



**ESCUELA
DE ENFERMERÍA
Y FISIOTERAPIA**



SAN JUAN DE DIOS

Trabajo Fin de Grado

Comparación de la terapia eléctrica transcraneal online y offline en pacientes diagnosticados de deterioro cognitivo mayores de 65 años.

Alumno: Ane Ramos Ruiz

Director: Andrada Cristoltan

Madrid, mayo de 2025

Índice:

Resumen.....	4
Abstract.....	4
1. Presentación	5
2. Estado de la cuestión	6
2.1 Fundamentación	7
2.1.1 Anatomía del cerebro	7
2.1.2 Fisiología.....	10
2.1.3 Deterioro cognitivo.....	12
2.1.4 Neuroplasticidad.....	17
2.1.5 Neuroestimulación.....	18
2.1.6 Estimulación eléctrica transcraneal	19
2.2 Justificación	25
3. Objetivos e hipótesis	26
3.1 Objetivos.....	26
3.2 Hipótesis.....	27
3.3 Hipótesis operativa	27
3.3.1 Actividades de la vida diaria (AVD).....	27
3.3.2 Función cognitiva	28
3.3.3 Interacciones sociales	28
4. Metodología	29
4.1 Diseño del estudio	29
4.2 Sujetos del estudio.....	29
4.3 Variables.....	31
4.4 Intervención a evaluar.....	33
4.4.1 Intervención del grupo control	33
4.4.2. Intervención del grupo experimental.....	34
4.5 Procedimiento de recogida de datos.....	34
4.6 Fases del estudio, cronograma.....	37
4.7. Análisis de datos.....	38
5. Aspectos éticos	39
6. Limitaciones del estudio	40
7. Bibliografía	42
Anexos.....	49

Glosario de Abreviaturas.

1. TES: terapia eléctrica transcraneal
2. TDCS: terapia eléctrica de corriente directa
3. DCL: deterioro cognitivo leve
4. A β : beta-amiloide
5. EA: enfermedad de Alzheimer
6. FDG- PET: tomografía por emisión de positrones con fluorodesoxiglucosa
7. SPECT: tomografía computarizada por emisión de fotón único
8. LCR: líquido cefalorraquídeo
9. MEG: magnetoencefalografía
10. EEG: electroencefalografía
11. MMSE: escala Mini-Mental State Examination
12. MoCA: prueba de evaluación cognitiva de Montreal
13. OMS: organización mundial de la salud
14. RV: realidad virtual
15. VR-CRT: rehabilitación cognitiva basada en realidad virtual
16. NIBS: estimulación cerebral no invasiva
17. tACS: estimulación transcraneal con corriente alterna
18. tRNS: estimulación transcraneal con ruido aleatorio
19. GABA: ácido gamma aminobutírico
20. TDAH: trastorno por déficit de atención con hiperactividad
21. CI: coeficiente intelectual

Resumen.

Introducción: el deterioro cognitivo es una de las enfermedades neurodegenerativas más comunes en España que afecta al envejecimiento de los seres humanos. Etapa que, si no se trata de forma precoz, evolucionará a demencia, causando una mayor pérdida de las funciones cognitivas que, conforme avance la enfermedad, serán más notorias. La finalidad del profesional sanitario es detectar de forma rápida las manifestaciones de la enfermedad y diagnosticarlo en una fase temprana. Gracias a la investigación neurocientífica se han desarrollado nuevas terapias que ayudan favorablemente a retrasar su aparición. Entre ellas la terapia eléctrica transcraneal (tES), que ha demostrado múltiples beneficios a nivel cognitivo mejorando la función cerebral en diferentes aplicaciones. **Objetivo:** evaluar la eficacia de las tES online en pacientes diagnosticados de deterioro cognitivo leve frente a la modalidad offline. **Metodología:** ensayo clínico experimental aleatorio. Los participantes que cumplan los criterios de inclusión serán sometidos a 26 sesiones realizadas en seis meses. El estudio cuenta con una muestra de 98 participantes divididos en dos grupos. Ambos grupos recibirán la terapia descrita. Además, el grupo experimental contará con una estimulación cerebral. **Implicaciones para la práctica enfermera:** permite la aplicación de la intervención basada en la evidencia científica mientras se fomenta un papel autónomo y especializado a la enfermera. **Palabras clave:** tDCS, deterioro cognitivo, neuroplasticidad.

