de pérdida de campo visual central es la DMAE, que además es la primera causa de ceguera en los países desarrollados⁷.

- Pérdida de campo visual periférico: el CV periférico se emplea principalmente en la movilidad, es útil para detectar obstáculos y evitarlos. Las alteraciones pueden ser de dos tipos: reducción concéntrica o hemianopsias.

- Reducción concéntrica: algunas patologías como retinosis pigmentaria y glaucoma originan pérdida de visión periférica y por tanto reducción campimétrica. Las personas que lo padecen tienen problemas en la orientación y movilidad, en el cálculo de distancias y suelen padecer ceguera nocturna, deslumbramiento y problemas de adaptación a los cambios de iluminación. Tienen menos dificultad para leer textos y ver detalles pequeños, aunque también pueden tener problemas dependiendo del CV restante y si la mácula está afectada o no.

- Hemianopsias: es la pérdida de la mitad del CV debido a lesión del nervio óptico, ocasionado por traumatismos, tumores, etc. Las características funcionales dependen del tipo de hemianopsia, en función del lugar del nervio óptico que se

haya afectado: homónima derecha o izquierda, altitudinales, con respeto macular o no, etc.

- Visión borrosa sin alteraciones en el campo visual: las patologías asociadas a visión borrosa son muy variadas, asociadas a alteraciones en córnea, pupila, cristalino (catarata), afectación foveal y retiniana. Las personas que la padecen tienen problemas en actividades que requieran ver el detalle y más cuando el contraste es bajo. Pueden tener también afectación de la percepción del color y deslumbramiento.

- Nistagmus: es un trastorno que consiste en la presencia de movimientos rápidos, involuntarios y repetidos de uno o los dos ojos. Según el tipo de movimiento, puede ser pendular, si siempre tienen la misma velocidad en cada dirección, o en resorte, formado por un movimiento lento en una dirección y uno rápido en otra; también pueden ser mixtos. La afectación visual depende del tipo de nistagmus. Si es pendular, no hay sensación de que el objeto se está moviendo; en los otros dos tipos el desplazamiento de los objetos dificulta la visión, y la fijación resulta difícil.

b) Otros factores

- Edad: con la edad, se producen cambios anatómicos y fisiológicos en el sistema óptico y los niveles neuronales, que afectan a diferentes aspectos del proceso visual, como la visión espacial y temporal, la visión del color y la acomodación²¹. Son más comunes patologías oculares como las citadas en el apartado anterior (DMAE, glaucoma, cataratas). Ciertos tipos de deficiencias visuales sensoriales y de procesado se han relacionado en conductores mayores con disminución en el rendimiento de la conducción y aumento de la accidentalidad¹¹.

- Fatiga: es un estado subjetivo (cansancio) y/o disminución del rendimiento que se puede medir de forma objetiva (por ejemplo, aumento del tiempo de reacción). Se produce un deterioro de la habilidad de conducir debido a pérdida de atención, tiempos de reacción más lentos, deterioro del juicio, mayor probabilidad de quedarse dormido, etc. Las causas son largos periodos de vigilia, cantidad y/o calidad de sueño inadecuados, esfuerzo físico o mental, interrupción de los ritmos circadianos, estrés ambiental (calor, ruido, vibraciones...) ²².

5.1.2- Factores cognitivos y de respuesta en conducción²³

5.1.2.1- La tarea de conducción

La conducción se desarrolla en tres niveles de actividad: nivel de control (por ejemplo, la acción de frenar), nivel táctico (girar en un cruce) y nivel estratégico o de planificación (como la planificación de rutas).

Todos implican mantener el vehículo en una trayectoria determinada, maniobrar y la navegación o planificación de un desplazamiento, pero cada uno tiene una complejidad diferente. Así, es más fácil realizar la acción de frenar que girar, y a su vez es más difícil planificar una ruta. Además, el tiempo que conlleva cada nivel también difiere, siendo las tareas más sencillas acciones que se pueden desarrollar en milisegundos hasta las más complejas que llevan más tiempo.

5.1.2.2- Control del vehículo

El control del vehículo se entiende como bidimensional. Por un lado, se considera la tarea de control lateral del vehículo y por otro la tarea longitudinal: el control lateral hace referencia al control de la posición del vehículo en el carril, y el longitudinal se refiere al mantenimiento de la velocidad.

5.1.2.3- Percepción y conducción

La conducción está determinada por factores perceptivos, fundamentalmente debidos a la predominancia de la retroalimentación visual, la adaptación a la velocidad y la percepción del tiempo para contactar.

a) Retroalimentación visual

El sentido de la visión es el único capaz de proporcionar información útil para que el conductor anticipe sus acciones durante la conducción. La visión proporciona información sobre las características del entorno, su posición relativa en cada instante, la orientación respecto a elementos clave del entorno, la velocidad y dirección del desplazamiento así como del tiempo que resta para contactar con algún objeto.

b) Dirección de desplazamiento

Un observador que se desplaza percibe cambios en la imagen del medio. Estos cambios implican el acercamiento a una superficie, el alejamiento de otra y un desplazamiento lateral. La imagen de los objetos situados a ambos lados se mueve en dirección contraria a la dirección de desplazamiento. Así, los cambios en la dirección de desplazamiento producen cambios en la imagen del medio. Esto sucede cuando nos desplazamos en el ambiente, ya sea caminando o al utilizar un vehículo. Dichos cambios en la estimulación que llega a la retina pueden utilizarse para controlar hacia qué parte del ambiente nos movemos y así controlar la trayectoria de desplazamiento.

c) Tiempo que resta para contactar con algún objeto, o tiempo de colisión

Este parámetro especifica el tiempo restante para que un observador choque con una superficie hacia la que se aproxima a una velocidad constante. Por tanto, informa al conductor del tiempo que tardaría en alcanzar un punto determinado de su trayectoria. Estudios realizados muestran que los conductores realizan una infraestimación sistemática del tiempo para la colisión, y también aumenta en casos de fatiga²².

d) Adaptación a la velocidad

Al conducir durante un tiempo prolongado, especialmente en vías rápidas, se pueden dar situaciones en las que hay que reducir la velocidad; en este momento, ésta parecerá menor de lo que realmente es. Es lo que se conoce como fenómeno de adaptación a la velocidad, y se produce porque “la exposición a una estimulación continua (sin variaciones) hace que se reduzca la capacidad de respuesta de los mecanismos nerviosos sensibles a la proyección del flujo óptico en la retina”. Las consecuencias de este fenómeno son que se circula más rápido al reducirse la sensación de velocidad.

5.1.2.4- La atención

Al realizar cualquier tarea cotidiana, el sistema cognitivo recibe mucha cantidad y tipos de información de los diferentes sentidos, que debe procesar, organizar y seleccionar. Un aspecto de la capacidad cognitiva es la atención, que consigue obtener la máxima eficiencia en ese procesamiento de la información.

La atención se caracteriza porque implica una serie de cambios fisiológicos conocidos como alerta o activación, tiene además una capacidad y es selectiva, capaz de utilizar la información más relevante para la realización de una determinada tarea.

Es por tanto un aspecto importante en una tarea compleja como es la conducción, en la que el sujeto recibe mucha información de forma constante.

Además existen distintos tipos de atención: selectiva, dividida y sostenida. Nos centraremos en las dos primeras, por ser las más relacionadas con la función visual y la conducción.

a) Atención selectiva y fijación visual

La atención selectiva se centra en ciertos aspectos ambientales, los estímulos más relevantes, respuestas a ejecutar e ignorancia de cierta información, por ser irrelevante, distractora o incompatible con los aspectos relevantes.

El CV central es el responsable de la percepción del detalle. Los estímulos relevantes deben recaer en la fóvea, zona de máxima AV. Es importante tener en cuenta en qué partes de la escena se realiza la fijación visual y su duración. Estos parámetros varían en función de factores como el tipo de vía (recta, en curva, zonas urbanas o periféricas, etc.) o la experiencia.

Como se trató en el apartado 5.1.1.2 sobre las habilidades visuales, la exploración es otra de las habilidades del CV, y depende de la experiencia. Los estudios demuestran que los conductores experimentados no realizan tantas fijaciones en zonas periféricas o laterales, sino que las fijaciones están más limitadas al eje vertical, mostrando más confianza en la visión periférica, y pueden prescindir de analizar estimulación secundaria y acelerar así la búsqueda visual. Así, se observa un efecto aprendizaje o de experiencia en la exploración.

b) Atención dividida^{23,24}

Durante la conducción, especialmente en medio urbano, se deben controlar muchos factores: trayectoria del vehículo, atención a otros coches, señales, peatones, etc. haciendo uso de la información de la retina central y periférica, produciendo una mayor “carga mental”.

La desviación de la atención del campo visual atencional puede resultar crítico para que surja una situación peligrosa cuando la cantidad de tiempo que dura esa

circunstancia excede un límite razonable. Así, se produce una interferencia de tareas secundarias.

Esa desviación de la atención a tareas secundarias, puede ser de índole visual, auditivo o cognitivo (por ejemplo, desviar la atención para consultar un mapa, ver un cartel publicitario, escuchar la radio, etc.) puede producir una distracción, y el potencial peligro de esta situación es proporcional a la velocidad del vehículo.

La atención dividida se tiene en cuenta en la evaluación del rendimiento de la conducción en algunas pruebas como el UFOV (Useful Field Of View) que se considera una prueba muy útil ya que puede predecir el riesgo de colisión de automóviles^{25,26}.

5.1.2.5- La experiencia

A nivel visual, la experiencia contribuye a poder obtener más fácilmente la información visual relevante con objeto de adaptarse a las condiciones de la situación del tráfico y se observan diferencias en la duración de las fijaciones oculares, la variabilidad de las posiciones de las fijaciones o el patrón de exploración realizado²⁷.

