

**Institut Guttmann - Hospital de Neurorehabilitació
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)
Màster Universitari de Neurorehabilitació 2023-2024**

Trabajo de fin de máster

**VOLVER A CONDUCIR DESPUÉS DE UN DAÑO
CEREBRAL ADQUIRIDO.**

Alumna: Carla Moreno Valls.

Tutor: Cristina Bonet y Javier Solana.

Fecha de entrega: 10/06/2024

Índice

Resumen.....	3
1. Introducción.....	3
2. Antecedentes.....	5
2.1 El daño cerebral adquirido (DCA).....	5
2.1.1 Definición y tipos de DCA.....	5
2.1.2 Epidemiología, incidencia y prevalencia.....	5
2.1.3 Consecuencias del DCA.....	6
2.2 Desafíos para volver a conducir.....	6
2.2.1 Análisis de la actividad de conducir.....	7
2.3 Procedimientos legales y normativos.....	10
2.4 Impacto psicosocial y apoyo familiar.....	11
3. Objetivos.....	12
4. Hipótesis.....	12
5. Metodología.....	12
5.1 Diseño del estudio y proceso de búsqueda.....	12
5.2 Criterios de inclusión y exclusión.....	13
6. Resultados.....	13
6.1 Herramientas para la evaluación de la conducción después de un DCA.....	13
6.2 Procesos de rehabilitación de la conducción después de un DCA.....	24
7. Conclusión.....	27
7.1 Propuesta de protocolo de valoración y rehabilitación de la conducción en pacientes con DCA.....	28
8. Bibliografía:.....	29

Resumen.

Introducción: La conducción de vehículos es crucial para mantener la autonomía y el nivel de independencia percibido por parte de las personas. Conducir implica organizar y coordinar toda la información recibida de manera rápida y tras un DCA se puede ver afectada la capacidad, ya que afecta directamente a las funciones motoras, cognitivas, perceptivas y ejecutivas.

Objetivo: Analizar los procedimientos y prácticas a nivel nacional e internacional empleados para la valoración y la rehabilitación de los componentes implicados en la conducción tras un DCA.

Metodología: Se han consultado las bases de datos PubMed, Scopus, Google Scholar y Web of Science, seleccionando artículos del 2015 al 2024 relacionados con la evaluación e intervención de la conducción después de un DCA.

Resultados: Se han identificado factores predictores de la conducción como: velocidad de procesamiento, flexibilidad cognitiva y funciones ejecutivas en las pruebas neuropsicológicas, destacando TMT A y B, UFOV y Time Reaction Test (RT). En pruebas de carretera destaca la gravedad de la lesión, la autoconciencia, la edad, el género y los años de experiencia y se valora con escalas como On-Road Driving Test y Real World Driving Assessment. En la rehabilitación, destacan programas de rehabilitación cognitiva, pruebas con simuladores y pruebas en carretera.

Conclusiones: La realización de pruebas neuropsicológicas como único método de valoración es insuficiente y se requiere realizar una valoración combinando pruebas clínicas con prácticas en simuladores y en carretera. En rehabilitación, destacan los simuladores para practicar y aprender estrategias que puedan transferirse a la práctica en carretera.

Palabras clave: *“acquired brain injury”, “driving”, “driving assessment”, “occupational therapy”, “rehabilitation”.*

1. Introducción.

La conducción de vehículos es crucial en el estilo de vida actual ya que permite una movilidad autónoma muy relacionado con el nivel de independencia percibido por parte de las personas. Por otro lado, dejar de hacerlo, se relaciona con la depresión, el aislamiento y la falta de participación a nivel social [2, 30, 34].

La actividad de conducir, según la Dirección General de Tráfico (DGT), implica que el conductor sea capaz de organizar y coordinar toda la información que recibe a través de estímulos. Por lo que se requiere mantener un estado adecuado de atención selectiva, mantenida y dividida. Sin embargo, existen ciertos factores que pueden influir en la atención del conductor como los factores externos, situaciones que permiten que el conductor se desconcentre y pierda la atención como el uso del teléfono móvil, manejar el GPS, etc. o factores internos, circunstancias propias y personales del conductor, como el estado en el que se encuentre, el sueño, la fatiga, el uso de ciertos medicamentos, etc. [41].

El Daño Cerebral Adquirido (DCA), que es una lesión que ocurre de manera súbita afectando al cerebro, conlleva una serie de secuelas físicas, cognitivas y conductuales que pueden afectar de manera significativa la capacidad de una persona para conducir de forma segura [1, 15].

La actividad de conducir, por tanto, requiere la interacción de algunas funciones cognitivas, motoras, perceptivas y ejecutivas. Todas estas habilidades y componentes deben de interactuar rápida y simultáneamente para que la actividad se lleve a cabo de una forma segura. Además, también

hay un componente importante en la tarea de conducción y es el rendimiento en esta, regulado por la autorregulación y autoconciencia, el contexto dónde se esté llevando a cabo la conducción y las modificaciones de la actividad, ya que esto permite adoptar estrategias compensatorias. Debido a esto, cualquier cambio que se dé en alguno de los factores puede afectar al desarrollo de la tarea impactando así sobre la seguridad y competencia del conductor, por lo que se pone en valor la preocupación de que esta población recupere la conducción y la seguridad [22, 29, 30]. Además, la conducción segura después de un DCA no sólo se ve afectada por las capacidades cognitivas, sino que la edad también juega un papel clave, siendo las personas mayores de 75 años y los jóvenes entre 18 y 24 años los que más riesgo tienen de causar un accidente [38]. Por otro lado, hay que tener en cuenta cómo las lesiones menos graves, relacionadas con menos discapacidad, tienen más probabilidades de aprobar una evaluación o bien de regresar a la conducción [29].

Algunos estudios calculan que entre el 40 y el 80% de las personas afectadas de DCA recuperan la conducción al poco tiempo de sufrir la lesión, sin tener en cuenta las valoraciones y recomendaciones derivadas de los informes médicos. Esto está relacionado con la falta de autoconciencia respecto a su condición y cómo afecta a su día a día, pero también se relaciona con la falta de una evaluación formal por parte de profesionales sanitarios [24].

Así mismo, cabe recordar que la conducción es una de las actividades de la vida diaria que más afectan a la movilidad y la autonomía, no sólo de la persona afectada, sino también en algunos casos de la familia, lo que provoca una presión considerable para retomar esta actividad; las consecuencias de dejar de conducir son muy importantes, ya que pueden afectar significativamente la calidad de vida y la independencia tanto del individuo como de su entorno familiar. Incluso en ocasiones, la capacidad de conducir afecta directamente al trabajo de la persona. Por lo tanto, es crucial abordar este tema con seriedad y rigor, ya que la conducción no solo es vital para la autonomía, sino que también afecta la seguridad de la propia persona y de los demás [21].

Realizar una evaluación exhaustiva en la que estén implicados profesionales sanitarios es crucial para obtener los mejores resultados e identificar los problemas de los pacientes, y, de esta forma, realizar un plan individualizado de tratamiento que se adecúe a sus necesidades.

En este contexto, con el fin de abordar de manera integral la problemática de la rehabilitación y la conducción después de un DCA, los objetivos de nuestro trabajo final de máster son realizar una exhaustiva revisión de las prácticas a nivel nacional e internacional, analizando procedimientos y prácticas en centros especializados; llevar a cabo una revisión bibliográfica crítica centrada en la evidencia científica sobre la rehabilitación post-DCA y su influencia en la capacidad de conducir, identificando tendencias y métodos innovadores; desarrollar una primera propuesta de protocolo específico de evaluación e intervención que considere todas las secuelas asociadas al DCA; y explorar e integrar tecnologías innovadoras, como la realidad virtual y los simuladores de conducción, para mejorar la precisión de la evaluación, aumentar la eficacia de las intervenciones y facilitar la reintegración segura de los pacientes a la conducción. Con estos objetivos, buscamos proporcionar una visión completa y actualizada sobre las mejores prácticas en la rehabilitación de la conducción post-DCA, con un enfoque especial en la integración de tecnologías emergentes para optimizar los resultados terapéuticos.

2. Antecedentes.

2.1 El daño cerebral adquirido (DCA).

2.1.1 Definición y tipos de DCA.

El daño cerebral adquirido (DCA) es una lesión que ocurre de manera súbita en el cerebro, que se caracteriza por su aparición repentina manifestándose con un conjunto de secuelas físicas, psíquicas y/o cognitivas que dependen del área del cerebro que se ha visto alterada y la gravedad del daño [1].

Existen diferentes tipos de DCA, siendo actualmente la causa principal los accidentes cerebrovasculares (ACV) o ictus, con el 78% de los casos, seguidos de los traumatismos craneoencefálicos (TCE), tumores cerebrales, anoxias cerebrales e infecciones [1, 2].

Las causas que producen un DCA son diferentes, en primer lugar, el accidente cerebrovascular (ACV) es una afección médica que ocurre cuando el flujo sanguíneo hacia una parte del cerebro se interrumpe (isquémico) o se reduce de manera significativa (hemorrágico) [3].

En segundo lugar, el traumatismo craneoencefálico es la lesión que una fuerza externa ejerce sobre el cráneo, causando un daño en el tejido cerebral, en el que habitualmente es clasificado por su gravedad en función de la Glasgow Coma Scale, según si es leve, moderado o grave [4].

Por otro lado, los tumores cerebrales son una masa o crecimiento anormal de las células en el cerebro o alrededor de él, que invade o destruye el tejido cerebral comprimiendo y desplazando así el cerebro. Estos tumores pueden ser benignos o malignos y también se clasifican en función de si es primario, es decir, que ha comenzado en el cerebro, o secundario o metastásico, que son células cancerosas de otra parte del cuerpo que viajan hacia el cerebro [5].

También, la anoxia cerebral es una condición en la cual el cerebro experimenta una privación severa o total de oxígeno. Esto puede ocurrir cuando hay una interrupción de suministro de oxígeno al cerebro, lo que impide que las células cerebrales reciban el oxígeno necesario para funcionar de manera adecuada, ocasionando así un daño irreversible llegando a la muerte celular [1].

Por último, las infecciones del SNC son infecciones que afectan tanto al cerebro como a la médula espinal y se clasifican en función de diferentes criterios como la forma de presentación, cómo se desarrolla, la región del SNC comprometida y el agente causante que puede ser bacteriano, vírico, micótico, parasitario o infección por toxinas bacterianas [6].

2.1.2 Epidemiología, incidencia y prevalencia.

En España, la epidemiología del DCA sigue unos niveles muy similares a los mencionados con anterioridad a nivel mundial, aunque varía en función de la población y los factores específicos. Según datos de la Federación Española de Daño Cerebral (FEDACE), actualmente en España viven más de 435.000 personas con DCA [3, 5].

En cuanto al sexo, las mujeres tienen una mayor probabilidad de tener un DCA a una edad avanzada, mientras que los TCE tiene una tasa más alta en hombres [3].