Abstract.

Introduction: Cognitive impairment is one of the most common neurodegenerative diseases in Spain that affects the aging of human beings. This stage, if not treated early, will evolve into dementia, causing a greater loss of cognitive functions that will become more noticeable as the disease progresses. The aim of the healthcare professional is to quickly detect the manifestations of the disease and diagnose it at an early stage. Thanks to neuroscientific research, new therapies have been developed that help to delay the onset of the disease. Among them is transcranial electrical therapy (tES), which has demonstrated multiple benefits at a cognitive level, improving brain function in different applications. **Objective:** to evaluate the efficacy of online tES in patients diagnosed with mild cognitive impairment compared to the offline modality. **Methodology:** randomized experimental clinical trial. Participants who meet the inclusion criteria will undergo 26 sessions over six months. The study has a sample of 98 participants divided into two groups. Both groups will receive the described therapy. In addition, the experimental group will have brain stimulation. **Implications for nursing practice:** it allows the application of the intervention based on scientific evidence while fostering an autonomous and specialized role for the nurse. **Key words:** tDCS, cognitive impairment, neuroplasticity.

1.Presentación.

A través del siguiente estudio se tratará de evaluar el impacto de la aplicación de la terapia eléctrica transcraneal, en concreto de la terapia eléctrica de corriente continua (tDCS) en personas recién diagnosticadas de deterioro cognitivo mayores de 65 años y cómo con su aplicación se evita una progresión de esta enfermedad neurodegenerativa.

Cabe destacar que esta técnica es muy reciente y que poco a poco está ganando popularidad por su efectividad y los beneficios que esta produce a nivel fisiológico y psicológico en las personas.

Se ha decidido profundizar en este tema debido a la vivencia de algunas situaciones durante las prácticas clínicas de la carrera con una paciente con demencia. Ante ellas se descubrió la repercusión en la vida que tiene la demencia para la persona y para su entorno. En el transcurso del ingreso de la paciente, se pudieron observar sus comportamientos y el proceso de afectación que estaban viviendo los familiares, en la que no se pudo controlar la situación debido al avance de la demencia. Dadas las circunstancias, surgió la cuestión de la situación de la paciente si se hubiese tratado precozmente su enfermedad y cómo se podría evitar llegar a ese punto desde una educación para la salud con la aplicación de diferentes técnicas que existen actualmente. A partir de ahí, a través del amplio campo de la neurociencia, se decidió indagar acerca de esta y, partiendo de la novedosa terapia de la tES, se ha podido valorar su aplicación desde una perspectiva científica.

El principal objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es obtener información sobre la aplicación de la tDCS en el deterioro cognitivo evitando así el avance de la enfermedad.

Por otro lado, esta investigación científica no sólo se centra únicamente en el paciente, sino en el entorno. Por ello, se evaluarán aspectos sociales del paciente, permitiendo así una mejora notoria en las interacciones del individuo e intentando reducir las posibles repercusiones que puede generar tener un familiar con deterioro cognitivo.

2.Estado de la cuestión.

Para la realización del siguiente trabajo se ha realizado una búsqueda de artículos relacionados con el deterioro cognitivo. Para ello, se han de tener en cuenta los siguientes criterios a la hora de la búsqueda de artículos:

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos completos disponibles	Artículos con sólo resumen disponible
Artículos gratuitos	Artículos de pago
Artículos con una antigüedad menor a 10 años	Artículos publicados mayor a 10 años
Artículos con relevancia en el tema	Artículos irrelevantes

Tabla 1. Criterios de inclusión para la selección de artículos. Elaboración propia.