5.1.2.6- El tiempo de reacción^{23,24}

Es el tiempo que transcurre entre la aparición de un estímulo y el inicio de la respuesta a ese estímulo. Depende del número de estímulos y del grado de incertidumbre acerca de su aparición.

5.1.2.7- Percepcion del riesgo

Es la habilidad de detectar, identificar y reaccionar ante una situación de riesgo mientras se conduce. Una situación de riesgo es aquella que lleva al conductor a estar alerta ante un imprevisto que le puede obligar a tomar una decisión: reducir la velocidad, frenar, cambiar de dirección...²⁸

Es el factor que parece tener mayor relación con los accidentes, por lo que una buena habilidad en la percepción del riesgo es importante para evitarlos. Los conductores experimentados son capaces de percibir los riesgos antes y con mayor precisión que los noveles, por lo que es una habilidad que debe entrenarse y adquirirse para conseguir una conducción segura.

Además de la experiencia, la percepción del riesgo varía según distintas características personales. Por ejemplo, la edad es una de ellas: los jóvenes perciben menos peligro que los mayores^{23,24}.

5.2- Permisos de conducir en España y otros países

Como se ha visto en el apartado 5.1, son muchos los factores que intervienen en la conducción, tanto características personales como cognitivas y visuales. Es la visión el sentido que proporciona la información determinante para una conducción segura², y por este motivo se establecen unos mínimos requerimientos visuales por las autoridades de cada país.

A continuación se detallan los requisitos visuales para España, Estados Unidos y Europa.

5.2.1- España

La legislación nacional vigente sobre el Reglamento General de Conductores es el Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo²⁹, actualizado con la Orden PRE/2356/2010, de 3 de septiembre, por la que se modifica el Anexo IV del Reglamento³⁰.

5.2.1.1- Clases de permisos²⁹

Existen muchas clases de permisos de conducir, dependiendo, principalmente, del tipo de vehículo (ciclomotor, motocicleta, automóvil, tractor, etc.), la masa máxima autorizada, la edad mínima necesaria y la experiencia para requerirlo.

Estas categorías se engloban en dos grupos:

- El grupo 1 comprende las categorías AM, A1, A2, A, B o B + E.
- El grupo 2 comprende las categorías BTP, C1, C1 + E, C, C + E, D1, D1 + E, D o D + E.

5.2.1.2- Vigencia de los permisos²⁹

El permiso de conducción del grupo 2 tendrá un período de vigencia de cinco años mientras su titular no cumpla los sesenta y cinco años y de tres años a partir de esa edad.

El permiso de las clases restantes y la licencia de conducción, cualquiera que sea su clase, tendrán un período de vigencia de diez años mientras su titular no cumpla los sesenta y cinco años, y de cinco años a partir de esa edad.

El período de vigencia de las diversas clases de permiso y licencia de conducción señalado en los apartados anteriores podrá reducirse si, al tiempo de su concesión o de la prórroga de su vigencia, se comprueba que su titular padece una enfermedad o deficiencia que es susceptible de agravarse, si bien de momento no impide la renovación.

5.2.1.3- Requisitos visuales³⁰

Las condiciones visuales susceptibles a ser exploradas son la AV, el CV, la presencia de afaquias o pseudofaquias, la SC, la motilidad palpebral, la motilidad del globo ocular y el deterioro progresivo de la capacidad visual. Para cada una de ellas, se detallan los criterios de aptitud para obtener o prorrogar el permiso de conducción y las adaptaciones, restricciones y otras limitaciones en personas, vehículos o de circulación en permiso o licencia sujetos a condiciones restrictivas.

De todo ello, se destacarán las condiciones más importantes, que tras el análisis de la legislación en otros países serán sometidos a comparativa.

a) Agudeza visual: en la Tabla I se especifican los criterios de aptitud y las adaptaciones y restricciones.

b) Campo visual: en la Tabla II se especifican los criterios de aptitud; no se admiten adaptaciones y restricciones.

c) Sensibilidad al contraste: para ambos grupos no deben existir alteraciones significativas en la capacidad de recuperación al deslumbramiento ni alteraciones de la visión mesópica. En el caso de padecer alteraciones de la visión mesópica o del deslumbramiento, se deberán establecer las restricciones y limitaciones que, a criterio oftalmológico sean precisas para garantizar la seguridad en la conducción. En todo caso se deben descartar patologías oftalmológicas que originen alteraciones incluidas en alguno de los restantes apartados sobre capacidad visual.

d) Deterioro progresivo de la capacidad visual: para el grupo I, cuando no impidan alcanzar los niveles fijados en los apartados de AV, CV, SC, motilidad palpebral, afaquias y pseudofaquias y motilidad del globo ocular, y los reconocimientos periódicos a realizar fueran por período inferior al de vigencia normal del permiso o licencia, el período de vigencia se fijará según criterio médico. En el grupo II no se admiten enfermedades progresivas que deterioren la capacidad visual.

Criterios de aptitud		Adaptaciones y restricciones	
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Se debe poseer, si es preciso con lentes correctoras, una agudeza visual binocular de, al menos, 0,5.	Se debe poseer, con o sin corrección óptica, una agudeza visual de, al menos, 0,8 y, al menos, 0,1 para el ojo con mejor agudeza y con peor agudeza respectivamente. Si se precisa corrección con gafas, la potencia de éstas no podrá exceder de + 8 dioptrías.	No se admiten	No se admiten
No se admite la visión monocular.	No se admite la visión monocular.	Con AV en el ojo mejor de 0,5 o mayor, y más de 6 meses de antigüedad en visión monocular, podrán obtener o prorrogar permiso, siempre que reúna las demás capacidades visuales. Período de vigencia se fijará según criterio médico. Espejo retrovisor exterior a ambos lados del vehículo y espejo interior panorámico o, en su caso, espejo retrovisor adaptado.	No se admiten

Tabla I

Criterios de aptitud	
Grupo 1	Grupo 2
Si la visión es binocular, el campo binocular ha de ser normal. En el examen binocular, el campo visual central no ha de presentar escotomas absolutos en puntos correspondientes de ambos ojos ni escotomas relativos significativos en la sensibilidad retiniana.	Se debe poseer un campo visual binocular normal. Tras la exploración de cada uno de los campos monoculares, estos no han de presentar reducciones significativas en ninguno de sus meridianos. En el examen monocular, no se admite la presencia de escotomas absolutos ni escotomas relativos significativos en la sensibilidad retiniana.
Si la visión es monocular, el campo visual monocular debe ser normal. El campo visual central no ha de presentar escotomas absolutos ni escotomas relativos significativos en la sensibilidad retiniana.	No se admite la visión monocular.

Tabla II

5.2.2- Estados Unidos

En Estados Unidos la legislación varía según el Estado. Los parámetros más comunes que se evalúan son la AV sin corrección, con corrección y CV horizontal monocular o binocular. Se encuentran diferencias en la AV requerida, la condición de monocularidad, el tiempo de vigencia, los requisitos de renovación del permiso, la posibilidad de uso de biópticos, etc^{31,32}.

5.2.2.1- Tipos de licencias³¹:

a) Sin restricciones: permite conducir sin lentes compensadoras, en todas las condiciones (día/noche, velocidad, sin espejos retrovisores adicionales, etc.).

b) Con restricciones: por ejemplo, permitiendo la conducción sólo durante el día, para un propósito determinado, en un radio de km establecido, etc.

c) Uso de biópticos: hay 45 estados³³ que permiten la conducción con esta ayuda. La AV requerida obtenida con el sistema varía según el Estado, entre 20/70 y 20/40, y lo mismo ocurre con la AV obtenida a través de la lente convencional, entre 20/100 y 20/200.

d) Licencia bajo revisión individual: en algunos Estados, se puede obtener la licencia bajo restricciones aunque se tengan limitaciones de AV o CV demostrando la habilidad para conducir de forma segura.

5.2.2.2- Agudeza visual^{2,32}

En general, la AV establecida como mínima es de 20/40 (0.5 decimal). Aunque hay estados como Georgia cuyo requerimiento es AV de 20/60 (0.33) en al menos un ojo, o Nueva Jersey con 20/50 (0.4).

5.2.2.3- Campo visual^{2,32}

En este aspecto, la variabilidad es aún mayor, con Estados que no aplican restricciones de CV, como California o Louisiana, siendo un total de 16 de los 50 Estados. De los restantes 34, 15 estipulan el CV horizontal binocular de 140º, y los

demás varían de 105 a 130º. Sólo Kentucky tiene requerimiento de CV vertical: 25º por encima y por debajo del punto de fijación.

5.2.3- Europa

5.2.2.1- Requisitos visuales generales

En Europa los requisitos para la obtención de la licencia de conducir están supeditados por los estándares mínimos establecidos por la Unión Europea (UE). En esta norma, la AV binocular debe ser al menos de 0.5 (escala decimal) con o sin corrección, y el CV binocular no debe ser inferior a 120º en el plano horizontal. En casos de visión monocular, se debe tener como mínimo una AV de 0.6. Además, se debe certificar que la monocularidad lleva establecida un tiempo suficiente que haya permitido la adaptación, y el CV debe ser normal. Si se detecta una enfermedad ocular progresiva se harán controles médicos con mayor regularidad para la renovación de la licencia. Se admiten excepciones en casos debidamente justificados mediante un juicio clínico favorable y la realización y superación de test prácticos. Además, se presta atención a la función visual, la recuperación del deslumbramiento, la SC y la visión nocturna^{31, 34}.

Para los conductores del grupo 1, la concesión de licencias puede considerarse en "casos excepcionales" en los que no se pueda cumplir el estándar de CV o la norma de AV; En tales casos, el conductor debe someterse a un examen por una autoridad médica competente para demostrar que no hay otro impedimento de la función visual, incluido el deslumbramiento, la SC y la visión crepuscular. El conductor o solicitante también debe someterse a una prueba práctica positiva llevada a cabo por una autoridad competente³⁴.