Por otro lado, el 65,03% de las personas afectadas de DCA son mayores de 65 años, dato que según la FEDACE “se relaciona con la alta incidencia del ictus en un colectivo en el que la mayor parte del mismo, un 52%, son mujeres”. Teniendo en cuenta la totalidad de los DCA, son los hombres con un 55% los que más se ven afectados, con una mayor probabilidad entre las franjas de 75-89 años, seguidos de las mujeres con un 45% en total [3, 5].

Por otro lado, la incidencia del DCA en España varía en función de la causa y de otros factores. Los ACV afectan alrededor de 110.000 personas al año, mientras que los TCE, según datos registrados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), en 2019 se registraron unos 133.000 ingresos por lesiones traumáticas en la cabeza, pero se desconoce cuántos resultaron en DCA [3, 6].

2.1.3 Consecuencias del DCA.

Tras un DCA son diferentes las secuelas que pueden surgir afectando a todas las áreas del funcionamiento, dependiendo del tipo, la localización y la gravedad de la lesión [14].

En primer lugar, las secuelas físicas implican hemiplejía, hemiparesia o tetraparesia, alteración en el tono muscular, enlentecimiento motor, alteraciones del equilibrio y marcha, falta de coordinación, pérdida de motricidad fina y/o gruesa y aparición de reacciones asociadas.

Por otro lado, las secuelas cognitivas implican problemas de atención y concentración, fatiga, desorientación espacial, temporal y personal, disminución de la capacidad de aprendizaje, problemas de memoria, dificultades durante la planificación y resolución de problemas, lentitud en el procesamiento de la información, alteración de las capacidades visuoespaciales, visoconstructivas y visoperceptivas [12, 14].

Por último, a nivel conductual se diferencian las comportamentales y las emocionales. Las comportamentales pueden aparecer por exceso, como impulsividad, desinhibición, perseveración, verborrea, agresividad, irritabilidad, confabulación, distraibilidad o conductas de riesgo, o bien pueden aparecer por defecto, como apatía y falta de iniciativa, falta de motivación, de espontaneidad, de autocontrol. También puede aparecer por inadecuación como pensamiento egocéntrico, falta de juicio social, rigidez del patrón de respuestas, aislamiento social. Los aspectos emocionales más importantes los encontramos en la irritabilidad, ira, síntomas de depresión y bajo estado de ánimo y labilidad emocional [15].

2.2 Desafíos para volver a conducir.

Conducir es una conducta diaria que se relaciona directamente con el nivel percibido de independencia y permite el mantenimiento por parte de las personas de sus roles más valorados, favoreciendo un sentido de control sobre su propia vida que es imprescindible para forjar una identidad propia [16, 17]. Por otro lado, dejar de conducir se relaciona estrechamente con la depresión, el aislamiento y la falta de participación social [2].

Hay diferentes rasgos que demuestran la gran influencia que tiene la conducción en las personas. La principal es la autonomía, la libertad que ofrece sujeta a circunstancias personales, sociales o laborales. Por otro lado, la responsabilidad, ya que como se ha dicho con anterioridad, conducir es una tarea compleja y que por tanto requiere de un alto nivel de responsabilidad personal y social [12].

Dentro del Marco de Trabajo para la Práctica de la Terapia Ocupacional, la conducción es una ocupación que se encuentra dentro de las actividades instrumentales de la vida diaria dentro de “conducción y movilidad de la comunidad” [7]. Por esto, es fundamental realizar un análisis de la actividad de conducir desde la perspectiva de terapia ocupacional para comprender y abordar las habilidades implicadas en la conducción, permitiendo así una buena evaluación y reconocimiento de las limitaciones, identificación de los objetivos terapéuticos, adaptación y modificación del entorno, y, por último, promoción de la independencia.

2.2.1 Análisis de la actividad de conducir.

Comprender cómo se lleva a cabo la actividad de conducción es fundamental para llevar a cabo la valoración y la rehabilitación de esta. Por ello es importante conocer los modelos en los que se fundamenta y realizar un análisis de la actividad.

En primer lugar, hay varios modelos que hablan sobre la actividad de conducir. Uno de ellos es el de Michon y Hatakka, en el que se defiende que el desempeño durante la actividad está influenciado por una jerarquía de habilidades y control, y se divide en varios niveles:

- El primero, el **nivel operativo**, es fundamental para el control de la velocidad y la dirección del coche, teniendo en cuenta comportamientos como girar el volante, frenar y acelerar.
- Por otro lado, el **nivel táctico**, en el que se afirma que estar ante situaciones dinámicas y cambiantes en carretera se llevan a cabo comportamientos adaptativos como evitación de peligros, cambio de carril, etc.
- Por último, el **nivel estratégico** para la planificación y toma de decisiones, que se realiza antes de empezar a conducir teniendo en cuenta aspectos como la ruta, la navegación, la complejidad del tráfico y el nivel de riesgo.

Además, también se tienen en cuenta factores personales que influyen en la conducción como la motivación, la personalidad, el estado físico y mental, la edad y el género [29].

Por otro lado, existe la teoría de ajuste-persona-entorno de la conducción, en la que se afirma que el comportamiento durante la conducción depende de un ajuste que se da entre la habilidad y/o el nivel de capacidad que tenga la persona y el entorno. Si las demandas del entorno son muy elevadas, posiblemente el desempeño sea insuficiente, al igual que si el conductor carece de las habilidades adecuadas. Después de un DCA, se darán desajustes a nivel persona y entorno, por lo que será necesario realizar modificaciones conductuales y también ambientales para poder restablecer el equilibrio [29].

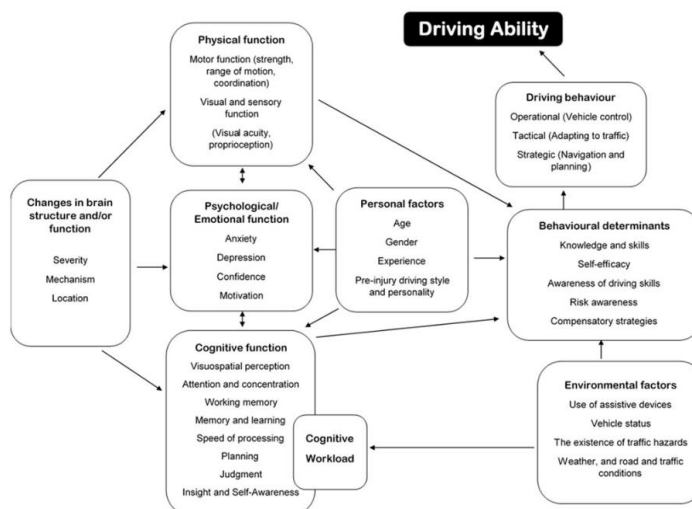


Figura 1: Representación de la capacidad de conducción después de un daño cerebral adquirido. Se representa como una interacción constante entre la función cerebral, los factores personales y el entorno y cómo afecta al comportamiento [29].

Análisis de la actividad.

Para entender la actividad de conducción, es fundamental conocer la organización funcional del SNC durante esta actividad.

En primer lugar, el sistema motor es fundamental a la hora de coordinar y ejecutar los movimientos necesarios para manejar un coche. Este sistema implica la interacción de músculos, nervios y estructuras cerebrales necesarias y se encarga de la coordinación muscular, los movimientos de las extremidades, los reflejos y respuestas automáticas, el control postural y equilibrio, la coordinación ojo-mano, la estabilización del tronco y la adaptación a condiciones cambiantes.

Por otro lado, el sistema sensorial proporciona información necesaria para poder interpretar el entorno, tomar decisiones y realizar maniobras seguras. De todos los sentidos, durante la conducción el más destacado es la visión, aunque también tienen un papel importante el olfato, la audición, el tacto, la propiocepción y sentido vestibular. Destaca la agudeza visual, la percepción del color, la acomodación, la coordinación ojo-mano, la discriminación de sonidos, la audición espacial, la sensibilidad al tacto y el sistema vestibular y propioceptivo.

También el sistema reticular tiene un papel importante en la regulación del nivel de alerta y la atención. Durante la conducción, es el encargado de mantener el estado de alerta adecuado, procesar estímulos sensoriales y filtrar información importante.

Por último, el sistema límbico es el encargado de la regulación de emociones, la memoria y la toma de decisiones. Es de vital importancia ya que está estrechamente relacionado con el estado emocional y cognitivo del conductor, lo cual puede tener impactos significativos en la seguridad.

Movimientos anatómicos implicados en la conducción:

- Movimientos de la cabeza y el cuello: Se requiere de diferentes movimientos, como inclinación y rotación del cuello para poder mirar a los lados, verificar los puntos ciegos y también observar el tráfico. Otro movimiento sería la flexión y extensión del cuello para mirar hacia arriba y hacia abajo, por ejemplo, para revisar los espejos retrovisores. Estos movimientos están controlados por el nervio accesorio o craneal XI.
- Control de tronco: Los movimientos del tronco son muy importantes ya que permiten mantener una postura adecuada, realizar giros y maniobras de forma segura, respondiendo a las condiciones cambiantes de la carretera. Los movimientos más destacados son inclinación hacia adelante y hacia atrás para mantener postura neural y cómoda, la rotación del tronco para giros y maniobras y la inclinación lateral para curvas o cambios de dirección.
- Movimientos de los hombros: Los movimientos más destacados son en primer lugar la rotación de los hombros para cambiar de dirección, tanto interna como externa. Por otro lado, la elevación y depresión necesaria para ajustar la posición del cuerpo, y por último la abducción y la aducción al cambiar de marcha. Los movimientos de los hombros están controlados en su mayoría por el nervio accesorio y algunas ramas del plexo braquial, como el nervio pectoral lateral, el toracodorsal y el axilar.
- Movimientos de brazo: Para empezar, realizar la flexión y extensión de codo es necesario para doblar y estirar los brazos a la hora de agarrar el volante. También destaca la pronación y supinación para poder ajustar el cambio de marcha o manejar controles/botones. La

inervación de estos movimientos viene encabezada por el plexo braquial, destacando las ramas del nervio musculocutáneo y nervio radial.

- Movimientos de las manos y los dedos: Se precisa de diferentes movimientos más finos, como rotación de muñeca para hacer girar el volante, extensión de la muñeca para para levantar y bajar el freno de mano, la oposición del pulgar para realizar un buen agarre a la hora de sujetar el volante y la flexo-extensión de los dedos, necesario para manipular controles como botones y/o interruptores, pero también nos permite un buen agarre. Los nervios encargados de estos movimientos son el nervio radial, cubital y mediano.
- Movimientos de las piernas y los pies: La flexo-extensión de rodillas para aplicar la presión necesaria sobre los pedales tanto freno como acelerador, inervados por el nervio femoral y el ciático. Por otro lado, la flexión dorsal y plantar del pie para ejercer fuerza en los pedales, destacando el nervio peroneo profundo y el nervio tibial.

Todos estos movimientos deben de ir acompañados de un adecuado rango articular, tono y fuerza muscular para poder ser efectivos y funcionales.