Lenguaje Literal	Términos DeCS	Términos MESH
tDCS	Estimulación Transcraneal de Corriente Directa	Transcranial Direct Current Stimulation
Deterioro cognitivo	Disfunción Cognitiva	Cognitive Dysfunction
Neuroplasticidad	Plasticidad Neuronal	Neuronal Plasticity
Fatiga cognitiva	Fatiga Mental	Mental Fatigue
Protocolos	Protocolos Clínicos	Clinical Protocols
Seguridad	Seguridad	Safety
Diagnóstico	Diagnóstico Clínico	Clinical Diagnosis
Membrana celular	Permeabilidad de la Membrana Celular	Cell Membrane Permeability
Neurociencia	Neurociencia Cognitiva	Cognitive Neuroscience
Estimulación magnética	Estimulación Magnética Transcraneal	Transcranial Magnetic Stimulation
Calidad de vida	Indicadores de Calidad de Vida	Indicators of Quality of Life
Rol de la Enfermera	Rol de la Enfermera	Nurse's Role

Tabla 2. Tesoros utilizados. Elaboración propia.

La recopilación informativa se ha realizado mediante la utilización de diferentes bases de datos, entre ellas destaca Pubmed, Scielo, Google académico, National Library of Medicine, ScienceDirect y Dialnet. Para buscar estos artículos se han buscado múltiples términos en el tesoro DeCS/MeSH siendo estos Descriptores en Ciencias de la Salud y se han empleado los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT” para hacer una selección más específica de los artículos encontrados.

2.1 Fundamentación.

2.1.1 Anatomía del cerebro.

La organización anatomofuncional del cerebro se basa en unas regiones especializadas en las que, si se sufre una agresión en cualquiera de estas, esto dará lugar a deterioros neurológicos persistentes (Herbety & Duffau, 2020).

La base ósea del cráneo está dividida en tres partes, entre ellas está la base anterior, la central y la posterior (Herbety & Duffau, 2020).

En cuanto a la base central del cráneo, esta está formada por el hueso esfenoides, el cual está compuesto por la silla turca, el cuerpo, las alas mayores y menores, y las placas pterigoideas (Herbety & Duffau, 2020).

Respecto a la base posterior del cráneo, cuenta con los huesos temporal, esfenoides y occipital. Es limitada por el dorso de la silla turca y por las crestas petrosas. En la base posterior se encuentran dos agujeros, estos son el agujero magno y el agujero yugular. El foramen magnum está constituido por las tres partes del hueso occipital, siendo estas el basilar, condilar y escamosa. Dentro del foramen magnum se encuentra el bulbo raquídeo, la arteria espinal anterior y posterior, las arterias vertebrales y los nervios espinales accesorios que son el XI par craneal (Chang et al., 2021).

Por otro lado, en el agujero yugular se encuentra la espina yugular, siendo esta la que permite la división de este en el pars nervosa y pars vascularis. La nervosa inerva al nervio glosofaríngeo o IX par craneal, contiene también la rama timpánica y el seno petroso inferior. El pars vascularis es más grande e inerva al nervio vago o X par craneal, al nervio de Arnold, al nervio accesorio o XI par craneal, el seno sigmoideo y las ramas meníngeas de las arterias faríngeas (Chang et al., 2021).

Cabe destacar que, en la base posterior del cráneo se encuentran el conducto auditivo interno y el conducto hipogloso. En el conducto auditivo se inerva el VI par craneal, es decir, el nervio facial y el VIII par craneal o nervio vestibulococlear. El conducto hipogloso inerva al XII par craneal o nervio hipogloso (Chang et al., 2021).

El hipocampo es una estructura alargada que se encuentra en el lóbulo temporal medial. El hipocampo tiene función en la memoria, en el aprendizaje, las emociones y tiene funciones relacionadas con la visión espacial. Este está formado por los pliegues del giro dentado, el cuerno de Amón y el subículo (Chauhan et al., 2021).

El giro dentado está formado por tres capas, estas son la capa molecular, la capa granular y la capa polimórfica. Las dendritas de las neuronas granulares son las que reciben información a través de la vía perforante. Los axones de las neuronas granulares hacen sinapsis por las fibras musgosas con las dendritas de las células piramidales. Las capas del cuerno de Amón se dividen en Alveus, Estrato oriens y el Estrato piramidal (Chauhan et al., 2021).

Cabe destacar que la superficie ventricular del hipocampo es cubierta por una lámina de materia blanca denominada alveus. Esta está formada por unos axones en las células piramidales y las fibras de estas. El hipocampo es continuo y por él pasan la arteria coroidea anterior, la arteria cerebral posterior y consta de un drenaje venoso (Chauhan et al., 2021).