Aunque esta es la norma europea de mínimos, no significa que todos los países europeos sigan estas mismas directrices, cada uno se rige por unas normas particulares. Por ejemplo, en el caso de Reino Unido no se contemplan excepciones, si no se cumplen los requisitos la licencia se revoca. No obstante, el reglamento europeo puede contradecir esta norma, y el conductor puede solicitar que se le aplique la normativa europea³¹.

En la Tabla III se resumen los principales requisitos para la obtención de la licencia de conducción en los principales países europeos, observándose las diferencias entre países^{31,35}.

País	Agudeza visual	Campo visual	Visión monocular	Otras características
Estandar UE	0.5 AO	No inferior a 120º	0.6	Se pueden hacer excepciones bajo criterio médico
Reino Unido	≈ 0.4 – 0.6	Al menos 120º horizontal (Ninguna pérdida significativa en los 20º centrales)	Se admite si el CV es normal	La licencia debe revocarse si no se cumplen las normas (excepciones posibles según las normas de la UE)
Alemania	No inferior a 0.5 en el mejor ojo, ni inferior a 0.2 en el peor.	Al menos 120º horizontal (perfecto en los 30º centrales)	Si la visión es monocular o el peor ojo tiene AV inferior a 0.2, el mejor ojo debe tener al menos AV 0.6	
Francia	0.5	Horizontal: 60º a la derecha y a la izquierda. Vertical: 30º superior e inferior	Si la visión es monocular o el peor ojo tiene AV inferior a 0.1, el mejor ojo debe tener al menos AV 0.6	Visión nocturna necesaria. Puede haber excepciones como restricción de conducción solo diurna.
Italia	AV binocular corregida de al menos 1.0	CV normal (120º)	El ojo con peor visión debe tener al menos AV 0.2	Visión cromática y visión nocturna suficiente.
Países Bajos	0.5	120º horizontal y 40º verticales	AV en el mejor ojo de al menos 0.8 y al menos 0.1 en el peor	Existen excepciones. Único país europeo que permite la conducción con biópticos.

Tabla III

5.2.2.2- La normativa en Países Bajos

En el año 2008 se publicó el artículo *The introduction of bioptic driving in the Netherlands*³⁶. Es un estudio piloto que trataba de demostrar la viabilidad de la introducción del uso de biópticos en la conducción en Países Bajos.

Para ello, el proyecto se basó en los programas de conducción con biópticos de Estados Unidos. La iniciativa demostró que las personas con reducción moderada de AV podían ser entrenadas para conseguir un adecuado nivel de seguridad en la conducción. El éxito del proyecto hizo que se elevara una propuesta al Ministerio para que se permitiera la conducción con biópticos, que fue aceptada, por lo que actualmente es posible la conducción con esta ayuda óptica en los Países Bajos³⁵.

5.3- Ayudas para la conducción

En los casos en los que no se alcancen los requisitos visuales establecidos por ley, existen algunas adaptaciones que es posible aplicar, en forma de restricciones, limitaciones o de ayudas visuales. Como se ha visto en el apartado anterior, estas adaptaciones varían para cada país en función de la ley que lo regule. A continuación, se hará una descripción de las más importantes:

5.3.1- España

En España el anexo IV del Reglamento General de Conductores³⁰ recoge las menciones, adaptaciones, restricciones y otras limitaciones respecto de las personas, vehículos o de circulación que figuran siempre en el permiso o licencia de conducción, de forma codificada según se determina en el anexo I del reglamento.

En la Tabla IV se recogen algunas de las adaptaciones.

Código	Subcódigo	Causas médicas. Significado
01- Corrección y protección de la visión	01.01	- Gafas
	0.1.02	- Lente o lentes de contacto
	0.1.03	- Cristal de protección
	0.1.04	- Lente opaca
	0.1.05	- Recubrimiento del ojo
	0.1.06	- Gafas o lentes de contacto
05- Limitaciones. Conducción con restricciones por causas médicas	0.5.01	- Limitación a conducción diurna
	0.5.02	- Limitación de conducción en el radio de ...km del lugar de residencia del titular, o dentro de la ciudad o región
	0.5.03	- Conducción sin pasajeros
	0.5.04	- Conducción con una limitación de velocidad de ...km/h
	0.5.05	- Conducción autorizada únicamente en presencia del titular de un permiso de conducción
	0.5.06	- Sin remolque
	0.5.07	- Conducción no permitida en autopista
	0.5.08	- Exclusión del alcohol
42- Retrovisores adaptados	42.01	- Retrovisor lateral exterior (izquierdo o derecho)
	42.02	- Retrovisor exterior implantado en la aleta
	42.03	- Retrovisor interior suplementado para controlar el tráfico
	42.04	
	42.05	
	42.06	

Tabla IV

En el código 05 se recogen limitaciones de conducción con restricciones “por causas médicas”. En estas causas pueden estar incluidas las de tipo visual: por ejemplo en el apartado que especifica los requisitos de SC, no se da un valor mínimo para este parámetro, pero sí se dice que si existen alteraciones de la visión mesópica o del

deslumbramiento, se deberán establecer restricciones y limitaciones, que pueden ser algunas de las recogidas en este código. Si la AV es inferior a 0.5 no se admiten restricciones de ninguna índole, se denegaría la licencia de conducir.

Por otro lado, en principio no se admite la visión monocular, pero para el Grupo I sí se admiten adaptaciones: con AV a partir de 0.5 y más de 6 meses de antigüedad en visión monocular, y se establecerá el periodo de vigencia del permiso según criterio médico; además es obligatorio el uso de espejos retrovisores a ambos lados del vehículo y espejo interior panorámico o adaptado.

5.3.2- Otros países

5.3.2.1- Adaptaciones y restricciones generales^{8,32}

Al igual que en España, es posible que se admitan restricciones en la licencia por causas médicas, pero en el caso de algunos Estados de EE.UU. estas adaptaciones son plausibles aunque la AV sea inferior al requisito general establecido para las licencias sin restricciones. Algunas de estas adaptaciones serían:

- La restricción horaria: conducción sólo de día o durante alguna franja horaria específica entre el amanecer y el atardecer.
- Condiciones ambientales: días despejados.
- Circular sólo en determinadas vías o recorridos concretos (por ejemplo, para ir al trabajo, para ir a lugares específicos como el centro de salud).
- Espejos retrovisores adicionales: a ambos lados del vehículo, de ángulo amplio, panorámicos...

5.3.2.2- Biópticos

Las gafas con telescopios biópticos consisten en un pequeño telescopio (o dos) montado(s) en la parte superior de la gafa. Las lentes de la gafa tienen la prescripción óptica adecuada a cada persona, y el telescopio el aumento necesario para obtener la AV requerida. Al inclinar la cabeza ligeramente hacia abajo, el conductor puede acceder a la visión a través del telescopio por un periodo breve de

tiempo, para ver señales de tráfico, señales horizontales de la carretera, cualquier detalle necesario y también posibles peligros. De esta manera, el telescopio montado (por encima de la línea de visión normal) se utilizaría como una herramienta auxiliar para ampliar las imágenes lejanas^{33,37}.

En la Figura I se puede observar el aspecto de este dispositivo montado en una gafa³³.

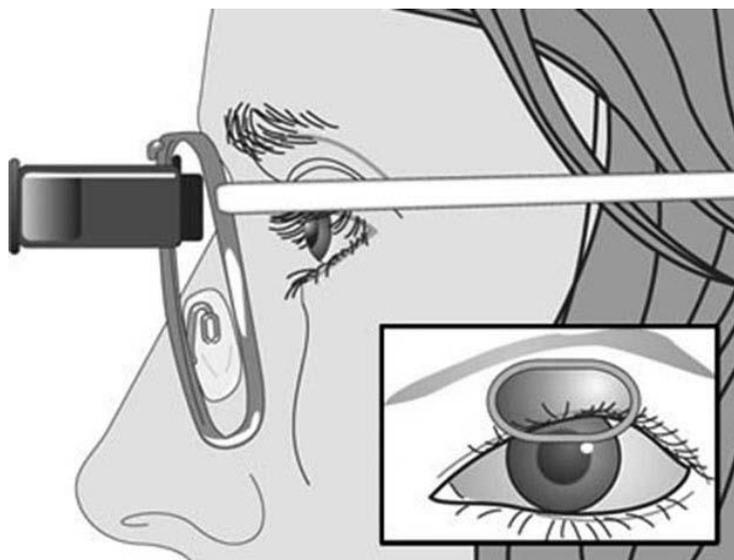


Figura I- Imagen cortesía de Ocutech

Los telescopios se pueden colocar en una o ambas lentes, dependiendo de factores como la dominancia ocular y la función visual que presenta, o también según la ley: en Países Bajos sólo se permite un telescopio para uno de los ojos³⁵.

- Estados Unidos: los especialistas en baja visión están habilitados para prescribir y adaptar los biópticos. Son muchos los factores que hacen que la conducción con biópticos sea segura, además del visual, como los factores cognitivos y los motores, por lo que los conductores tienen que pasar un examen de capacitación. Así, es posible que con el bióptico se alcance la AV requerida, pero si no son capaces de usar el dispositivo de forma efectiva, no obtendrán la licencia³³.

- En Países Bajos, una persona que alcanza AV 0.5 con un sistema de biópticos puede obtener la licencia de conducción de la categoría B (automóviles, conductores no profesionales). Las condiciones son: AV binocular, si es necesario, de al menos 0.16, AV cuando se mira a través del telescopio de al menos 0.5; se requiere un informe de un oftalmólogo designado por el CBR (Centraal Bureau Rijvaardigheid), que se encarga de la evaluación de las habilidades y la aptitud física

de los conductores y los conocimientos de los profesionales en el transporte y la logística³⁸. El informe debe incluir las causas, el pronóstico y la estabilidad de la baja visión y declarar que es apto. El periodo de vigencia máximo del permiso es de 5 años.