Procesos cognitivos implicados en la conducción:

- Atención: Tiene dos funciones principales, mantener el estado de alerta del sistema cognitivo y seleccionar la información relevante en cada momento.
 - Atención sostenida: Fundamental para poder mantener el estado de atención en la carretera.
 - Atención selectiva: Concentrarse en las señales de tráfico mientras se ignoran las distracciones que no son importantes.
 - Atención dividida: Necesaria para mantener la atención mientras se habla con un pasajero y se realiza un cambio de marcha.
 - Atención alternante: Mirar al espejo retrovisor y luego volver a mirar a la carretera con una sucesión rápida.
 - Atención vigilante: Reaccionar rápidamente ante un imprevisto que ocurra en carretera.
- Memoria.
 - Memoria sensorial: Recordar la ubicación exacta de un semáforo, o reconocer el color para poder reaccionar adecuadamente.
 - Memoria a corto plazo: Recordar la secuencia de un cambio de marcha mientras se realiza la maniobra.
 - Memoria de trabajo: Mantener en mente la dirección proporcionada por el navegador mientras se realiza la actividad.
 - Memoria semántica: Conocer las reglas y señales de tráfico sin tener que consultarlas.
 - Memoria procedimental: Recordar cómo realizar cambios de marcha, frenar, etc.
- Gnosias.
 - Gnosia visual: Identificación de señales de tráfico, colores y formas para interpretar las reglas de la carretera. También permite percibir obstáculos que se presenten.

- Gnosia auditiva: Reconocimiento de los sonidos de tráfico como bocinas o sirenas. Por otro lado, también ayuda al reconocimiento de señales auditivas del propio vehículo.
- Gnosia táctil: Reconocer la sensación táctil del volante, palancas o botones para operar de manera efectiva.
- Gnosia propioceptiva: Tener conciencia de la posición del cuerpo durante la conducción, sobre todo de las extremidades ya que realizan movimientos precisos como manejo de volante o uso de los pedales.
- Gnosia visuoespacial: Se encarga de la percepción de distancias y de la profundidad, esencial para reconocer qué distancia hay entre vehículos, señales de tráfico, etc.
- Praxias.
 - Praxia ideomotora: Capacidad de planificar y ejecutar acciones como girar el volante, presionar los pedales y cambiar de marcha de manera coordinada.
 - Praxia ideatoria: Realización de secuencias de movimientos coordinados en respuesta a una idea, como ejecutar maniobras complejas como estacionar el vehículo.
 - Praxia constructiva: Capacidad de organizar y manipular los objetos para poder construir algo o lograr un objetivo, como la habilidad de interactuar con los controles del vehículo, ajustar los espejos, utilizar la palanca del cambio de marcha, etc.
- Orientación temporo-espacial: Implica la capacidad de entender y procesar la información relacionada con el tiempo y el espacio para moverse de forma segura y efectiva. Algunas de las implicaciones de la orientación temporo-espacial durante la conducción son el seguimiento de direcciones y rutas, dar respuestas a señales de tráfico y señalizaciones, realizar maniobras de estacionamiento y cambios de carril, evaluación de distancias y velocidad, la gestión del tiempo de reacción y la conciencia del entorno y la ubicación.
- Funciones ejecutivas: Las funciones ejecutivas son procesos mentales superiores que ayudan a la planificación, la organización, la toma de decisiones, autorregulación y la resolución de problemas. Todas ellas son esenciales para realizar tareas más complejas y adaptarse a situaciones cambiantes.

2.3 Procedimientos legales y normativos.

Volver a conducir después de un DCA en España implica el cumplimiento de diferentes requisitos legales y normativos para asegurar la seguridad tanto del conductor como del resto de usuarios. El Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores aprueba que los permisos y licencias de conducción están condicionadas a la comprobación de las aptitudes psicofísicas de los conductores y confirmar que reúnen las habilidades, aptitudes y comportamientos necesarios para su obtención. Además, también se aprueba que el conductor mantenga los requisitos que se le pidieron cuando se le concedió el permiso para poder tenerlo en vigencia. Para poder realizar la verificación de aptitudes psicofísicas, se tendrá que dejar constancia de que no existe enfermedad o discapacidad que impida la conducción asociada con la capacidad visual y/o auditiva, el sistema locomotor, el sistema cardiovascular, trastornos hematológicos, el sistema renal, el sistema respiratorio, enfermedades metabólicas y endocrinas, el sistema nervioso y muscular, trastornos mentales y de conducta, trastornos relacionados con adicciones a sustancias,

aptitud perceptivo-motora y cualquier otra afección que pueda suponer una incapacidad para conducir o poner en riesgo la seguridad vial [8].

En el Anexo IV del Reglamento General de Conductores se habla sobre las aptitudes requeridas para obtener o prorrogar la vigencia del permiso de conducir, y se establecen las enfermedades y deficiencias que cursarán con denegación o adaptaciones. Dentro de ellas, existe el apartado de Sistema Nervioso y Muscular, en el que se establece que “no deben de existir enfermedades del sistema nervioso y muscular que produzcan una pérdida o disminución grave de las funciones motoras, sensoriales o de coordinación que incidan involuntariamente en el control del vehículo”. En este caso, las personas que se vean afectadas por enfermedades dentro del sistema nervioso central y que interfieran de manera directa en la conducción deberán de presentar un informe médico del neurólogo que adjunte una exploración clínica con la sintomatología actual, el pronóstico de evolución y el tratamiento prescrito. Dentro del reglamento también se habla sobre el tiempo que se debe de tardar en pedir el permiso una vez se ha sufrido el DCA, por ejemplo, en el caso de las enfermedades cerebrovasculares, deben de haber pasado menos de 6 meses sin síntomas neurológicos o mínimo de 12 meses desde que se establecen las secuelas de los infartos o hemorragias cerebrales. En la fase de secuela, no debe existir una disminución importante de las funciones cognitivas, motoras, sensitivas, sensoriales o de coordinación, o movimientos anormales de cabeza, tronco o extremidades que puedan interferir en la conducción.

A su vez, y según establece la normativa, las personas están obligadas a someterse a las pruebas y evaluaciones necesarias para poder determinar si realmente cumplen con las aptitudes psicofísicas necesarias. Estas pruebas se realizan en los Centros de Reconocimiento de Conductores (CRC), en los cuales se realizará un informe de la aptitud psicofísica para valorar las necesidades de adaptaciones, las restricciones u otras limitaciones que se den en la conducción. Por lo general, se encuentran profesionales como médico general, médico especialista, psicólogo, optometrista u oftalmólogo y/o enfermero. Por último, será la Jefatura Provincial de Tráfico las que, a través de una prueba final, se encargue de la devolución de la licencia de conducir en caso de resultar apto [18, 19].

2.4 Impacto psicosocial y apoyo familiar.

La pérdida de la capacidad de conducir tras un DCA puede tener un impacto psicosocial significativo que afecta tanto a nivel personal como social. En primer lugar, como se ha mencionado con anterioridad, la conducción es sinónimo de independencia, por lo que la pérdida de ella genera frustración, impotencia y pérdida de control sobre la propia vida, aumentando así la dependencia en otros. Esto puede ser percibido como una carga para los demás. Por otro lado, se reducen las interacciones sociales y se limitan las actividades recreativas aumentando así el aislamiento social. También hay un impacto en el ámbito laboral, ya que dejar de conducir puede llevar a la pérdida del empleo o a la necesidad de cambiar de trabajo, afectando a la estabilidad económica y profesional. Todo esto favorece la idea de que abandonar la conducción, conduce a una mala salud debido a que aumenta el riesgo de limitación funcional, deterioro cognitivo, depresión, fragilidad y mortalidad [20].

También, los familiares tienen un papel fundamental ya que son los principales proveedores de apoyo y cuidado para personas con DCA. Es obligatorio cesar la conducción tras sufrir un DCA ya que es una tarea compleja, por lo que esta interrupción impacta de manera directa en los cuidadores, alterando así sus roles ocupacionales, la comunicación y las emociones. De esta forma, asumen de

manera inmediata el papel de conductor como parte de los cuidados, repercutiendo directamente tanto en las primeras como en las últimas fases de la recuperación [21].

3. Objetivos.

El objetivo principal de esta revisión es analizar los procedimientos y prácticas a nivel nacional e internacional empleados para la valoración y la rehabilitación de los componentes implicados en la conducción tras un DCA. Como objetivos específicos se plantean:

- Identificar los procesos de valoración utilizados actualmente para la evaluación de los componentes implicados en la conducción con la finalidad de aumentar la eficacia en las intervenciones y facilitar la reintegración a la actividad.
- Explicar la evidencia científica que existe respecto a las principales técnicas de rehabilitación de la conducción tras un DCA y cómo esta influye en la capacidad de conducir identificando tendencias y métodos innovadores.
- Desarrollo de una primera propuesta de protocolo específico de evaluación e intervención que considere todas las secuelas asociadas al DCA.

4. Hipótesis.

La evaluación y la rehabilitación de los componentes físicos, cognitivos y emocionales implicados en la conducción tras un DCA pueden mejorar significativamente la capacidad de una persona para volver a conducir de manera segura.

5. Metodología.

5.1 Diseño del estudio y proceso de búsqueda.

Para comprobar la hipótesis y alcanzar los objetivos planteados, se ha realizado una búsqueda teniendo en cuenta diferentes criterios. En primer lugar, las principales bases de datos de las que se ha extraído información han sido PubMed, Scopus, Google Scholar y Web of Science. De todas ellas, se han recogido artículos de publicaciones académicas, libros y/o revistas. Además, se han seleccionado aquellos que datan a partir del año 2015 hasta el 2024 y, relacionados, al menos potencialmente, con la vuelta a la conducción después de un DCA. La búsqueda se ha llevado a cabo por medio de las palabras clave “acquired brain injury”, “driving”, “driving assessment”, “occupational therapy”, “rehabilitation”.

En la primera fase, con la obtención de los diferentes artículos, se realizó una primera lectura de los *abstracts*, seleccionando así los más relevantes para la revisión. Finalmente, de los artículos seleccionados se llevó a cabo la lectura completa.

5.2 Criterios de inclusión y exclusión.

A la hora de seleccionar los diferentes artículos, se ha tenido en cuenta diferentes criterios.

Criterios de inclusión:

- Los artículos y estudios deben de estar publicados en los 10 últimos años, entre 2015 y 2024.
- Los tipos de estudios debían de ser estudios empíricos, es decir, cuantitativos, cualitativos o mixtos, y revisiones sistemáticas y metaanálisis.
- En los diferentes artículos, la población diana debía ser personas adultas afectadas de un daño cerebral adquirido, independientemente de la causa. Abarcando así todos los tipos de DCA.
- Estudios relacionados con la evaluación e intervención para recuperar la conducción.
- Estudios con resultados específicos relacionados con la capacidad de conducción después de la rehabilitación.

Criterios de exclusión:

- No se excluye ningún tipo de estudio.
- Artículos publicados antes del año 2015.
- Investigaciones que tengan en cuenta personas con DCA, pero no la evaluación o intervención en la conducción.
- Estudios que tienen en cuenta otras condiciones neurológicas que no se consideran DCA.