En cuanto a su drenaje venoso, las venas hipocampales profundas son de dos tipos; las venas intrahipocampales sulcales y las venas intrahipocampales subependimarias (Chauhan et al., 2021).

El hipocampo es el que se encarga de convertir la memoria a corto plazo a una de largo plazo. Esta se mantiene mediante unas conexiones sinápticas por el circuito intrínseco del hipocampo. Esta es encargada de la memoria y de la función emocional de la persona, y el daño causado puede dar lugar a una amnesia anterógrada. Por tanto, es el responsable del deterioro cognitivo y de la demencia o Alzheimer (Chauhan et al., 2021).

Este circuito es el denominado circuito de Papez y está integrado por el hipocampo, la fimbria, el fórnix, el cuerpo mamilar, el núcleo anterior del tálamo y el giro cingulado. La corteza entorinal recibe información del lóbulo frontal, el lóbulo parietal y el lóbulo temporal, esta información será convertida en memoria mediante el circuito de Papez (Chauhan et al., 2021)

Cabe destacar que el hipocampo consta de varias áreas denominadas CA1, CA2, CA3 y CA4.

La memoria episódica o a corto plazo se hará mediante una activación unidireccional de la conexión sináptica, en la que primero se hará la activación de la corteza entorinal tras la entrada del neocórtex y el sistema límbico. Posteriormente, los estímulos se desplazarán al giro dentado. A continuación, las colaterales de Schaffer transferirán estímulos al CA1, y finalmente, las eferentes del subículo se proyectan hacia la corteza entorinal (Chauhan et al., 2021).

En cuanto a la memoria espacial, este contiene células que se encargan de recordar el lugar y la ruta para ir (Chauhan et al., 2021).

Por otra parte, está el cerebelo. Esta estructura es encargada de funciones motoras y no motoras. En concreto, se encarga del mantenimiento de la postura y el equilibrio, del tono muscular, el aprendizaje motor y algunas funciones cognitivas. Además, el cerebelo interacciona con otras estructuras del sistema límbico que se encargan de la cognición y de la regulación emocional, por tanto, esta estructura también está involucrada en enfermedades neurodegenerativas. Se encuentra detrás del tronco encefálico, en la fosa craneal posterior. Cuenta con dos hemisferios separados por vermis, que es una depresión longitudinal (Liang & Carlson, 2020; Unverdi & Alsayouri, 2023).

El cerebelo forma parte de tres lóbulos; el lóbulo anterior, el posterior y el floclonodular. Los dos primeros lóbulos son separados por la fisura primaria. En cambio, el lóbulo posterior y el floclonodular son separados por la fisura posterolateral. Es relevante mencionar que el cerebelo se divide en tres partes; el vestibulocerebelo, el cerebrocerebelo y el espinocerebelo (Unverdi & Alsayouri, 2023).

En cuanto al lóbulo floclonodular o vestibulocerebelo, recibe información de los núcleos vestibulares ipsilaterales. Esta zona del cerebro se encarga del equilibrio y de los movimientos oculares. La importancia del reflejo vestibulo-ocular radica en que mantendrá la imagen en la retina durante el movimiento de la cabeza, permitiendo así que los ojos se puedan mover de forma independiente a la cabeza (Unverdi & Alsayouri, 2023).

En segundo lugar, en el cerebrocerebelo se encuentran los denominados hemisferios cerebelosos. Estos se encargan de la coordinación de movimientos y de la planificación motora, recibiendo información de la corteza motora cerebral primaria y de las áreas motoras mediante las fibras corticopontocerebelosas (Unverdi & Alsayouri, 2023).

Finalmente, el espinocerebelo está compuesto por el vermis y el paravermis. Siendo este el que recibe información somatosensorial y encargándose de movimientos motores y del mantenimiento del tono muscular (Unverdi & Alsayouri, 2023).

Por tanto, las vías de salida cerebelosa se dan en los núcleos cerebelosos y las eferentes no motoras se darán de los núcleos dentados. Una estimulación eléctrica en zonas cerebelosas va a dar lugar a un aumento de la actividad, dando así una liberación de dopamina en la corteza prefrontal medial (Liang & Carlson, 2020).