Los conductores deben formarse en conducción con biópticos en un centro reconocido por la CBR, y tras la formación, se debe realizar una prueba de conducción con un experto de la CBR, que sigue un procedimiento detallado. Si se pasa la prueba, el candidato será apto para la conducción bajo las siguientes restricciones: conducción diurna (desde una hora después del amanecer hasta una hora antes de la puesta de sol), conducción sin pasajeros y utilización de un vehículo que cuente con transmisión automática³⁵.

5.3.2.3- Prismas periféricos para la hemianopsia homónima

En la hemianopsia homónima se pierde la visión total de un lado del CV en ambos ojos simultáneamente y se debe a lesiones en la vía visual después del quiasma óptico. La AV suele estar conservada, siempre que no haya afectación foveal⁸.

Se han diseñado unos prismas que se colocan en posición superior e inferior, con la base hacia el escotoma en el ojo del lado del escotoma, consiguiendo diplopía sólo en la periferia que sí es tolerada tras adaptación de unas semanas.

Se ha estudiado su uso en Estados Unidos y en Países Bajos, aunque todavía no está implementado.

5.3.2.4- Otras ayudas ópticas⁸

a) Combinaciones de lente oftálmica y lentes de contacto: para crear un equivalente al telescopio Galileo de pocos aumentos, que podrían ser aplicables en algunas legislaciones.

b) Filtros: para prevenir el deslumbramiento o los halos. Pueden ser filtros neutros con gran cobertura de campo o de color, aunque tienen el inconveniente del efecto de distorsión del color. Se ha propuesto el montaje del filtro en zona superior y los laterales de filtros neutros para evitar el deslumbramiento producido por los faros de otros vehículos. De la misma manera, también se ha planteado el uso de filtro

rojo para personas con problemas en la percepción del color para ayudar a distinguir el color de las luces y así diferenciar mejor las luces de un semáforo.

5.3.3- Ayudas basadas en la tecnología: perspectivas de futuro

La tecnología adaptativa, o tecnología de asistencia, describe un producto o equipo que puede utilizarse para mantener o mejorar las capacidades funcionales y la independencia de las personas con discapacidad³⁹ y se está incorporando a las consultas de rehabilitación visual.

5.3.3.1- Navegación mediante posicionamiento global (GPS)

Para el problema de la lectura de las señales, tener información actualizada del estado del tráfico e incidencias en la ruta, el GPS conectado a internet es una ayuda efectiva. Existen aplicaciones como la de la Dirección General de Tráfico en España⁴⁰ que proporcionan además aviso sonoro de incidencias graves.

En países como Estados Unidos en los que en algunos Estados está permitida la conducción a personas con baja visión, se han realizado estudios en los que los conductores refieren mayor seguridad cuando usan el GPS³⁹.

5.3.3.2- Otras tecnologías

Se están desarrollando sistemas novedosos que facilitan la conducción y mejoran la seguridad. Entre otros, sistemas que avisan al conductor emitiendo una señal acústica o una vibración del volante o del asiento cuando se está desviando de su trayectoria, los que alertan al conductor si se queda dormido, los que incrementan la visibilidad en condiciones de baja luminosidad como curvas o intersecciones o los que hacen visible zonas de ángulo muerto⁴¹.

5.3.3.3- Vehículos autónomos

Los sistemas inteligentes de transporte (SIT) se definen como sistemas que utilizan ordenadores, controles, comunicaciones y diversas tecnologías de automatización con el fin de mejorar la seguridad, el rendimiento y la eficiencia del transporte, reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía y el impacto medioambiental. Los vehículos autónomos son parte de los SIT⁴².

Existen distintas categorías de autonomía, desde el nivel 0 hasta el 4, siendo el último el máximo nivel de automatización, de forma que incluso no existiría la posibilidad de manejo por el conductor.

Las ventajas de este nivel de automatización serían la reducción de los accidentes, la reducción de atascos y el acceso a tener un vehículo con el que desplazarse a personas que no pueden conducir, como las personas con discapacidad visual. Como inconvenientes, se podrían citar la posibilidad de pirateo de los vehículos, la desaparición de empleos asociados a la conducción así como las fatales consecuencias de un fallo en la tecnología del automóvil⁴³.

En las últimas jornadas sobre tecnología y seguridad vial en España, fue uno de los temas candentes, y el director de la DGT afirma que “ya se está trabajando en la regulación del vehículo autónomo y conectado [...] El coche autónomo ya es realidad”; aunque por otro lado también afirman que “la tecnología aún no está preparada para la conducción autónoma, y nosotros tampoco”⁴⁴.

En Europa existe legislación específica que prohíbe expresamente la circulación de vehículos autónomos: se trata de la convención de Viena de 1968, que establece que todo vehículo debe llevar un conductor y este tiene que tener el control del vehículo en todo momento. No obstante, España y Reino Unido son los únicos países que no están adheridos a esta ley, lo que les otorga mayor libertad para modificar la normativa^{42,43}.

Estados Unidos es el más avanzado en materia de legislación de vehículos autónomos. En general, las leyes estatales no prohíben directamente los coches automatizados, como sí lo hace la Convención de Viena en Europa. Las leyes en los Estados en los que sí se han aprobado las propuestas para legalizar la conducción autónoma van encaminadas a regular las pruebas de vehículos automatizados en sus carreteras⁴³.

6- Discusión

6.1- Influencia de la deficiencia visual en la conducción

En la revisión bibliográfica se han explicado los factores que intervienen en la conducción, tanto las funciones visuales, las habilidades perceptivas y los factores que inciden en la función visual como los factores de tipo cognitivo y de respuesta en la conducción.

Tras este desarrollo, nos podemos hacer una idea de lo compleja que es la tarea de la conducción, con los múltiples factores que pueden incidir en la misma. Sin embargo, ¿en qué medida la afectación de estas repercute en la conducción? A continuación expondremos las más relevantes relacionadas directamente con la visión y con las patologías más frecuentes (pérdida de campo visual central, periférico con reducción concéntrica así como defectos de campo visual producidos por hemianopsias y cuadrantanopsias) haciendo una revisión de la literatura para posteriormente exponer las conclusiones que se pueden extraer de esta investigación.

6.1.1- Pérdida de campo visual central

La degeneración macular asociada a la edad (DMAE) es la causa más frecuente de deterioro visual grave e irreversible del campo visual central en el mundo desarrollado⁷; el incremento en la esperanza de vida y el progresivo envejecimiento de la población, indican que la prevalencia de esta enfermedad aumentará en los próximos años^{7,11}.

La consecuencia de la DMAE y de otras patologías —menos frecuentes— que afectan al campo visual central es la gran disminución de AV y SC^{11,13}; los objetos se ven “a trozos” debido al escotoma central, torcidos o inclinados (metamorfopsias) y con frecuencia desaparecen del campo visual. Esto sucede cuando se realiza la fijación en la zona central que presenta el escotoma¹³.

En estadios incipientes de la enfermedad, aun cuando la AV es normal, se ha demostrado que ya existe alteración de la adaptación a la oscuridad y de la sensibilidad escotópica⁴⁵.

Existen conductores que continúan conduciendo aunque la AV sea baja y teniendo escotomas centrales¹⁶ y refieren tener más dificultad en la conducción que las

personas sin DMAE^{7,16,45} (recordemos que en lugares como EEUU se permite la conducción con baja AV con la licencia restringida).

Se han realizado numerosos estudios que tratan de dilucidar si las personas con DMAE tienen más riesgo de tener accidentes de tráfico: epidemiológicos, que utilizan simuladores de conducción y también en la carretera. Existe controversia sobre qué tipo de estudio es el más adecuado para establecer esta relación: por un lado, los estudios con simuladores proporcionan un ambiente de conducción controlado y son más repetibles⁴⁶, y al ser capaces de proporcionar sensaciones visuales y auditivas que imitan a las reales, los hallazgos son predictivos de los que se encontrarían en condiciones reales de conducción^{46,47} pero también pueden diferir y se puede cuestionar la generalización de estos a la conducción real^{45,47}.

Sí se ha demostrado que la probabilidad de accidentes es mayor en conductores de edad avanzada^{8,45}, pero lo que no está confirmado es que este aumento de la probabilidad se deba a factores visuales⁸.

Algunos estudios en conductores mayores no han encontrado relación entre DMAE y accidentalidad. Otros muestran que las personas con DMAE tienen un tiempo de respuesta de frenado y velocidad de marcha más lentos y más cruces de carril, en comparación con aquellos sin DMAE⁴⁵.

Las dificultades que presentan las personas con DMAE están directamente relacionadas con la severidad de la enfermedad⁴⁵. Así, es importante tener en cuenta el grado de DMAE, como hicieron McGwin et al.⁴⁵ que muestran que las personas mayores con grado intermedio de DMAE tienen significativamente menor tasa de colisión que las personas con visión normal o con grado de DMAE avanzado. En caso de DMAE incipiente la tasa de accidentalidad también era inferior a la encontrada en las personas con visión normal. Una explicación a estos hallazgos es que las personas con DMAE se autoimponen comportamientos reguladores, especialmente evitando algunas situaciones como conducción nocturna, ante condiciones climatológicas adversas como niebla y lluvia, en horas punta, largas distancias, conducción en entornos conocidos o por vías concretas^{7,16,45}. Así, en sujetos con DMAE es común el uso de este tipo de adaptaciones, más que la suspensión de la actividad de conducir⁷.

También se ha estudiado la influencia de los escotomas en la conducción. Teniendo en cuenta que aproximadamente en un 65% de los casos la fijación es lateral al escotoma, se demostró la importancia de este tipo de fijación, que causa tiempos de reacción

más lentos ante peligros o peatones que aparecen en áreas en las que se encuentra el escotoma. Así, se manifiesta que el aumento del tiempo de reacción se debe a la presencia del escotoma, y no simplemente a la pérdida de AV y de SC. Se explica que posiblemente la realización de pequeños movimientos oculares podría compensar la falta de detección de estos peligros, pero este hecho aún está por demostrar. Por otro lado, a medida que aumenta el tamaño del escotoma se dificulta en mayor medida la detección de peligros. Además, se correlacionó la medida de la SC con la tasa de detección de peligros, pero no así con la AV⁴⁷.