6. Resultados.

Tras la búsqueda de artículos científicos, se obtuvieron un total de 34. De los artículos encontrados, se seleccionaron 19 que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos. Entre todos ellos, han participado más de 200 personas en diferentes muestras, entre 18 y 65 años. A su vez, en las diferentes muestras hay predominancia de los hombres respecto a las mujeres. Los países implicados en los estudios han sido varios, destacando Australia, Canadá, Suecia, Italia, Eslovenia, Reino Unido y Estados Unidos, entre otros. Los tipos de estudio y sus resultados se muestran en la Tabla 1.

6.1 Herramientas para la evaluación de la conducción después de un DCA.

De los estudios revisados, ocho de ellos hablaron sobre las evaluaciones existentes de aptitud para conducir después de un DCA. Conducir es una tarea compleja que facilita el sentido de control de la propia vida y que implica diferentes capacidades que interactúan entre ellas y se deben de tener en cuenta a la hora de realizar una valoración, por ejemplo, de las funciones cognitivas, motoras, perceptivas y ejecutivas [22, 30]. Entre el 58% y el 80% de personas que han sufrido un ictus no recuperan la conducción, al igual que un 36,5% de personas con TCE. Estos datos son claros para entender que la tasa de accidentes en personas con DCA es superior respecto a la tasa base de la población general afectando a la seguridad [22]. Son los profesionales de la salud, psicólogos y terapeutas ocupacionales junto con los médicos, los encargados de realizar una evaluación exhaustiva sobre las diferentes aptitudes de la conducción poniendo en valor una perspectiva individual, con la finalidad de determinar la gravedad del DCA respecto a la capacidad de conducción de una persona [30, 38].

Para ello se ha llevado a cabo una revisión para conocer las diferentes escalas que se utilizan actualmente y qué factores y habilidades son más representativos en la capacidad de conducción.

En primer lugar, en Australia se realizó un cuestionario a conductores que participaban en un programa de evaluación y rehabilitación sobre qué síntomas identificaban, destacando así fatiga (40.6%), problemas de memoria (30.2%), concentración (29.2%), lentitud (20.8%), distracción (20.8%), ansiedad (20.8%), enfado (17.9%) y falta de confianza (17.9%). Sin embargo, muchos no presentan conciencia sobre sus habilidades de conducción y las sobreestiman [29].

Por lo general, para llevar a cabo una valoración exhaustiva y completa, en la mayoría de los artículos consta de tres partes. Una primera parte dedicada a evaluaciones clínicas y neuropsicológicas para valorar las habilidades cognitivas, una segunda con simuladores y la tercera y última, evaluaciones de pruebas en carretera, aunque no siempre se lleva a cabo [22].

En cuanto a las escalas más utilizadas para realizar una valoración neuropsicológica de las habilidades implicadas en la conducción, destacan las siguientes:

- **Trail Making Test (TMT):** Consta de dos partes, TMT A más enfocada a la velocidad de procesamiento, la exploración visual y la percepción y TMT B enfocada a la flexibilidad cognitiva y funciones ejecutivas. Además, también tiene en cuenta el control motor.
- **Mini Mental State Exam (MMSE):** Valora el estado cognitivo general de los pacientes.
- **Useful Field of View (UFOV):** Valora la velocidad de procesamiento y la atención dividida y selectiva.
- **Digit Span:** Es una parte de la Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS), encargada de valorar la velocidad de procesamiento mediante los símbolos digitales.
- **Test de Stroop:** Valora las funciones ejecutivas y la atención selectiva.
- **Montreal Cognitive Assessment (MoCA):** Valora la memoria, la capacidad visuoespacial, la función ejecutiva, la atención, concentración y memoria de trabajo, el lenguaje y la orientación.
- **Hazard Perception Test (HPT):** Mide la capacidad de detección y respuesta a peligros en carretera.
- **Working Memory Test:** Para la memoria de trabajo.
- **Reaction Time Test (RT):** Valora el tiempo de reacción ante estímulos.

Por otro lado, las pruebas con simuladores que más destacan son:

- Simulador de Conducción de la Universidad de Iowa.
- Simulador STISIM.

Por último, la prueba en carretera estrella es el On-Road Driving Test seguido del Real-World Driving Assessment. Son pruebas realizadas para verificar las habilidades en el entorno real y la obtención del permiso de conducir. Además, el Real-World Driving Assessment es específico para valorar la capacidad de conducción en personas con diferentes condiciones médicas. Este tipo de prueba es muy reconocido en diferentes países para poder renovar el carnet después de haber sufrido un DCA ya que permite observar el comportamiento de los pacientes durante la conducción y cómo las funciones ejecutivas juegan un papel importante en un entorno que es impredecible y no constante. También algunos estudios recomiendan que exista un método para valorar la autorregulación ya que es importante conocer el riesgo de accidente. Sin embargo, se han encontrado problemas a la hora de aplicarlo dado que los evaluadores en algunas ocasiones conocían los datos del paciente y eso podía influir en el resultado de la prueba además de que este sigue careciendo de métodos de puntuación estandarizados [22, 30].

En otros estudios también se mencionan las pruebas P-Drive y Comprehensive Driving Evaluation (CDE). El P-Drive se centra en valorar la perspectiva ocupacional al observar las acciones de los conductores y es una herramienta única ya que se basa en la actividad y rendimiento del paciente. El CDE valora la competencia al volante, aunque actualmente no se conoce su validez. También, la puntuación de la Escala de Independencia Funcional (FIM) es, probablemente, predictora de la conducción [22, 26]. Además, también encontramos otras escalas de valoración bien propias de otros países o más generalizadas, aunque no tan citadas como las anteriores, que son:

- Behavior Rating Inventory of Executive Function - Adult Version (BRIEF-A): Valoración de funciones ejecutivas.
- Swedish Driver Behavior Questionnaire (DBQ): Medir el comportamiento durante la conducción.
- Assessment of Motor and Process Skills (AMPS): Valoración de habilidades motoras y de procesamiento.
- Neuropsychological Assessment Battery (NAB): Batería de diferentes pruebas para valoración de las funciones cognitivas.
- Sunnas Driving Pattern Questionnaire (SDPQ): Valoración de patrones de conducción.

Tabla 1. Análisis de los artículos.

Autor, año y país	Tipo de estudio.	Nombre del estudio.	Objetivo.	Resultados.
Alhashmi, D., Lalor, A. Fossey, E. (2023) [22]	Revisión sistemática.	Methods to evaluate driving competence for people with acquired brain injury (ABI): A systematic review.	Examinar, a través de una revisión sistemática, los métodos más efectivos y confiables para valorar la capacidad de conducción en personas con DCA.	Se identificaron varios métodos de evaluación, que en combinación, puede llegar a proporcionar una evaluación integral y completa sobre la conducción después de sufrir un DCA. Se incluyeron <u>evaluaciones clínicas</u> para valorar las habilidades cognitivas (Trail Making Test, Test de Stroop, MoCA, Hazard Perception Test, Working Memory Test), <u>evaluaciones con simuladores</u> (Simulador de Conducción de la Universidad de Iowa, Simulador STISIM, Simulador de Conducción de la Universidad de Groningen) y <u>evaluaciones de pruebas en carretera</u> (On-Road Driving Test, Real-World Driving Assessment)
Samuelsson, K., Lundqvist, A. Selander, H., Wressle, E.; (2021) Suecia. [23]	Estudio observacional.	Fitness to drive after acquired brain injury: Results from patient cognitive and on-road assessment compared to age-adjusted norm values.	Valorar la capacidad de conducción en pacientes con DCA comparando los resultados obtenidos en evaluaciones cognitivas con los valores normales asociados a la edad. A su vez, analizar la importancia de la evaluación en carretera.	Es necesario utilizar diferentes herramientas de valoración, tanto cognitivas como prácticas, a la hora de evaluar el retorno a la conducción tras un DCA. En este estudio se incluyen TMT A con una media de 85 segundos; TMT B con una media de 180 segundos; Test de Stroop con una media de 15 errores y 90 segundos; MoCA con una media de 22/30 puntos; Hazard Perception Test con una media de reacción de 2.5 segundos; Working Memory Test con una media de 45/100 puntos. Todas ellas difieren en cuanto a la media normativa. También se mostraron diferencias significativas en las pruebas de carretera. Por tanto, se afirma que el DCA tiene un impacto importante en la conducción ya que mostraban un rendimiento inferior en las pruebas cognitivas en comparación a los valores normales por edad, asegurando la necesidad de realizar una evaluación práctica en carretera. Además, se pone en valor el comportamiento durante las evaluaciones ya que no puede ser explicado por las pruebas.
Lindsay, S., Stoica; A., (2017) [24]	Revisión sistemática.	A systematic review of factors affecting driving and public transportation among youth and young adults with acquired brain injury.	Comprender cómo el DCA impacta en las habilidades de movilidad de las personas identificando los factores que influyen en la capacidad de conducción y en el uso del transporte público.	Se realizan pruebas cognitivas con los siguientes resultados; TMT A con una media de 90 segundos; TMT B con una media de 200 segundos; Test de Stroop con una media de 12 errores; MoCA con una media de 21/30 puntos. Todas ellas difieren en cuanto a la media normativa. También se mostraron diferencias significativas en las pruebas de simulador; Simulador STISIM con un promedio de 10 errores; Simulador de Conducción de la Universidad de Iowa con un tiempo de reacción medio de 3.5

Tabla 1. Análisis de los artículos.

Autor, año y país	Tipo de estudio.	Nombre del estudio.	Objetivo.	Resultados.
Cizman-Staba, U., Klun, T., Resnik; K. (2020) [25]	Estudio observacional longitudinal.	Predicting factors of driving abilities after acquired brain injury through combined neuropsychological and mediatester driving assessment.	Identificar qué aspectos cognitivos y comportamentales están relacionados con la capacidad de conducción en personas con DCA a través de evaluaciones neuropsicológicas y pruebas de conducción con el sistema Mediatester.	segundos; y en las pruebas de carretera; On-Road Driving Test con una media de 8 errores; Real-World Driving Assessment en el que el 75% de las personas con DCA presentaron dificultades; por lo que se concluye con que existe un rendimiento inferior a nivel cognitivo en las pruebas tanto clínicas como de conducción y genera un impacto significativo en la movilidad de las personas afectadas de un DCA. Además, afirma la necesidad de la combinación de pruebas cognitivas, simuladores de conducción y pruebas de carretera para valorar la capacidad de conducción.
Palubski, L., Crizzle; A. M. (2016) [26]	Revisión bibliográfica.	Evidence based review of fitness-to-drive and return-to-driving following traumatic brain injury.	Identificar, a través de la evidencia disponible, cómo se relacionan las aptitudes y la vuelta a la conducción después de un TCE y cómo valorarlas.	Los estudios muestran variaciones entre ellos en cuanto a las características y tamaño de la muestra, las pruebas realizadas, las medidas de resultado y la duración del seguimiento. Se realizaron diferentes pruebas neuropsicológicas, de simulación, de carretera y encuestas sobre la reintegración a la conducción. Los simuladores permiten evaluar la aptitud para conducir tras un TCE, ya que puede llegar a ser un indicador de rendimiento en carretera. En las pruebas de carretera, únicamente la gravedad de la lesión es un predictor probable. Otras pruebas como el Trails B y el UFOV fueron predictivas en la vuelta a la conducción, mientras que el Trails A no lo fue. Las puntuaciones de FIM, Trails A y B son, posiblemente, predicciones sobre el retorno de la conducción en personas con TCE. Las recomendaciones de

Tabla 1. Análisis de los artículos.