2.1.2 Fisiología.

El circuito hipocampal del cerebro es el denominado centro de la memoria declarativa. Se encuentra ubicado en una zona profunda del cerebro. Hay que tener en cuenta que hay dos tipos de memoria, la memoria a largo plazo y a corto plazo (Tortora, G. & Derrickson).

Las neuronas son las células del sistema nervioso. Estas tienen la capacidad de responder a cualquier estímulo y convertirlo en potencial de acción, que es una señal eléctrica que viaja a lo largo de la superficie de la membrana de la neurona y permite la comunicación con lugares cercanos y lejanos del cuerpo. Son eléctricamente excitables y se encargan del impulso eléctrico propagado mediante potenciales de acción por la célula. Es decir, estas propagan sus potenciales por medio del movimiento de los iones mediante unos canales iónicos que dependen del voltaje de las membranas celulares. Cuando comienza el potencial de acción, el impulso nervioso se desplazará con la misma intensidad (Chen & Lui, 2025; Ludwig et al., 2025; Tortora, G. & Derrickson).

Estas utilizan componentes eléctricos y químicos para transmitir la información, siendo conectadas a otras neuronas mediante la sinapsis. Cabe destacar que cada neurona está formada por un axón, dendritas y el cuerpo cerebral. El axón será el que se encargue de transmitir las señales eferentes, es decir, transmite la información del sistema nervioso central (SNC) hacia el resto del cuerpo. En contraste, las dendritas reciben la información que proviene del resto del cuerpo al SNC, es decir, son las señales aferentes (Ludwig et al., 2025).

Los potenciales de acción neuronales son necesarios para la propagación del impulso en la fibra nerviosa y para la comunicación neuronal por sinapsis transmitiendo así la información correspondiente, en el que una alteración en este mecanismo puede dar lugar a efectos perjudiciales (Ludwig et al., 2025).

El potencial de acción como se ha nombrado anteriormente se da por la célula y a través de cambios en el gradiente catiónico, es decir, en la parte de carga positiva, en él a través de la membrana plasmática el sodio (Na^+) irá hacia dentro de la célula y el potasio (K^+) hacia afuera. Posteriormente, esta célula a través de la sinapsis provocará una despolarización en las demás células (Chen & Lui, 2025).

El interior de las células es negativo, el exterior no. Esto es el denominado potencial de membrana en reposo de -60mV . Se genera un potencial de acción neuronal cuando el potencial interno negativo alcanza el umbral (menos negativo). Este cambio en el potencial de membrana abrirá el canal catiónico dependiente del voltaje (canal de sodio) lo que dará como resultado el proceso de despolarización y generación del potencial de acción neuronal. Por tanto, el potencial de membrana en una neurona se da por una diferencia en la carga de iones (Chen & Lui, 2025).

El potencial de reposo de la célula es cuando se encuentra estable. Para comprender este concepto primero hay que entender el funcionamiento de la membrana plasmática de una célula. La membrana está formada por una bicapa lipídica en cuya parte intracelular hay unas proteínas, iones fosfato y iones de potasio. No obstante, en la parte extracelular hay iones cloruro (Cl^-), iones sodio (Na^+) e iones de potasio (K^+). Para permitir el transporte de estos iones de la parte intracelular a la extracelular y viceversa, existen unos canales permeables que permiten la entrada y salida de estos iones. Cabe destacar que la membrana citoplasmática tiene más canales permeables de K^+ que de Na^+ , por tanto, habrá una mayor cantidad de K^+ que salgan de la célula que de iones Na^+ que entren en ella. Por consiguiente, como hay más iones positivos que salen de ella que los que entran en ella, el interior de la membrana se quedará negativo y el exterior de esta más positivo, quedándose así en valores de entre -40 mV y -70mV (Tortora, G. & Derrickson).

En consecuencia, en la despolarización hay un cambio en el potencial de membrana de -60 mV a $+40\text{mV}$ tras la entrada del sodio en la célula. Es decir, en la fase de despolarización, el potencial de membrana negativo se torna a positivo esto es debido a que los canales de Na^+ se abren y permiten la entrada de esta a la membrana intracelular. Posteriormente, ocurre la repolarización, que consiste en la vuelta de ese estado de reposo de la célula, aquí los canales de K^+ se abren, permitiendo así que los iones de K^+ salgan de la célula. Tras la repolarización, ocurre la post-hiperpolarización, en el que el potencial de membrana será más negativo que en su estado de reposo. Finalmente, sucede el periodo refractario que consiste en el tiempo que transcurre tras el inicio del potencial de acción en el que una neurona no puede generar otro potencial, este es el denominado periodo refractario absoluto. Por otro lado, se puede dar el periodo refractario relativo que es el tiempo en el que un segundo potencial de acción es iniciado por un estímulo más potente que el anterior (Chen & Lui, 2025; Tortora, G. & Derrickson).