Aunque en la mayoría de los casos la fijación excéntrica se hace lateralmente, también se puede realizar por encima y más raramente por debajo del escotoma. En estos casos el escotoma tiene menor impacto en la percepción de peligros, aunque también afecta ya que puede ocultarlos temporalmente. Esto ocurre porque el peligro se puede detectar periféricamente, pero cuando el conductor quiere confirmarlo cambiando la dirección de mirada puede ocurrir que el escotoma quede sobre el objetivo; este fenómeno puede producir un aumento del tiempo de reacción. Otras causas para este retardo de la respuesta pueden ser la disminución de la SC debida a la fijación excéntrica y también a la atención dividida: mantener la fijación excéntrica supone un esfuerzo de atención constante⁴⁸.

También supone mayor atención para las personas con pérdida de CV central mantener la posición en el carril mediante el manejo del volante, pero las medidas de otras tareas de control del vehículo, como la velocidad o mantener la distancia respecto al vehículo de delante no varían significativamente de las de las personas con visión normal⁴⁹.

6.1.2- Pérdida de campo visual periférico: reducción concéntrica

La patología que con más frecuencia causa pérdida de campo visual periférico es el glaucoma, siendo la segunda causa de ceguera en el mundo occidental⁵⁰. El CV y la AV central están normalmente conservados hasta estadios avanzados de la enfermedad⁵⁰. Al igual que la DMAE se prevé que la prevalencia de esta enfermedad aumente en los próximos años debido al envejecimiento de la población, ya que aumenta con el incremento de la edad^{11,51}.

Existen numerosos estudios que afirman que el glaucoma conlleva más riesgo de accidentalidad^{16,50,51,52}, sin embargo otros apuntan que tienen menor riesgo que las

personas sin afectación de CV debido a que usan estrategias de autorregulación. No obstante, así como en la DMAE la estrategia adaptativa principal eran precisamente estos comportamientos autorregulados, en el glaucoma es más común que se suspenda la conducción^{7,51,52}, y estas limitaciones son más comunes a medida que disminuye el CV. También se ha establecido relación entre el grado de glaucoma y la accidentalidad: los pacientes con pérdida de CV moderado o elevado tienen más riesgo de tener accidentes, no obstante, otros afirman que la extensión del CV en sí no puede predecir la aptitud para conducir⁵⁰. Algunos incluso son capaces de concretar en qué grado tienen más riesgo de tener accidentes: en caso de defectos severos del índice de desviación del patrón tienen 2 veces más probabilidad⁵³ y Kwon et al. señalan 1.65.

Se ha investigado cómo los pacientes con glaucoma realizan tareas como evitar o detectar obstáculos y cómo es su comportamiento de exploración visual. Se determinó que tienen que prestar más atención para mantenerse en el carril y los conductores con visión normal dirigen el automóvil con más suavidad. Curiosamente, reaccionaban más rápidamente a señales como un stop, debido a la hipervigilancia que tienen que realizar constantemente para conducir con eficacia. Sin embargo, obtienen peores resultados a la hora de detectar obstáculos imprevistos (por ejemplo, peatones), lo que explica las elevadas tasas de accidentalidad¹⁶.

Algunos estudios confirman que estos pacientes realizan movimientos oculares y de cabeza compensatorios para minimizar los efectos negativos de la pérdida de CV⁵⁰ mientras que otros¹⁶ no están de acuerdo. En el estudio de Kasneci et al. diferencian además entre pacientes que realizan movimientos compensatorios y los que no, como un factor predictivo de la aptitud de conducción¹⁶. Lo mismo apuntan Wood et al., que demuestran que los pacientes con glaucoma tienen problemas a la hora de desarrollar algunas habilidades de conducción, especialmente las más complejas que implican problemas tácticos, como las intersecciones, pero esto no ocurre en todos los pacientes: algunos demuestran ser capaces de realizar una conducción eficaz y sin errores, probablemente debido a que son capaces de compensar su pérdida de CV⁵² o a que tienen menor grado de pérdida de CV⁵⁴.

Un test que puede predecir el riesgo de accidente es el UFOV, según Gracitelli et al.²⁶, y en mayor medida los simuladores de conducción, ya que replican la complejidad de las situaciones reales de conducción, especialmente si se incluyen tareas de atención dividida. Sin embargo, la AV^{26,53,54} y la perimetría automatizada tuvieron una capacidad

relativamente baja para predecirlo. Además, las tareas realizadas en situaciones de bajo contraste también les afectaron más que a las personas sin glaucoma. Esto confirma los hallazgos de otros estudios⁵¹, que recomiendan el uso de la información que proporciona la medida de la SC para explicar las implicaciones de la enfermedad en la conducción y su afectación se considera además un factor predictivo de la suspensión de la conducción.

También es importante tener en cuenta las condiciones en las que se realiza la conducción. Diniz-Filho et al. estudiaron la tarea de conducción en pacientes con glaucoma bajo condiciones simuladas de niebla, pues es una de las condiciones ambientales más peligrosas, ya que disminuye en gran medida la visibilidad y se relaciona con mayor accidentalidad y más grave, y se demostró que en estas condiciones tienen más riesgo de tener accidentes⁴⁶.

La metodología utilizada en los estudios es muy variada, se usan simuladores y medidas en la carretera en entornos reales, que tratan de predecir el riesgo de accidente.

6.1.3- Pérdida de campo visual: hemianopsias y cuadrantanopsias

Las lesiones producidas en el nervio óptico a nivel post-quiasmático de la vía visual, producen defecto de campo visual homónimo bilateral contralateral (DCVHBC), es decir, pérdida de visión del mismo lado en ambos ojos, con respeto de la línea media. Las causas más comunes de DCVHBC son el ictus (70%), el tumor cerebral y los traumatismos⁵⁰. Las cuadrantanopsias son defectos que abarcan un cuadrante completo del CV¹⁷.

Como en los defectos de CV central y periférico con reducción concéntrica de campo, los resultados sobre la capacidad de conducir con hemianopsia son controvertidos, hay estudios que afirman que pueden compensar los defectos de CV realizando más movimientos de cabeza y oculares para compensarlo⁵⁵.

La mayoría de los estudios han puesto de manifiesto que las personas con hemianopsia y cuadrantanopsia no superan los test de conducción por el mal control de la dirección, la posición incorrecta en el carril o el fallo en la detección de los peligros^{50,56}, no obstante se reconoce que existe gran variabilidad individual⁵⁶. Además, si la lesión está en el hemisferio derecho se obtienen peores resultados en las tareas

de conducción, posiblemente debido a que el hemisferio derecho está especializado en funciones visuo-espaciales, que incluyen la búsqueda visual y la orientación espacial de los movimientos oculares⁵⁰.

Una conducta adaptativa es la reducción de la velocidad, no obstante parece no ser suficiente para evitar frenar repentinamente como respuesta a peligros, peatones etc. que puedan aparecer al conducir⁵⁵.

También existen estudios sobre la auto-percepción que refieren los conductores con cuadrantanopsia y hemianopsias. Estos describen dificultades en la realización de maniobras que requieran el uso de visión periférica y aquellas tareas que implican mayor nivel de autonomía. Sin embargo, los conductores que fueron calificados como no aptos en los test realizados no reportaron mayores dificultades que los aptos, lo que puede indicar que estos pacientes no son realmente conscientes de los problemas que conlleva su defecto de CV. Por otro lado, sí que utilizan estrategias de auto-regulación como menor frecuencia de conducción o evitar viajes de larga duración⁵⁵.

6.2- Permisos de conducir en España y otros países. Justificación de requisitos visuales

6.2.1- Agudeza visual

Como se ha visto en el apartado 5.2 sobre los requisitos visuales exigidos en España, otros países europeos y Estados Unidos, el parámetro más relevante que establece los límites visuales es la Agudeza Visual, siendo el límite general de 0.5.

En la mayoría de los Estados americanos existen regulaciones que permiten obtener la licencia con restricciones a personas cuya AV está por debajo del límite exigido para la licencia sin restricciones.

En el caso de Europa, la Unión Europea ha establecido directrices con el fin de estandarizar y homogeneizar las licencias de conducción recogidas bajo la directiva^{31,34} y exige que la AV binocular sea de al menos 0.5.

Parece que pese a las diferencias encontradas en los distintos países, se establece un límite general de AV 0.5. Sin embargo, ¿en base a qué criterios se ha establecido este mínimo? La literatura consultada muestra que este criterio no está avalado por estudios científicos, sino que se establece por costumbre o jurisprudencia y es totalmente arbitrario^{4,8}. Con frecuencia se afirma que la AV de 0.5 es la necesaria para ver las

señales de tráfico en la carretera con el tiempo necesario para responder, sin embargo el tamaño de las letras de las señales podría estar diseñado para cumplir con los requisitos de AV 0.5⁴. Este criterio tiene su origen en un informe presentado en 1925 por la *American Medical Association*, que afirma que las señalizaciones de las carreteras están calibradas para esta agudeza. Sin embargo, esto no es así, ya que las señales no están normalizadas en aspectos de tamaño de la fuente, contraste, espaciado de caracteres, etc⁸.

92 años después de este informe, se sigue aplicando este criterio, incluso en las nuevas normas europeas que exigen que todos los países de la Unión cumplan este requisito. Como ya se ha visto en la normativa europea, se admiten “casos excepcionales” en los que no se pueda cumplir el estándar para el Grupo 1³⁴, pero hay un vacío legal que hace muy difícil que estas apelaciones consigan su objetivo.