Autor, año y país	Tipo de estudio.	Nombre del estudio.	Objetivo.	Resultados.
Baker, A., Unsworth, C., Lannin, N.A., (2015) [27]	Revisión sistemática.	Determining fitness to drive: A systematic review of the methods and assessments used after mild traumatic brain injury.	Revisar los métodos y evaluaciones que se utilizan actualmente para valorar la capacidad de conducción en personas con TCE leve, para conocer los plazos y directrices para retomar la conducción.	<p>pruebas realizadas para valorar la vuelta a la conducción (WAIS, GCS, TMT A y B, Drive Home Maze Test), la exposición a la conducción (GCS, WAIS, FIM), la evitación (PTA, FIM) y los registros de conducción (WAIS, TMT A y B, nº de años tras el TCE, índice de personalidad, conducción y autoinformes) fueron inconclusas.</p> <p>Se identificaron únicamente 7 estudios sobre métodos y evaluaciones para el retorno de la conducción en personas con TCE leve, por lo que se amplió la muestra con participantes que habían sido dados de alta a un entorno de rehabilitación o para seguimiento ambulatorio, por lo que los participantes varían desde 24 horas a 7.13 años después de la lesión. En el proceso de hospitalización aguda se utilizan pruebas de simulación de conducción, pero no se utilizan en ningún momento pruebas de carretera. Se realizó una prueba A con la prueba del reloj, Mini-Mental, prueba de leyes de carretera y destreza de conducción, y una prueba B con la prueba de caminos y la evaluación en carretera con un vehículo de doble control. Las pruebas de la batería A se pueden administrar en una hospitalización aguda. En cuanto al tiempo, no se debe conducir durante un mínimo de 24 horas después de un TCE leve.</p>
Egeto, P., Badovinac, S.D., Hutchison, M.G., Ornstein, J.O., Schweizer, T.A., (2019) [28]	Revisión sistemática, metaanálisis.	A systematic review and meta-analysis on the association between driving ability and neuropsychological test performances after moderate to severe traumatic brain.	Examinar la relación existente entre las pruebas de las habilidades cognitivas y la capacidad de conducir después de un TCE.	<p>Las evaluaciones de funciones ejecutivas (TMT B, subpruebas de atención dividida y selectiva de UFOV) presentan la mayor relación en cuanto a la capacidad de conducir. También las de memoria verbal, visual y velocidad de procesamiento/atención (Prueba de Tiempo de Reacción Simple y TMT A) mostraron relación, pero relativamente menor. Las pruebas Tiempo de Reacción Simple, Digit Span backwards y SMDT no fueron significativas. También, fueron predictores de la capacidad de conducción el tiempo transcurrido tras la lesión y la edad. Por otro lado, no lo fueron los métodos de evaluación de la conducción, las medidas de los resultados y las puntuaciones de GCS.</p>

Tabla 1. Análisis de los artículos.

Autor, año y país	Tipo de estudio.	Nombre del estudio.	Objetivo.	Resultados.
Dimech-Betancourt, B., Ross, P., Ponsford, J.L., Charlton, J.L., Stolwyk, R.J. (2019) [29]	Programa de intervención a través de mapeo de intervenciones.	The development of a simulator-based intervention to rehabilitate driving skills in people with acquired brain injury.	Describir el desarrollo de una intervención para rehabilitar la conducción en personas con DCA a través de simuladores.	El programa incluyó técnicas para aumentar la autoeficacia, autoconciencia y estrategias compensatorias, en función de las necesidades identificadas a través de las valoraciones. Por otro lado, se consultaron teorías metacognitivas de aprendizaje motor, de conciencia de riesgo y sociales. Para el diseño del programa (alcance, materiales y plan de implementación) se trabajó junto con terapeutas ocupacionales. El programa demostró una validez ecológica y se reconoció que los determinantes de cambio fueron factores de riesgo personales y conductuales, pero no se incluyeron comportamientos de conducción estratégica por las limitaciones del simulador.
L. Bassingthwaight, L., Griffin, J., Fleming, J., Gustafsson, L. (2020) [30]	Ensayo clínico.	Evaluating the effectiveness of on-road driving remediation following acquired brain injury: A wait-list feasibility study with follow-up.	Comprobar la eficacia de un programa de rehabilitación de conducción en carretera para personas con DCA a través de un ensayo controlado aleatorio.	Se reclutaron 8 participantes (6 con TCE, 2 con ACV) entre 24 y 64 años, con experiencia media de 26.3 años. Se realizaron entre 4 y 8 sesiones de conducción en carretera, siendo el número y la gravedad de los problemas los más influyentes en el número de sesiones. El programa de evaluación y de rehabilitación fue completado al 100% por los participantes. El ensayo fue factible a pesar de que las habilidades de conducción pueden no mantenerse 6 meses después.
Liang, P., J. Fleming, J., Gustafsson, L., Griffin, J., Liddle J. (2017) [21]	Estudio cualitativo.	Family members' experiences of driving disruption after acquired brain injury.	Conocer las experiencias de los familiares de personas con DCA tras la interrupción de la conducción y cómo afecta a su calidad de vida.	Se realizaron cuestionarios sobre calidad de vida relacionada con la salud y entrevistas semiestructuradas a 15 familiares de personas con DCA. El papel de la familia es importante tanto en etapas tempranas como en las posteriores. La interrupción de la conducción de un familiar tras un DCA genera un impacto emocional, cambios en la dinámica familiar, estrés y sobrecarga, y requiere de adaptación por parte de los familiares. También es importante la duración de la interrupción, confirmando que el cuidado durante la interrupción de la conducción es perdurable en el tiempo e inconcluso, afectando al funcionamiento familiar y aumentando las tasas de depresión y sobrecarga del cuidador.
Dimech-Betancourt, B., Ponsford, J. L. Charlton J. L., Ross, P.E., Gooden, J. R., Stolwyk, R. J. (2021)	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	Investigating feasibility and preliminary efficacy of a simulator-based driving intervention for people with acquired brain injury: A randomised controlled pilot study.	Estudiar la efectividad y el impacto en la conducción de una intervención basada en simuladores después de un DCA.	Se realizó una selección del reclutamiento, pero se presentaron problemas con el tiempo, número de sesiones, visitas, aleatorización del proceso, etc., por lo que se reclutó al 4% de la población evaluada. Además, el estudio solo se realizó en un

Tabla 1. Análisis de los artículos.

Autor, año y país	Tipo de estudio.	Nombre del estudio.	Objetivo.	Resultados.
[31]				centro, por lo que la tasa de reclutamiento es más baja que en otros estudios. Se determinó que es una intervención factible, pero se necesita una muestra más grande para sacar conclusiones.
Dimech-Betancourt, B., Ponsford, J. L. Charlton, J. L., Ross, P.E., Stolwyk R.J. (2020) [32]	Estudio cualitativo.	User experience and perspective of a driving simulator intervention for individuals with acquired brain injury: A qualitative study.	Conocer las experiencias de los usuarios tras utilizar un simulador como intervención para la rehabilitación post-DCA a través de entrevistas semiestructuradas.	Se realizaron entrevistas a 14 usuarios (12 personas con DCA y 2 terapeutas ocupacionales). En la intervención influyen sus diferencias individuales. Además, se afirma que el simulador permite familiarizarse entrenando diferentes habilidades y prepararse mental y físicamente, aumentando su seguridad y confianza. Se corrobora tras las entrevistas a los usuarios que mejora la autoconciencia sobre sus habilidades, aumenta la autonomía, confianza y seguridad, fomenta la paciencia y mejora el manejo del estrés. Los terapeutas ocupacionales lo consideran una herramienta útil tanto para evaluar como para la intervención y mejora de las habilidades
De Tanti, A., Baldari, F., Pedrazzi, G., Inzaghi, M.G., Benoldi, R., Abbati, P., Malangone, G., Martini, C., Saviola, D. (2020) [33]	Estudio retrospectivo.	Role of vehicle assistive devices for safe return to driving after severe acquired brain injury.	Investigar el papel y la influencia de los dispositivos de asistencia en vehículos para favorecer la conducción después de un DCA.	Se reclutaron 226 participantes, altamente motivados por lo que se generaron impactos positivos en el contexto familiar, social y ocupacional. Las variables demográficas (sexo y edad) y las diferentes etiologías no son predictivos en cuanto a la reanudación de la conducción. Los factores predictivos son las habilidades cognitivas y conductuales. 45 individuos fueron no aptos para volver a conducir por déficits cognitivos. Los sujetos con "hemiparesia doble", "patrón de tronco encefálico" y "TCE + lesión medular" necesitaban adaptaciones, seguidos de "hemiparesia" y "ataxia". La adaptación más frecuente es la transmisión automática seguida de la dirección asistida, también panel de control en el volante.
Vickers, K.L., Schultheis, M.T., Manning, K.J. (2018) [34]	Estudio experimental.	Driving after brain injury: Does dual-task modality matter?	Investigar cómo las dual task (combinación de tareas físicas y cognitivas) afectan al rendimiento de la conducción de manera significativa en personas con DCA.	Hay diferencias durante la conducción entre el grupo con DCA y el grupo control en tareas adicionales y se demuestra que el impacto en la conducción depende de las demandas de esta. Las tareas secundarias que implican una carga motora y física son más difíciles de asimilar que las que únicamente requieren recursos cognitivos. El Sistema de Conducción de la Realidad Virtual (VRDS) mostró una mayor sensibilidad en los cambios en

Tabla 1. Análisis de los artículos.