El informe *Vision Requirements for Driving Safety* desarrollado por el International Council of Ophthalmology (ICO) de 2006² tenía como objetivo “proporcionar un conjunto de consideraciones para su uso por cualquier grupo que contemple el desarrollo o perfeccionamiento de los requisitos de la licencia de conducir”. Se destaca que los criterios utilizados deben establecer un margen de seguridad, y que ésta no depende tanto de lo que se ve, sino de la rapidez con que los conductores responden adecuadamente a lo que se ve, lo que se relaciona con la diferencia que se debe establecer entre “funciones visuales” y “visión funcional”: las funciones visuales se pueden medir en los exámenes oculares, en cambio la visión funcional incluye la evaluación del rendimiento de tareas de la vida diaria, incluidas las habilidades de conducción. Recomienda que la AV para otorgar un permiso sin restricción sea de 0.5, pero en AV inferiores, hasta 0.1, se deba realizar una evaluación individualizada, que puede resultar en una licencia con restricciones o en la denegación de la misma.

Además, es necesario tener en cuenta que las personas sin discapacidad visual experimentan dificultades durante la conducción nocturna en cuanto a disminución de AV y CV, que podrían ser equiparables a las condiciones de conducción de las personas con baja visión en buenas condiciones de conducción, y no por ello se limita la conducción nocturna en los casos de las personas sin discapacidad visual⁸.

6.2.2- Campo visual

El requerimiento de CV está menos homogeneizado aún que la AV. La Unión Europea establece un CV de al menos 120º y en el caso de España el reglamento estipula que el CV debe ser “normal” y el CV central no debe presentar escotomas, pero no hace más especificaciones. En EE.UU. sólo se especifica para 36 Estados. En general, se admite la visión monocular si se incluyen ciertas adaptaciones.

El ICO coincide con la normativa europea al aconsejar un CV horizontal de 120º binocular y además añade la especificación de 40º en vertical.

Es llamativo que se preste menos consideración al CV y que esté mucho menos estandarizado que la AV, y que tampoco esté determinado con qué método se deba evaluar el CV, cuando el CV periférico es el responsable de la detección de objetos en movimiento y se ha demostrado que personas con glaucoma pueden tener más riesgo de tener accidentes de tráfico.

6.2.3- Otros requisitos

Como ya se ha mencionado, los requisitos más importantes que se tienen en cuenta son la AV y, en menor medida, el CV. Sin embargo, los estudios demuestran que puede tener mucha más relevancia el estudio de la SC, ya que su afectación se relaciona con mayor riesgo de accidentes¹⁸, y en casos debidos a problemas retinianos se puede encontrar afectación de la SC manteniendo una AV adecuada.

El ICO también recomienda evaluar la sensibilidad al deslumbramiento, cuya causa puede ser debida a problemas ópticos como catarata, generando dispersión de la luz y deslumbramiento incapacitante, o por problemas retinianos, y en este caso el tiempo de adaptación a cambios de luminosidad puede estar afectado. Actualmente no existe consenso que determine el método para medirlo^{2,20}.

Existe un test denominado UFOV —*Useful Field Of View*— que ha demostrado ser predictivo de la seguridad de conducción, evaluada en términos de tasa de accidentes⁴ y tiene mayor sensibilidad y especificidad en identificar conductores mayores que tienen riesgo de tener accidentes que otras pruebas convencionales². Es un test que tiene en cuenta factores visuales y cognitivos y da especial relevancia a la capacidad de atención dividida, que disminuye con la edad, y se ha considerado como un buen predictor del rendimiento en la conducción. En esta prueba, se pide a los conductores que estén atentos a varios estímulos al mismo tiempo que realizan con éxito varias acciones

simultáneamente²⁵, así evalúa la rapidez de procesamiento de la información, la habilidad para tener atención dividida e ignorar distracciones. Pone de manifiesto la importancia de factores como la atención que no son estrictamente visuales. Sin embargo, su uso no está extendido ni es aplicado en países europeos².

Este tipo de medidas funcionales podrían ser más útiles que las medidas de las funciones visuales, no solamente en las personas que no alcancen los requisitos establecidos, sino para cualquier persona, ya que conductores sin discapacidad visual pueden no tener una visión eficaz en términos funcionales y fallar en los test de conducción prácticos^{8,50}.

6.3- Ayudas para la conducción: uso de biópticos

El uso de biópticos como ayuda para la conducción está permitido en la mayoría de los Estados de EE.UU., en Canadá y en Europa únicamente en Países Bajos, siendo EE.UU. el país pionero, desde hace más de 40 años^{33,37}. Son pocas las tareas que presentan dificultad para la mayoría de personas con discapacidad visual, como la lectura de carteles y señales, que es posible realizar mediante la ayuda de un telescopio bióptico; además también permite identificar la presencia de peatones y evaluar el espacio lejano con el fin de anticiparse a los acontecimientos, que es una habilidad que aumenta la seguridad en la conducción^{8,57}. Normalmente se coloca solamente sobre uno de los ojos, siendo obligatorio en algunos Estados de EE.UU. así como en Países Bajos³⁵.

Las leyes que regulan la conducción con telescopios tampoco son homogéneas: en algunos lugares se restringe la conducción nocturna y otros permiten la conducción en cualquier circunstancia; la AV requerida a través del bióptico suele ser de 0.5 e incluso se encuentran incoherencias, como en algunos Estados que requieren un límite de AV a través del dispositivo igual al requerido sin el dispositivo⁴.

La mayoría de usuarios son personas menores de 60 años, lo que sugiere que se prescriben en mayor medida a personas con pérdida de visión congénita, juvenil, o producida en adultos de mediana edad; no obstante, con el aumento de la prevalencia de la DMAE se está incrementando en personas mayores⁵⁸.

Desde su introducción, ha existido controversia sobre la seguridad ligada al uso de biópticos en la conducción^{4,33}, pese a que el 95% del tiempo el conductor no está mirando a través del bióptico, permitiendo tener un CV normal aunque la AV esté

disminuida. A través del dispositivo, el CV es de 10-15º y está rodeado de un escotoma en anillo^{4,33}.

El escotoma en anillo es resultado de la magnificación en sí, y no debido al dispositivo; la presencia del escotoma es el argumento que justifica la idea de que el uso de biópticos para conducir representa un peligro^{4,33,59}, ya que cuando se mira por el telescopio es posible que el escotoma esté ocultando un potencial peligro. No obstante, este argumento obvia la idea fundamental en la que se basa la conducción con biópticos: el tiempo que se usan es muy breve y a esto hay que añadir que en general está montado de forma monocular, de forma que el ojo contralateral cubre en gran parte el escotoma^{4,59}, aunque en ocasiones se puede producir supresión debido a la diferencia de imágenes retinianas⁵⁹.

Otras críticas se deben a que la velocidad y la vibración que se producen al conducir afectan a la AV alcanzada con el bióptico. Sin embargo, no hay evidencia científica que lo respalde, y además lo que se reduce con la velocidad es el CV, no la AV, por lo que se rebate esta teoría dado el reducido CV que proporciona el bióptico⁴.

También hay objeciones que aducen que los usuarios sólo usan el bióptico para aprobar el examen de conducción, y no lo usan posteriormente en la conducción habitual. No obstante, hay estudios que rebaten esta idea, realizados en condiciones reales de conducción mediante registro de vídeo⁵⁷.

Sobre la seguridad al conducir con biópticos, hay estudios que revelan que la tasa de accidentes es mayor que de la media de la población, incluso tras corregir el factor edad y sexo (según las estadísticas, los conductores que usan biópticos son más jóvenes e incluyen mayor porcentaje de hombres que la media general)⁴. Sin embargo, existen otros grupos de población que también tienen tasas de accidentalidad más altas: los conductores más jóvenes, los conductores noveles, que tienen deterioro físico o mental, enfermedades cardíacas (excluyendo además los que tienen accidentes debido a ataque al corazón mientras conducen), y no se les deniega el privilegio de la conducción solo por tener tasas de accidentalidad más altas.

A esto hay que añadir los resultados del estudio de Dougherty et al.³⁷ que manifiesta que los conductores que usan biópticos y que no tienen experiencia previa de conducción son significativamente más propensos a tener accidentes. Es decir, la inexperiencia de conducción, pero no la AV o la SC, se asoció con mayor tasa de

accidentes. Además, se observó que esta tasa disminuía a medida que pasaban los años desde que obtuvieron la licencia, y tras 10 años la diferencia respecto a los conductores experimentados era considerablemente menor. Este decrecimiento de la tasa de accidentalidad se observa también en la población de personas con visión normal.

En el estudio de Wood et al.⁵⁷ realizado en condiciones reales de conducción, calificó como seguros a los conductores con biópticos y con pérdida moderada de visión en distintas circunstancias de conducción: en ciudad, a las afueras y en autovía. Sí se encontraron diferencias en algunas maniobras comparado con los sujetos control, en el mantenimiento de la posición en el carril y en la estabilidad de la dirección, especialmente en autovía, relacionados con la fijación a través del telescopio. Sin embargo, en los demás aspectos no se observaron diferencias.

Cuando se introdujo la conducción con biópticos en Países Bajos, una condición fue demostrar que era segura, al no haber antecedentes del uso de estos dispositivos en Europa, siendo una de las primeras objeciones que tuvieron que hacer frente, pues la primera reacción era pensar que en EE.UU. la conducción era “más relajada y menos agresiva” que en Países Bajos. No obstante, el proyecto demostró que se podía entrenar a algunos conductores con deficiencia visual para que condujeran de forma segura bajo una serie de restricciones y condiciones (mencionadas en el apartado 5.3.2.2- Biópticos).

6.4- Posibles cambios en la normativa actual

Una vez analizados los factores que intervienen en la conducción, la influencia de los distintos tipos de deficiencias visuales, las posibles ayudas para la conducción permitidas en las distintas normativas, los requisitos visuales para obtener el permiso de conducir en España y otros países así como la justificación de los mismos, es posible proponer algunos cambios posibles en la normativa actual española.

Hay que tener en cuenta que, como miembro de la Unión Europea, España debe acogerse a la normativa establecida. Como ya se ha visto, en la UE en la concesión de licencias para el grupo 1 se pueden considerar “casos excepcionales” en los que no se pueda cumplir el estándar de AV o CV. En estos casos, el conductor se debe someter a un examen médico y a una prueba práctica. Así, en esta normativa se puede ver la necesidad de basar la decisión de permitir o denegar el permiso en función de consideración individual para cada caso, en lugar

de aplicar únicamente criterios numéricos estrictos, lo que estaría de acuerdo con las recomendaciones del ICO², para AVs entre 0.1 y 0.5.

En los casos en los que la AV sea inferior a 0.5 se podría permitir el uso de restricciones de tipo horario, como permitir sólo la conducción diurna así como el empleo de biópticos, pues se ha demostrado que son útiles para ver detalles necesarios como las señales, carteles y peatones, y también proporciona anticipación que aumenta la seguridad en la conducción.

Respecto al CV, la normativa europea establece que el CV horizontal no debe ser inferior a 120º, y en España indica que debe ser “normal”. Según la bibliografía consultada, se detecta mayor tasa de accidentes en casos con disminución de CV, por lo que debería ser obligatorio hacer pruebas de CV para detectar alteraciones del mismo; en el caso de encontrar disminución de CV una vez más se debería recurrir a la normativa que considera los “casos especiales”, haciendo una evaluación práctica de cada caso, pues se ha visto que hay personas capaces de compensar la falta de CV, sin embargo otras no son aptas para la conducción.

Por supuesto, la modificación de las normas requiere una serie de cambios en muchos ámbitos, y el modelo neerlandés para la introducción de la conducción con biópticos es un buen ejemplo de ello^{36,60}: el proyecto se basó en los programas de conducción con biópticos de Estados Unidos, e incluyó a organizaciones como el CBR (Centraal Bureau Rijvaardigheid), de servicios para personas con discapacidad visual, la Sociedad Neerlandesa de Oftalmología y departamentos en universidades que investigan la conducción y la visión. Se instruyó a todas las organizaciones sobre la conducción con biópticos y los profesionales participantes recibieron formación específica. Tras una cuidadosa selección de los participantes y entrenamiento en conducción con biópticos, algunos participantes pasaron la prueba oficial de aptitud práctica de la CBR, lo que demuestra que es posible la conducción en personas con baja visión usando biópticos en Países Bajos, y probablemente se podría implementar en otros países europeos.

7- Conclusiones

Mediante el desarrollo de la revisión bibliográfica y la discusión se ha respondido a los objetivos que se planteaban al comienzo del trabajo:

Las funciones implicadas en la conducción, además de las motoras, son de tipo cognitivo y visual. La afectación de las primeras supone importantes repercusiones a nivel de seguridad en la conducción, y respecto al análisis de la relación de la visión con la conducción, los resultados de la discusión apoyan la idea de que es la afectación de las habilidades visuales perceptivas más que de los parámetros que definen la función visual lo que afecta realmente a la tarea de la conducción, lo que supone que se debe dar más importancia a la valoración funcional de la visión: una conducción segura depende no tanto de cuánto se ve, sino más de la rapidez con la que los conductores responden a lo que se ve, y esto no lo estudian los test clínicos actuales.

La discusión describe cómo influye la afectación del CV central y la AV así como la reducción concéntrica de campo y las hemianopsias en la conducción. En el caso de la pérdida de CV central el aspecto más llamativo es que hay estudios que encuentran que la tasa de accidentes es incluso menor en personas con DMAE incipiente y moderada que en conductores con visión normal, debido a que se autoimponen comportamientos reguladores; no obstante, la literatura también muestra que en algunos aspectos tienen más dificultades para realizar la conducción. En el caso de pérdida de CV periférico existe aún más controversia, en principio tienen más tasa de accidentes que las personas con visión normal, aunque algunos estudios apuntan que algunos conductores pueden realizar movimientos oculares o de cabeza compensatorios, que hacen que puedan realizar una conducción eficaz.

Las contradicciones en los hallazgos de los distintos estudios que evalúan la influencia de la deficiencia visual en la conducción, pueden deberse a los tipos de muestra de población seleccionada o la metodología empleada, por lo que mientras no haya consenso en estos aspectos la mejor opción es hacer una evaluación individualizada para cada persona que quiera acceder a tener el permiso de conducir.

Si se compara la legislación actual en materia de conducción en España y en otros países, se pueden encontrar similitudes especialmente entre los países de la UE, ya que tienen establecidos unos requisitos mínimos que deben cumplir todos los países miembros; en EE.UU. cada Estado tiene su legislación correspondiente. Se aprecian características comunes, especialmente en cuanto a requisitos visuales de AV, que parece ser el criterio más estandarizado entre todos los países, siendo de 0.5 en la mayoría de ellos aunque inferior en

algunos Estados de EE.UU. Sin embargo, al analizar la justificación de este requerimiento, parece ser que se ha establecido de forma arbitraria ante la escasez de evidencia científica que había en el momento de implantación de estos criterios, y aunque ya hay evidencia que rebata que deba seguir establecida de esta forma, de momento es el criterio que se mantiene actualmente. Respecto a otros aspectos que se tienen en cuenta, como el CV, la binocularidad o la posibilidad de conducción con BV con ayudas visuales, se observa gran variabilidad entre los distintos países.

Las principales estrategias y ayudas que permiten conducir a personas con BV en otros países, son las licencias de conducción con restricciones así como el uso de biópticos, que han demostrado ser eficientes para la mejora de la seguridad en la conducción realizada por personas con discapacidad visual. Por este motivo, los cambios propuestos en la normativa actual van en esta línea, pues la aplicación de los mismos permitiría la conducción segura de personas con discapacidad visual. Además, en el futuro es posible que se desarrollen modelos de vehículos autónomos que permitan la conducción de personas con baja visión.

Para finalizar, tras el análisis de toda la información ya estamos en disposición de contestar a la pregunta que da título a este Trabajo: ¿Es posible un cambio en la normativa actual? La respuesta es que sí, es posible, y este cambio supondría la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad visual al ser un paso más hacia la plena integración de los mismos en la sociedad.

8- Bibliografía

- 1- Peli, E., Peli, D. (2002). *Driving with Confidence - A Practical Guide to Driving with Low Vision*. USA: World Scientific Publishing Co.
- 2- Colenbrander A, de Laey JJ . Report prepared for the International Council of Ophthalmology at the 30th World Ophthalmology Congress. (2006). *Visual Standards – Vision requirements for driving safety*. Sao Paulo, Brazil. [online] Disponible en: <http://www.icoph.org/downloads/visionfordriving.pdf>
- 3- Dirección General de Tráfico (DGT). (2017). [online] Disponible en: <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/principales-cifras-siniestralidad/Las-principales-cifras-2015.pdf>
- 4- Peli, E. *Driving with low vision: who, where, when and why*. [online] Disponible en: <http://serinet.meei.harvard.edu/faculty/peli/papers/Ch401-X0016.pdf>
- 5- ONCE. (2017). *Vision 2014. 11 Conferencia Internacional de Baja Visión — Web de la ONCE*. [online] Disponible en: http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/publicaciones-sobre-discapacidad-visual/nueva-estructura-revista-integracion/copy_of_numeros-publicados/numero-64/vision-2014-11-conferencia-internacional-de-baja-vision
- 6- Vision2017.org. (2017). *Programme at a glance*. [online] Disponible en: <http://www.vision2017.org/programme-glance/>
- 7- Sengupta S, van Landingham SW, Solomon SD, Friedman DS, Ramulu PY. *Driving habits in older patients with central vision loss*. *Ophthalmology*. 2014 Mar;121(3):727-32
- 8- Coco, MB., Herrera, J. (2015). *Manual de baja visión y rehabilitación visual*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- 9- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2017). [online] Disponible en: <http://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=1414>
- 10- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2017). [online] Disponible en: http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926380048&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout
- 11- Owsley C, McGwin G Jr, Searcey K. *A Population-Based Examination of the Visual and Ophthalmological Characteristics of Licensed Drivers Aged 70 and Older*. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013 May; 68(5): 567–573.
- 12- Grefenstette G., Nioche J. *Estimation of English and non-English language use on the www*. *Proceedings of RIAO'2000, "Content-Based Multimedia Information Access"*, Paris, April 12-14,2000, pp. 237-246.
- 13- Ortiz, P., Matey M.A. (2011). *Discapacidad visual y autonomía personal. Enfoque práctico de la rehabilitación*. Madrid: Organización Nacional de Ciegos Españoles.
- 14- Aznar-Casanova, J.A.; Quevedo, L. y Sinnett, S.(2005) *The Effects of Drift and Displacement Motion on Dynamic Visual Acuity*. *Psicológica*, 26(1): 75-92.