Autor, año y país	Tipo de estudio.	Nombre del estudio.	Objetivo.	Resultados.
Imhoff, S., Lavallière, M., Teasdale, N., Fait, P. (2016) [35]	Scoping review.	Driving assessment and rehabilitation using a driving simulator in individuals with traumatic brain injury: A scoping review	Conocer la efectividad del uso de los simuladores de conducción para la evaluación y rehabilitación en personas con TCE.	<p>la conducción con tareas secundarias, por lo que se demuestra que es una herramienta importante para comprender la conducción después de un DCA.</p> <p>La duración de la amnesia postraumática es el único predictor sobre la capacidad de conducción después de un TCE. Las puntuaciones de la Escala de Coma de Glasgow (GCS) no se relacionan con la vuelta a la conducción, mientras que Trails B y UFOV sí. Los simuladores son herramientas efectivas para la evaluación de habilidades y presentan la validez necesaria para imitar las pruebas de carretera, por lo que destaca su papel en la rehabilitación de la capacidad de conducción.</p>
Ross, P.E., Stefano, M.D., Charlton, J., Spitz, G., Ponsford, J.L. (2018) [36]	Ensayo clínico.	Interventions for resuming driving after traumatic brain injury	Identificar y valorar diferentes intervenciones diseñadas para retomar la conducción tras un TCE.	<p>Las evaluaciones como el simulador, pruebas neuropsicológicas y evaluaciones en carretera son herramientas útiles para predecir la capacidad de conducción. Los programas de rehabilitación cognitiva primordialmente de la memoria, la atención y funciones ejecutivas muestran mejoras en estas. También los entrenamientos de conducción mediante simuladores o prácticas en carretera ayudan a la recuperación de las habilidades. Por tanto, las intervenciones que incluyen rehabilitación cognitiva y evaluaciones de aptitud son más efectivas, además de que los pacientes que reciben un entrenamiento mediante programas de rehabilitación tienen más probabilidad de reanudar la conducción.</p>
Imhoff, S., Lavallière, M., Germain-Robitaille, M., Teasdale, N., Fait, P. (2017) [37]	Reporte de un caso.	Training driving ability in a traumatic brain-injured individual using a driving simulator: a case report	Evaluar la efectividad del uso de un simulador de conducción como herramienta de entrenamiento para mejorar la capacidad de conducción tras un TCE.	Se encuentran mejoras significativas en las habilidades de conducción en personas con TCE tras el entrenamiento con simulador, reduciéndose el número de errores durante las sesiones, afirmándose que es una herramienta apta para mejorar las habilidades, reducir errores y aumentar la confianza.
Saviola, D., De Tanti, A., Conforti, J., Posteraro, L., Manfredini, A., Bagattini, C., Basagni, B. (2018) [38]	Estudio observacional.	Safe return to driving following severe acquired brain injury: role of a short neuropsychological assessment.	Identificar las pruebas neuropsicológicas más predictivas sobre la capacidad de conducción después de un DCA.	Se identificaron varios factores predictivos y pruebas. En primer lugar, una valoración neuropsicológica breve resultó ser un método predictivo de la capacidad de conducción. De la misma forma, otras pruebas como Trail Making Test A y B, Test de Stroop, Symbol Digit Modalities Test (SDMT), Continuous

Tabla 1. Análisis de los artículos.

Autor, año y país	Tipo de estudio.	Nombre del estudio.	Objetivo.	Resultados.
D'Apolito, A.C., Le Guiet, J.M., Mazaux, J.M., Rossignol, C., Busner, M., Lemoine, F. (2015) [39]	Estudio descriptivo.	Return to drive after acquired brain damage: What support provided after assessment step?	Identificar y evaluar los diferentes tipos de apoyo que reciben los pacientes con DCA respecto a su capacidad de conducir (apoyo, intervenciones, rehabilitación, entrenamiento, etc.)	Performance Test (CPT), Wisconsin Card Sorting Test (WCST) también mostraron predisposición predictiva. Se identificaron diferentes tipos de apoyo como programas de rehabilitación de conducción específicos, con entrenamiento con simuladores y prácticas en carretera. Por otro lado, intervenciones terapéuticas personalizadas destacando terapia ocupacional, fisioterapia y psicología. También, pedagogía y educación para la salud sobre seguridad vial y manejo de emociones ante diferentes situaciones. Por último, el seguimiento del paciente realizando evaluaciones periódicas.

En Australia, se implementa la OTDA (Occupational Therapy Driver Assessments), una valoración realizada por terapeutas ocupacionales que tiene como objetivo determinar qué impacto tiene el DCA sobre la actividad de conducir. Está formada por dos partes, una evaluación fuera de carretera para comprender el funcionamiento que tiene la persona en diferentes habilidades cognitivas implicadas en la conducción teniendo en cuenta el estado médico, visual, físico, cognitivo y conductual, y una segunda parte en la que se realiza una valoración en carretera con un coche de doble control en los que se encuentran el conductor, el instructor y el terapeuta ocupacional. Mientras que el instructor va dando instrucciones y órdenes, el terapeuta ocupacional se encarga de evaluar el rendimiento de conducción. Una vez realizada, es el médico el que debe de tomar una decisión en función de los resultados de la evaluación realizada. Por lo general, el terapeuta ocupacional realiza un informe detallado con la evaluación, en el que se han establecido los objetivos de los participantes (observación y conciencia del entorno, planificación, atención sostenida y dividida, posicionamiento de carril, control del vehículo y comportamiento durante la actividad) y una recomendación, que puede ser que el individuo tiene la capacidad funcional de volver a conducir, que se necesite realizar un programa de rehabilitación o que existan dificultades observadas y la rehabilitación en carretera no es adecuada en ese momento. En cuanto a cómo se miden los resultados, se tiene en cuenta el porcentaje de maniobras que han sido correctas y las intervenciones que ha debido hacer el instructor durante la prueba. Además, se tiene en cuenta el desempeño durante las maniobras teniendo en cuenta la observación del entorno y la conciencia de este, si se hace uso de los indicadores, el control sobre el coche (freno, acelerador y dirección) y el posicionamiento. Si se observaba falta de atención en cualquier factor, ese ítem se considerará incorrecto. Esta evaluación cuenta con el respaldo de la evidencia científica, y se afirma que es un buen método de valoración de la aptitud médica para retomar la conducción [30, 39].

En Suecia, los médicos, junto con la ayuda de psicólogos y terapeutas ocupacionales para tomar decisiones o recomendaciones, tienen la obligación de realizar un examen médico que esté relacionado con la aptitud de conducir en pacientes que tengan problemas médicos que puedan afectar a la hora de conducir. En caso de detectar algún problema que impida la conducción, se debe informar a las autoridades [30].

En Eslovenia, también se realizan ciertos exámenes médicos para personas con afecciones médicas en la Unidad Médica de Conductores en el Instituto de Rehabilitación Universitario Soča. Se lleva a cabo una evaluación de tres enfoques, habilidades perceptivas, físicas y cognitivas, en las que están implicados un médico rehabilitador, un psicólogo clínico, un ingeniero y un instructor de conducción. En primer lugar, se realiza una prueba neuropsicológica para conocer el estado de las habilidades cognitivas. En segundo lugar, una prueba con simulador para conocer la toma de decisiones operativas y técnicas mientras se conduce en un entorno tranquilo. Por último, una prueba en carretera junto con el instructor [25].

Por otro lado, en los diferentes estudios podemos observar cuales son los predictores más importantes del retorno a la conducción en función del tipo de evaluación. En primer lugar, las pruebas neuropsicológicas tienen en cuenta diferentes factores, destacando como predictores la velocidad de procesamiento, la flexibilidad cognitiva, las funciones ejecutivas, control de impulsos y la atención

sostenida por lo que se afirma que la prueba TMT B y UFOV pueden llegar a sacar buenas conclusiones respecto a la vuelta a la conducción [25, 26, 28, 38]. También, aunque en menor medida, las de memoria verbal, visual y velocidad de procesamiento, que se pueden medir con Reaction Time Test y TMT A. En las pruebas de carretera, solo destaca la gravedad de la lesión, y en algunos estudios se incluye también la edad y género. Las personas mayores y las mujeres tienen una menor confianza en sus habilidades que da lugar a la evitación de la conducción. Se observa que las personas mayores de 75 años y los jóvenes entre 18 y 24 años tienen más riesgo de causar un accidente que personas de edad media [25, 28, 27, 29, 38]. Además, también hay que tener en cuenta que las funciones cognitivas implicadas en la conducción se van a ver afectadas por la edad, por lo que se espera que esto tenga un impacto en los resultados de las pruebas cognitivas [38]. Por otro lado, la autoconciencia tiene un valor muy importante en la conducción, y es que ser consciente de los déficits permite a las personas realizar ciertas estrategias compensatorias al conocer cuáles pueden ser las consecuencias de sus dificultades. Además, las habilidades de conducción se pueden ver influenciadas por las demandas de la actividad, como por ejemplo la ansiedad que experimentan muchos pacientes al volver a someterse a una prueba así. Los años de experiencia previa a la lesión también juegan un papel importante, ya que, a mayor experiencia, más probabilidad de retomar la conducción [29].

Por último, en todos los estudios revisados se pone en valor la necesidad de realizar una valoración combinando pruebas cognitivas y prácticas como las pruebas con simuladores de conducción y pruebas en carretera para tener una visión amplia sobre la aptitud de volver a conducir después de un DCA, a pesar de no establecerse actualmente una batería clínica clara sobre las evaluaciones necesarias [23, 24].

6.2 Procesos de rehabilitación de la conducción después de un DCA.

La rehabilitación es definida, según la OMS, como “un conjunto de intervenciones diseñadas para optimizar el funcionamiento y reducir la discapacidad en individuos con condiciones de salud en interacción con su entorno” [40]. En este trabajo, se ha llevado a cabo una revisión de diferentes artículos para conocer cuáles son los procesos de rehabilitación más utilizados. De todos los artículos seleccionados, doce de ellos hablaban sobre las diferentes fuentes de apoyo y rehabilitación de los pacientes con DCA para volver a conducir, tras los resultados de una evaluación exhaustiva. Además, hay que tener en cuenta en qué momento se encuentra el paciente, el tiempo transcurrido de la lesión y la edad, ya que son factores influyentes en cuanto al retorno de la conducción. Volver a conducir implica diferentes objetivos, destacando la vuelta al trabajo, recuperar la independencia en actividades de la vida diaria (AVD), reintegración en la comunidad y la calidad de vida [25, 40]. La Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud de la Organización Mundial de la Salud (CIF) permite comprender la rehabilitación de los conductores explorando cómo interaccionan las discapacidades, los factores ambientales, los factores personales, las limitaciones de la actividad y las restricciones que se dan en la participación, proporcionando un marco para entender cómo las secuelas de un DCA afectan a la conducción e identificar los problemas funcionales que pueden ser abordados [29].

En primer lugar, uno de los enfoques más conocidos son los programas de rehabilitación cognitiva para abordar los diferentes déficits que se pueden dar. En función de los estudios revisados, uno de

los objetivos más importantes es poder abordar los déficits cognitivos mediante un entrenamiento de las habilidades cognitivas, destacando las de atención y concentración, velocidad de procesamiento y capacidad visoespacial. Según uno de los estudios, los programas de rehabilitación cognitiva están relacionados con pacientes que tienen una lesión cerebral grave. Sin embargo, actualmente el entrenamiento de las habilidades cognitivas necesarias para la conducción tiene más evidencia en simuladores, trabajando así habilidades cognitivas y simulación al mismo tiempo, en un entorno más ecológico [32, 36]. Además, se ha encontrado que la velocidad perceptiva y la estimación del tiempo se relacionan directamente con el rendimiento durante la actividad [24].

Los simuladores de conducción son la herramienta más conocida y aplicada para la rehabilitación de la conducción tras un DCA según la literatura. Además, permite proporcionar experiencias dentro de un entorno seguro. Estos son capaces de proporcionar un entorno real, facilitando la mejora de las habilidades y su transferencia a la vida real. Por otro lado, también se han demostrado mejoras en las habilidades de conducción como en la regulación de la velocidad, dirección de las curvas y control de frenos y acelerador. También existen mejoras en anticipación, planificación, atención y vigilancia. En algunos casos, se han utilizado *feedbacks* auditivos con resultados positivos respecto a la conducción, sin embargo, se genera una dependencia por parte de los pacientes. Se tienen en cuenta objetivos como factores de riesgo personales y conductuales, que afectan directamente a la seguridad y se podía entrenar con el simulador. Es importante que el programa con el simulador incluya tareas relacionadas con las estrategias y compensaciones necesarias para mejorar los déficits cognitivos. Además, también es importante considerar el uso de distractores tanto internos como externos para complementar los escenarios proporcionados por el simulador [29, 35, 36, 37].