- 15- Chen D y McMahan S. Development and testing of self-assessment tests for increasing motorcycle safety for aging motor cyclists. California State University Fullerton, Fullerton, CA. 2006.
- 16- Prado Vega R, van Leeuwen PM, Rendón Vélez E, Lemij HG, de Winter JC. Obstacle Avoidance, Visual Detection Performance, and Eye-Scanning Behavior of Glaucoma Patients. PLoS One. 2013 Oct 16;8(10):e77294.
- 17- Martín R., Vecilla G. (2011). Manual de optometría. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- 18- Owsley C, Stalvey BT, Wells J, Sloane ME, McGwin G Jr. Visual risk factors for crash involvement in older drivers with cataract. Arch Ophthalmol. 2001 Jun;119(6):881-7.
- 19- Purves D., Augustine GJ., Fitzpatrick D., Katz LC., LaMantia A-S., O McNamara J., William SM. Neuroscience, 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2001. Disponible online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10991/>
- 20- Matesanz B, Arranz I, Vizmanos JG, Aparicio JA y Mar S. (2010). Diseño de una prueba psicofísica para la evaluación del tiempo de recuperación al deslumbramiento: aplicación a la conducción nocturna. Universidad de Valladolid, Valladolid.
- 21- Guirao, A. (1998). Calidad óptica del ojo humano en función de la edad. Universidad de Murcia, Murcia.
- 22- Haworth, Narelle and Rowden, Peter (2006) Fatigue in motorcycle crashes. Is there an issue?. In Proceedings Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Gold Coast, Queensland. Disponible on-line: http://eprints.qut.edu.au/6247/1/6247_1.pdf
- 23- Egea-Caparrós, A. (2001a). El comportamiento humano en conducción: factores perceptivos, cognitivos y de respuesta. Apuntes de Psicología Cognitiva Aplicada. Universidad de Murcia (España). Disponible online en: <http://www.um.es/docencia/agustinr/pca/textos/cogniconduc.pdf>
- 24- Egea-Caparrós, A. (2001b). Comportamiento en conducción. Aspectos cognitivos. Apuntes de Psicología Cognitiva Aplicada. Universidad de Murcia (España). Disponible online en: <http://www.um.es/docencia/agustinr/pca/textos/cogni2.pdf>
- 25- Classen S, Wang Y, Crizzle AM, Winter SM, Lanford DN. Predicting older driver on-road performance by means of the useful field of view and trail making test part B. Am J Occup Ther. 2013 Sep-Oct;67(5):574-82.
- 26- Gracitelli CP, Tatham AJ, Boer ER, Abe RY, Diniz-Filho A, Rosen PN, Medeiros FA. Predicting risk of motor vehicle collisions in patients with Glaucoma: A Longitudinal Study. PLoS One. 2015 Oct 1;10(10):e0138288.
- 27- Tejero, P., Pastor, G., Crespo, A. Exploración visual y movimientos oculares en conductores con distinta experiencia: Una revisión. Anales de psicología, 2004; 20 (1): 127-145.
- 28- Dirección General de Tráfico (DGT). (2017). Percepción del riesgo. [online] Dgt.es. Disponible online en: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/formacion-vial/percepcion-riesgo/>

- 29- Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores. Boletín Oficial del Estado, núm.138 de 8 de junio de 2009.
- 30- Orden PRE/2356/2010, de 3 de septiembre, por la que se modifica el Anexo IV del Reglamento General de Conductores, aprobado por el Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo. Boletín Oficial del Estado, núm. 220 del 10 de septiembre de 2010.
- 31- Bron AM, Viswanathan AC, Thelen U, de Natale R, Ferreras A, Gundgaard J, Schwartz G, Buchholz P. International vision requirements for driver licensing and disability pensions: using a milestone approach in characterization of progressive eye disease. Clin Ophthalmol. 2010 Nov 23;4:1361-9.
- 32- Steinkuller, Paul G. Legal vision requirements for drivers in the United States. Virtual Mentor. American Medical Association Journal of Ethics. 2010 Dec, 12(12): 938-940. [online] Disponible en: <http://journalofethics.ama-assn.org/2010/12/hlaw1-1012.html>
- 33- Chun R, Cucuras M, Jay WM. Current perspectives of bioptic driving in low vision. Neuroophthalmology. 2016 Feb 25;40(2):53-58.
- 34- Diario oficial de la Unión Europea. [online] Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2006/403/L00018-00060.pdf>
- 35- Boletín Oficial del Ministerio de Transporte de Holanda. Consultado en wetten.overheid.nl. (2017). Regeling - Regeling eisen geschiktheid 2000 - BWBR0011362. [online] Disponible en: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0011362/2014-03-12>
- 36- Kooijman AC, Melis-Dankers BJ, Peli E, Brouwer WH, Pijnakker P, Van Delden G, Van Pluuren E, Van Iddekinge B, Derksen P, Busscher RB, Bredewoud RA, Van Rosmalen JH, Postema FJ, Wanders I, De Vries J, Witvliet JM. The Introduction of bioptic driving in The Netherlands. Vis Impair Res. 2008;10(1):1-16.
- 37- Dougherty BE, Flom RE, Bullimore MA, Raasch TW. Previous driving experience, but not vision, is associated with motor vehicle collision rate in bioptic drivers. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2015 Oct;56(11):6326-32.
- 38- [cbr.nl](http://www.cbr.nl). (2017). CBR - over het cbr - CBR - De organisatie. [online] Disponible en: <https://www.cbr.nl/organisatie.pp>
- 39- Cucuras M, Chun R, Lee P, Jay WM, Pusateri G. GPS Usage in a population of low-vision drivers. Semin Ophthalmol. 2016 Apr 19:0
- 40- Dirección General de Tráfico (DGT). (2017). Aplicación Móvil. [online] [Dgt.es](http://dgt.es). Disponible en: <http://www.dgt.es/es/app-movil.shtml>
- 41- Dirección General de Tráfico. (2012). Tecnologías con matrícula de honor. [online] [Revista.dgt.es](http://revista.dgt.es). Disponible en: <http://revista.dgt.es/es/reportajes/2012/tecnologias-con-matricula-de-honor.shtml#.WPEDioiLTIV>
- 42- Eskandarian A. (2012). Handbook of intelligent vehicles. New York: Springer reference.
- 43- Lobo, L. Gento, MA. (2015) Estudio de los sistemas de transporte inteligentes: implantación a escala mundial. Universidad de Valladolid, Valladolid

- 44- Dirección General de Tráfico (DGT). (2017). Coche autónomo: ¿Cuándo y cómo llegará?. [online] Revista.dgt.es. Disponible en: <http://revista.dgt.es/es/noticias/nacional/2017/03MARZO/0301-II-Jornada-Tecnologia-y-Seguridad-Vial.shtml#.WPEDh4iLTIV>
- 45- McGwin G Jr, Mitchell B, Searcey K, Albert MA, Feist R, Mason JO, Thomley M, Owsley C. Examining the association between age-related macular degeneration and motor vehicle collision involvement: a retrospective cohort study. *Br J Ophthalmol*. 2013 Sep;97(9):1173-6.
- 46- Diniz-Filho A, Boer ER, Elhosseiny A, Wu Z, Nakanishi M, Medeiros FA. Glaucoma and driving risk under simulated fog conditions. *Transl Vis Sci Technol*. 2016 Dec 14;5(6):15.
- 47- Bronstad PM, Bowers AR, Albu A, Goldstein R, Peli E. Driving with central field loss I: effect of central scotomas on responses to hazards. *JAMA Ophthalmol*. 2013 Mar;131(3):303-9.
- 48- Bronstad PM, Albu A, Bowers AR, Goldstein R, Peli E. Driving with central visual field loss II: how scotomas above or below the preferred retinal locus (PRL) affect hazard detection in a driving simulator. *PLoS One*. 2015 Sep 2;10(9):e0136517.
- 49- Bronstad PM, Albu A, Goldstein R, Peli E, Bowers AR. Driving with central field loss III: vehicle control. *Clin Exp Optom*. 2016 Sep;99(5):435-40.
- 50- Kasneci E, Sippel K, Aehling K, Heister M, Rosenstiel W, Schiefer U, Papageorgiou E. Driving with binocular visual field loss? A study on a supervised on-road parcours with simultaneous eye and head tracking. *PLoS One*. 2014 Feb 11;9(2):e87470.
- 51- Van Landingham SW, Hochberg C, Massof RW, Chan E, Friedman DS, Ramulu PY. Driving patterns in older adults with glaucoma. *BMC Ophthalmol*. 2013 Feb 21;13:4.
- 52- Wood JM, Black AA, Mallon K, Thomas R, Owsley C. Glaucoma and Driving: On-Road driving characteristics. *PLoS One*. 2016 Jul 29;11(7):e0158318.
- 53- McGwin G Jr, Huisinigh C, Jain SG, Girkin CA, Owsley C. Binocular visual field impairment in glaucoma and at-fault motor vehicle collisions. *J Glaucoma*. 2015 Feb;24(2):138-43.
- 54- Kwon M, Huisinigh C, Rhodes LA, McGwin G Jr, Wood JM, Owsley C. Association between glaucoma and at-fault motor vehicle collision involvement in older drivers: a population-based study. *Ophthalmology*. 2016 Jan;123(1):109-16
- 55- Wood JM, McGwin G Jr, Elgin J, Vaphiades MS, Braswell RA, DeCarlo DK, Kline LB, Owsley C. Hemianopic and quadrantanopic field loss, eye and head movements, and driving. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011 Mar 2;52(3):1220-5.
- 56- Parker WT, McGwin G Jr, Wood JM, Elgin J, Vaphiades MS, Kline LB, Owsley C. Self-reported driving difficulty by persons with hemianopia and quadrantanopia. *Curr Eye Res*. 2011 Mar;36(3):270-7.
- 57- Wood JM, McGwin G Jr, Elgin J, Searcey K, Owsley C. Characteristics of on-road driving performance of persons with central vision loss who use bioptic telescopes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013 May 1;54(5):3790-7.

58- Bowers AR, Sheldon SS, DeCarlo DK, Peli E. Bioptic telescope use and driving patterns of drivers with age-related macular degeneration. *Transl Vis Sci Technol*. 2016 Sep 9;5(5):5.

59- Doherty AL, Peli E, Luo G. Hazard detection with a monocular bioptic telescope. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2015 Sep;35(5):530-9.

60- Melis-Dankers BJM, Kooijman AC, Brouwer WH, Busscher RB, Bredewoud RA, Derksen PH, Amersfoort A, IJsseldijk MAM, van Delden GW, Grotenhuis THPA, Witvliet JMD. A demonstration project on driving with reduced visual acuity and a bioptic telescope in the netherlands. *Visual impairment research*. 2007. [online]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13882350802053707?scroll=top&needAccess=true>