A través de diferentes entrevistas que se llevaron a cabo en un estudio, tanto a pacientes como a terapeutas ocupacionales implicados en el proceso, los investigadores llegaron a ciertas conclusiones. En primer lugar, que el uso del simulador como herramienta terapéutica tiene un impacto positivo tras un DCA ya que permite a los participantes retomar el control, recuperar la autonomía y aumentar la confianza durante la actividad, reduciendo así la ansiedad y evitación después de utilizar el simulador. Por otro lado, también la autoconciencia juega un papel importante durante la evaluación y rehabilitación y se sabe que es un predictor de la vuelta a la conducción, ya que impacta directamente sobre la actividad. Mediante las entrevistas, los participantes afirmaron que el simulador les permitió comprender sus debilidades y fortalezas, corrigiendo errores durante la tarea, por lo que detectaron una mejora en su autopercepción y eso mejoró el compromiso. Además, los simuladores han presentado más evidencia que el entrenamiento mediante programas de rehabilitación cognitiva convencional respecto a la integración del aprendizaje a la tarea real, ya que el simulador permite la práctica y repetición en diferentes situaciones desafiantes como el tiempo de reacción, posicionamiento en el carril, aceleración y frenado mejorando así sus habilidades y la automatización de estas. Además, también se percibió una mejora en el procesamiento cognitivo durante la actividad regulando las respuestas necesarias, mejorando la motivación y el refuerzo de habilidades. Las estrategias compensatorias relacionadas con la planificación, toma de decisiones y juicio de orden superior son más difíciles de entrenar. Sin embargo, se identificó que las experiencias fueron diferentes en función de sus antecedentes, años de experiencia previa a la lesión y grado de afectación del DCA, y que las personas con más años de experiencia y menor afectación a nivel cognitivo obtuvieron mejores resultados con el simulador. Sin embargo también se encontraron limitaciones relacionadas con la tecnología y los mareos producidos [32]. Dentro de las opciones de

simulador, también existen los sistemas de conducción de realidad virtual (VRDS), que también permite a los pacientes a exponerse a diferentes situaciones desafiantes. Este tipo de sistema cuenta con una gran sensibilidad respecto a los cambios que se dan durante la conducción con tareas secundarias, y junto con las medidas que proporciona es una herramienta interesante para comprender y rehabilitar la conducción. Sin embargo, cuenta con limitaciones en varios estudios, como el mareo proporcionado con la realidad virtual y aumentaba la tasa de abandono por parte de los participantes [34].

Una de las herramientas más utilizadas son las prácticas en carretera, en la que los estudios revisados han tenido una alta tasa de participación lo que permite entender la importancia de esta tarea en la vida de las personas afectadas de DCA. La intervención con este tipo de prueba debe darle importancia a los aspectos más adaptativos y realizar educación de la salud con el paciente dándole a conocer la importancia de la atención anticipatoria y de una adecuada velocidad de conducción, ofreciéndole oportunidades para poder entrenar. Existen mejoras en las habilidades de conducción mediante las prácticas en vía pública, sin embargo, se requiere de una mayor investigación para determinar el número de lecciones y duración de estas, ya que se han encontrado diferencias significativas en los estudios revisados. Algunos estudios hablan sobre 14 horas de conducción en carretera y otros de una horquilla de 4 a 8 horas, comprendiendo así la necesidad de individualizar el tratamiento. Por otro lado, también se pone en valor realizar un seguimiento de los resultados obtenidos una vez se ha completado el programa ya que se identificó un deterioro en el rendimiento de la tarea pasados 6 meses [30, 39]. Por otro lado, en un estudio, uno de los participantes realizó 25 sesiones durante 4 meses y se encontraron mejoras significativas en las que se redujo la carga cognitiva, se moderó la velocidad, aumentó el control del vehículo, etc.) y estas mejoras se mantuvieron un año después [24]. Las personas con DCA aprovechan este tipo de rehabilitación para aprender estrategias para compensar sus dificultades cognitivas, motoras y visuales, mejorar las habilidades previas a la lesión, aumentar la confianza y reducir la ansiedad [29].

Se argumenta también que la neurorrehabilitación es un método muy efectivo para el retorno de la conducción después de un DCA, con más del 70% de efectividad. Pero la preocupación viene con aquellos que tienen más del 80% de funcionalidad física, ya que volvieron a conducir sin tener en cuenta los déficit cognitivos o conductuales en contra de los consejos médicos [24].

Por último, a pesar de no ser una herramienta de rehabilitación en sí, los dispositivos de asistencia también juegan un papel importante en el retorno a la conducción. Más del 50% de los pacientes que recuperan la conducción y se consideran aptos, requieren de dispositivos de asistencia bien a nivel cognitivo-conductual o bien a nivel motor. A nivel motor, existen adaptaciones de controles, sistemas de acelerador y freno manuales, sistemas de dirección asistida y rampas y elevadores de acceso. A nivel cognitivo, los sistemas de navegación y asistencia de voz son los más utilizados y actualmente ya se encuentran incluidos en los coches o en los dispositivos móviles, lo que permite al conductor ser guiado y reducir así las dificultades de orientación espacial. Por otro lado, también los sistemas de detección de obstáculos y asistencia de estacionamiento, que mediante sensores y cámaras generan alarmas visuales y/o auditivas [33].

7. Conclusión.

Conducir es una actividad que implica la interacción de múltiples factores motores, cognitivos y conductuales, los cuales pueden verse afectados tras un DCA. Resulta esencial conocer los métodos de evaluación y herramientas de rehabilitación más efectivas, así como los factores predictivos del retorno a la conducción.

En primer lugar, existen ciertos factores personales que son predictivos para la vuelta a la conducción, como la edad, el género, los años de experiencia al volante previos a la lesión y la autoconciencia de los déficits. Así, las personas de mediana edad con más años de experiencia al volante tienen más probabilidad de retomar la conducción. A su vez, los hombres tienen más predisposición a volver a conducir, y, por tanto, la tasa es mayor respecto a las mujeres [29].

En cuanto a los diferentes aspectos que se han de valorar, los déficits en el funcionamiento motor, psicológico, cognitivo y de la autoconciencia actúan como barreras a la hora de conducir, por lo que es importante realizar una evaluación exhaustiva para conocer su impacto. Es por esto que los conductores deben cumplir con ciertos criterios médicos que les permitan mantener la seguridad al volante, por lo que algunos estudios afirman la necesidad de realizar una revisión funcional a través de una evaluación realizada o supervisada por terapeutas ocupacionales [29, 30]. Es importante realizar pruebas neuropsicológicas para conocer el estado cognitivo, ya que una evaluación médica y recomendaciones por sí solas no son suficientes. Sin embargo, varios estudios demuestran que las pruebas neuropsicológicas por sí solas son insuficientes [24, 38]. Por lo que destaca la importancia de realizar una valoración integral, en la que se incluya una combinación de pruebas cognitivas junto con pruebas de práctica en carretera. Las pruebas más predictoras de la vuelta a la conducción son TMT A y B, UFOV y Reaction Time Test, ya que valoran la velocidad de procesamiento, la flexibilidad cognitiva, las funciones ejecutivas y la atención sostenida, todos ellos predictores de la vuelta a la conducción [25, 28, 38]. Sin embargo, se deben de seguir realizando investigaciones para establecer una batería de pruebas clínicas.

Por otro lado, dentro de las valoraciones, los simuladores de conducción son otra alternativa y permite realizar una valoración segura y controlada, pero se debe seguir estudiando su eficacia para reemplazar a las evaluaciones en carretera. Un estudio recomienda la valoración UFOV junto con un simulador [22].

Varios países como Australia, Suecia y Eslovenia cuentan con procesos específicos para valorar la conducción después de un DCA que implica una valoración neuropsicológica, una prueba con simulador y otra en carretera. Prueba de ello es la Occupational Therapy Driver Assessment (OTDA), siendo uno de los procesos más respaldados por la evidencia, en el que el terapeuta ocupacional es el encargado de valorar al paciente y realizar las recomendaciones necesarias en función de los resultados [39].

En cuanto a la rehabilitación, es importante que se haga a nivel cognitivo y a nivel motor para abordar todos los déficits. Para ello, los simuladores de conducción son una de las herramientas más utilizadas y con más eficacia, ya que permiten realizar la transición a las pruebas de carretera,

realizando tomas de contacto y entrenamientos en diferentes situaciones y escenarios [32]. Además, el uso del simulador junto con programas de rehabilitación cognitiva muestra evidencia de mejorar las habilidades cognitivas y de conducción de manera simultánea [34]. Sin embargo, todavía no se ha determinado si los simuladores por sí solos pueden restablecer la capacidad de conducción [29].

También las prácticas en carretera son esenciales durante la rehabilitación, ya que permiten mejorar las habilidades previamente aprendidas y aprender estrategias compensatorias ante situaciones desafiantes, pero se debe tener en cuenta el elevado coste que requiere y los riesgos que implica [29, 30].

En conclusión, se necesita realizar una valoración integral en la que se tengan en cuenta los déficits cognitivos y motores resultantes de un DCA. Es esencial que esta valoración esté combine pruebas clínicas, simuladores de conducción y pruebas en carretera, y que, al tratarse de una actividad de la vida diaria, cuente con la opinión de terapeutas ocupacionales junto con un equipo multidisciplinar. Sin embargo, es necesario continuar investigando para establecer una batería de pruebas clara y entender mejor la influencia de los simuladores durante la evaluación. Por otro lado, la rehabilitación debe llevarse a cabo mediante simuladores y prácticas en carretera, pero hay que tener en cuenta que la aplicación de simuladores implica un elevado coste y requiere de mucho tiempo, por lo que se requiere de una mayor investigación para validar la valoración neuropsicológica y la evaluación en carretera [22]. En este sentido, los entornos de realidad virtual ofrecen una alternativa de bajo coste respecto a los simuladores tradicionales, ofreciendo una nueva ventana de oportunidad para el futuro. Los simuladores permiten practicar y traspasar el aprendizaje a la conducción real, pero es crucial investigar el número óptimo de sesiones y su duración para obtener resultados óptimos. Finalmente, se sugiere realizar seguimientos para evaluar el estado del paciente y la eficacia sostenida de estas prácticas.

7.1 Propuesta de protocolo de valoración y rehabilitación de la conducción en pacientes con DCA.

1. Valoración inicial:

1.1 Valoración médica: Recopilación de información sobre historia médica, valoración de síntomas neurológicos, toma de medicamentos que puedan interferir en la conducción.

1.2 Valoración neuropsicológica.

- Trail Making Test (TMT) A y B: Valoración de velocidad de procesamiento (TMT A) y flexibilidad cognitiva y funciones ejecutivas (TMT B).
- Useful Field of View (UFOV): Velocidad de procesamiento, atención dividida y selectiva. .
- Reaction Time Test (RT): Valoración del tiempo de reacción ante estímulos.

2. Evaluación de conducción:

2.1 Simuladores de conducción.

- Evaluar habilidades de conducción en un entorno seguro y controlado, registrando errores y tiempo de reacción. Algunos ejemplos son el Simulador de Conducción de la Universidad de Iowa y el Simulador STISIM, además de sistemas de realidad virtual de bajo coste.

2.2 Pruebas en carretera.

- On-Road Driving Test: Valoración de habilidades de conducción en un entorno real.
- Real World Driving Assessment: Valoración de la capacidad de conducción en un entorno real como la carretera, además de la respuesta ante situaciones de peligro y la adaptación a condiciones cambiantes.

3. Rehabilitación:

3.1 Programas de rehabilitación cognitiva: Enfocados en mejorar las funciones cognitivas implicadas en la conducción como la atención, la concentración, la velocidad de procesamiento y las habilidades visuoespaciales.

3.2 Simuladores de conducción: Programas de entrenamiento en simuladores para trabajar habilidades cognitivas y motoras en un entorno más ecológico (regulación de velocidad, control del vehículo, anticipación y planificación). Mejorar la autoconciencia a través de feedbacks auditivos y visuales para corregir los errores durante la propia actividad, y, por tanto, el rendimiento en esta.

3.3 Prácticas en carretera: Realizar sesiones supervisadas por un terapeuta ocupacional para transferir las habilidades aprendidas al entorno real y trabajar estrategias compensatorias de déficits cognitivos, motores y visuales. Realización de educación para la salud y seguridad sobre la atención anticipatoria y la velocidad de conducción.

4. Seguimiento:

4.1 Seguimiento regular: Realización de valoraciones de forma regular para ajustar el plan de intervención en función de los resultados obtenidos junto con una retroalimentación continua sobre el desempeño y las áreas de mejora.

4.2 Seguimiento post-rehabilitación: Evaluación de los 6 meses al año tras la intervención para conocer el progreso de las mejoras y ajustar el tratamiento en caso de ser necesario.

4.3 Informe y recomendaciones: Realización de informes con los resultados obtenidos y recomendaciones sobre dispositivos de asistencia y educación para la salud.

8. Bibliografía:

- [1]. Fernández-García Á, Pérez-Ortiz L, Manjón J, Segado J, Oltra-Cucarella J, Galindo-Villardón MP. Return to driving following acquired brain injury: A neuropsychological perspective. *Neurorrehabilitation*. 2021;48(3):337-354.

- [2]. Takayama H, Kondo M, Takahashi M, Nagata S, Sato N. Methods to evaluate driving competence for people with acquired brain injury (ABI): A systematic review. 2021;12(1): 37-47.
- [3]. FEDACE (Federación Española de Daño Cerebral) [Internet]. Fedace.org. Disponible en <https://fedace.org/index.php?>
- [4]. CDINC. Daño Cerebral Adquirido [Internet]. CDINC. CDINC Centre de Diagnòstic i Intervenció Neurocognitiva; 2020. Disponible en: <https://cdincbarcelona.com/es/especialidades-cdinc/dano-cerebral-adquirido/>
- [5]. Irenea. La epidemiología del Daño Cerebral Adquirido: Incidencia y prevalencia [Internet]. Irenea. 2018. Disponible en: <https://irenea.es/blog-dano-cerebral/mapa-dano-cerebral-adquirido/>
- [6]. Instituto Nacional de Estadística (INE)
- [7]. American Occupational Therapy Association (AOTA).
- [8]. ¿Qué es un accidente cerebrovascular? [Internet]. NHLBI, NIH. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/accidente-cerebrovascular>
- [9]. Traumatismo craneoencefálico [Internet]. Hospital Universitario 12 de Octubre. 2021. Disponible en: <https://www.comunidad.madrid/hospital/12octubre/profesionales/servicios-quirurgicos/traumatismo-craneoencefalico>
- [10]. Radiological Society of North America (RSNA), American College of Radiology (ACR). Tumores cerebrales [Internet]. Radiologyinfo.org. Disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/es/info/braintumor>
- [11]. Gastón I, Muruzábal J, Quesada P, Maraví E. Infecciones del sistema nervioso central en urgencias. An Sist Sanit Navar [Internet]. 2008 ;31:99–113. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272008000200009
- [12]. Pruebas y procedimientos de diagnóstico neurológico [Internet]. Nih.gov. Disponible en: <https://espanol.ninds.nih.gov/es/trastornos/forma-larga/pruebas-y-procedimientos-de-diagnostico-neurologico>
- [13]. Organización Mundial de la Salud (OMS). Rehabilitation [Internet]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation>
- [14]. CDINC. Daño Cerebral Adquirido: Conceptos Generales [Internet]. Disponible en: <https://cdincbarcelona.com/es/dano-cerebral-adquirido-conceptos-generales/>
- [15]. FEVADACE. El Daño Cerebral Adquirido [Internet]. Disponible en: <https://fevadace.org/el-dano-cerebral-adquirido/#:~:text=Secuelas%20cognitivas&text=y%20de%20concentraci%C3%B3n.-,Fatiga.,razonamiento%20de%20autorregulaci%C3%B3n%20comportamental%2C%20etc.>
- [16]. Perna R, Pundlik J, Arenivas A. Return to driving following acquired brain injury: A neuropsychological perspective. 2021(1): 279-292.
- [17]. Ball K, Hans-Werner W. Driving in Old Age: Use of technology to promote independence. Gerontechnology 1(4): 217-219.
- [18]. Boletín Oficial del Estado (BOE). Reglamento General de Conductores. [Internet]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2009/BOE-A-2009-9481-consolidado.pdf>
- [19]. Dirección General de Tráfico (DGT). Día del Daño Cerebral Adquirido: Conducir. [Internet]. Revista DGT. Disponible en: <https://revista.dgt.es/es/salud-vial/2023/2710-dia-dano-cerebral-adquirido-conducir.shtml>

- [20]. Nakamura A, Maruta M, Makizako H, Miyata M, Miyata H, Han G. Meaningful activities and psychosomatic functions in Japanese older adults after driving cessation. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(24):13270.
- [21]. Liang P, Fleming J, Gustafsson L, Griffin J, Liddle J. Family members' experiences of driving disruption after acquired brain injury. *Brain Inj*; 2017; 31(4):517-25.
- [22]. Alhasmi D, Lalor A, Fossey E. Methods to evaluate driving competence for people with acquired brain injury (ABI): A systematic review. *Front Rehabil Sci*. 2023;3.
- [23]. Samuelsson K, Lundqvist A, Selander H, Wressle E. Fitness to drive after acquired brain injury: Results from patient cognitive screening and on-road assessment compared to age-adjusted norm values. *Scand J Psychol*. 2022;63(1):55-63
- [24]. Lindsay S, Stoica A. A systematic review of factors affecting driving and public transportation among youth and young adults with acquired brain injury. *Brain Inj*. 2017; 31(10):1257-69.
- [25]. Cizman-Staba U, Klun T, Resnik K. Predicting factors of driving abilities after acquired brain injury through combined neuropsychological and mediatester driving assessment. *Psihologija*. 2020; 54(00):24-24
- [26]. Palubiski L, Crizzle A. Evidence based review of fitness-to-drive and return-to-driving following traumatic brain injury. *Geriatrics*. 2016; 1(3):17.
- [27]. Baker A, Unsworth CA, Lannin NA. Determining fitness to drive: A systematic review of the methods and assessments used after mild traumatic brain injury. *Br J Occup Ther*. 2015; 78(2):73-84.
- [28]. Egeto P, Badovinac SD, Hutchison MG, Ornstein TJ, Tom A, Schweizer. A systematic review and meta-analysis on the association between driving ability and neuropsychological test performances after moderate to severe traumatic brain. *J Int Neuropsychol Soc*. 2019; 25(08):868-77.
- [29]. Dimech-Betancourt B, Ross PE, Ponsford JL, Charlton JL, Stolwyk RJ. The development of a simulator-based intervention to rehabilitate driving skills in people with acquired brain injury. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2021; 16(3):289-300
- [30]. Bassingthwaite L, Griffin J, Fleming J, Gustafsson L. Evaluating the effectiveness of on-road driving remediation following acquired brain injury: A wait-list feasibility study with follow-up. *Aust Occup Ther J*. 2021; 68(2):124-34.
- [31]. Dimech-Betancourt B, Ponsford JL, Charlton JL, Ross PE, Gooden JR, Stolwyk RJ. Investigating feasibility and preliminary efficacy of a simulator-based driving intervention for people with acquired brain injury: A randomised controlled pilot study. *Clin Rehabil*. 2021; 35(9):1277-89.
- [32]. Dimech-Betancourt B, Ponsford JL, Charlton JL, Ross PE, Stolwyk RJ. User experiences and perspectives of a driving simulator intervention for individuals with acquired brain injury: A qualitative study. *Neuropsychol Rehabil*. 2021; 31(5):773-96.
- [33]. de Tanti A, Baldari F, Pedrazzi G, Inzaghi MG, Benoldi R, Abbati P. Role of vehicle assistive devices for safe return to driving after severe acquired brain injury. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2020;56(4).
- [34]. Vickers KL, Schultheis MT, Manning KJ. Driving after brain injury: Does dual-task modality matter?. *NeuroRehabilitation*. 2018; 42(2):213-22.

- [35]. Imhoff S, Lavallière M, Teasdale N, Fait P. Driving assessment and rehabilitation using a driving simulator in individuals with traumatic brain injury: A scoping review. *NeuroRehabilitation*. 2016;39(2):239-51.
- [36]. Ross PE, Di Stefano M, Charlton J, Spitz G, Ponsford JL. Interventions for resuming driving after traumatic brain injury. *Disabil Rehabil*. 2018; 40(7):757-64.
- [37]. Imhoff S, Lavallière M, Teasdale N, Fait P. Training driving ability in a traumatic brain-injured individual using a driving simulator: a case report. *Int Med Case Rep J*. 2017;10:41-5.
- [38]. Saviola D, De Tanti A, Conforti J, Posteraro L, Manfredini A, Bagattini C. Safe return to driving following severe acquired brain injury: role of a short neuropsychological assessment. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2018;54(5).
- [39]. D'Apolito AC, Le Guet JM, Mazaux JM, Rossignol C, Bushnell M, Lemoine F. Return to drive after acquired brain damage: What support provided after assessment step?. *Ann Phys Rehabil Med*. 2015;58:151-2.
- [40]. Rehabilitación [Internet]. Who. int. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation>
- [41]. DGT MI. Distracciones al conducir. [Internet]. Disponible en: <https://www.dgt.es/muevete-con-seguridad/evita-conductas-de-riesgo/distracciones-al-conducir/#:~:text=La%20tarea%20de%20conducir%20implica,atenci%C3%B3n%20selectiva%2C%20mantenida%20y%20dividida.>