2.1.3 Deterioro cognitivo.

El deterioro cognitivo es útil para evaluar diferentes técnicas. En el año 1988 Reisberg definió el término deterioro cognitivo leve (DCL), donde el paciente se diferencia del demente en que aún cuenta con recursos para realizar actividades diarias sin mucha dificultad. Entre los factores de riesgo cabe destacar la diabetes, hipertensión arterial, adicciones y traumatismos (Gómez Fernández et al.; Tortora, C. et al., 2024).

El deterioro cognitivo cuenta con varias fases, en las que su etapa inicial será el deterioro cognitivo leve y finalmente podrá evolucionar a demencia. Cuando un paciente llega a demencia, la patología es irreversible y la persona genera una dependencia absoluta. Cabe destacar que el deterioro cognitivo interfiere en actividades de la vida diaria de la persona. La mayoría de los deterioros cognitivos leves acaban progresando a demencias, siendo estas más graves (Gómez Fernández et al.).

Por tanto, el DCL es la etapa preclínica de transición entre el envejecimiento saludable y la demencia, y va a ser la etapa en la que los profesionales tienen que intervenir para retrasar la progresión de la patología, ya que una vez avanzada será más difícil mejorar la calidad de vida de la persona (Anderson, 2019; Tortora, C. et al., 2024).

Un estudio revela que el riesgo de desarrollar demencia en pacientes con deterioro cognitivo es ocho veces mayor en personas que utilizan polifarmacia en ancianos. Las interacciones fármaco-fármaco afectan de tal forma que dan lugar a discapacidades, depresión, caídas, fragilidad y mortalidad entre otras (Chippa & Roy, 2023).

Hay que tener en cuenta que con la edad la persona se vuelve más frágil, cada vez aparecen más enfermedades y esto va a dar lugar a un mayor número de medicamentos, causando así más interacciones entre ellos. Por otro lado, los ancianos tienen una disminución de la fuerza, mayor dependencia. Es la propia edad la que deteriora a la persona y la polifarmacia hace que ese deterioro cognitivo que en un principio era leve, cada vez se vuelva más grave (Chippa & Roy, 2023).

Se debe tratar el DC para mejorar la calidad de vida de la persona en la que se les ayudará a afrontar dificultades cognitivas y emocionales que se presenten, entre ellas cabe destacar la ansiedad y la depresión (Anderson, 2019).

El DCL se puede dividir en varios tipos (según el grupo de Mayo), en el que destaca el dominio único o dominio múltiple, y si es amnésico o no amnésico (Anderson, 2019).

Síntomas.

Las personas con DCL pueden experimentar problemas con la memoria, el lenguaje, la atención, el razonamiento u otras funciones cognitivas, al tiempo que conservan su capacidad para realizar actividades cotidianas, lo que diferencia el DCL de la demencia (Tortora, C. et al., 2024).

Cabe destacar que hay altas cifras de depresión en el DCL. Se afirma que la depresión puede causar DCL debido a una elevación del cortisol y los efectos en el cerebro. Por otro lado, los efectos anticolinérgicos de los fármacos usados para tratar la depresión pueden pronunciar un DCL (Anderson, 2019).

Más allá de las manifestaciones clínicas nombradas, para diagnosticar un DCL hay que tener en cuenta aspectos como quejas de la memoria por parte de la persona u otro individuo informante, debe haber un deterioro de la memoria que no es coherente a la edad ni a la educación que se le estableció al paciente. Por otro lado, la función cognitiva general es normal, es decir, hay otras zonas cognitivas que funcionarán con normalidad, se desarrollarán las actividades de la vida diaria con normalidad y no habrá demencia (Anderson, 2019).

Estas además presentan una clínica que su importancia radica en un olvido leve y constante de la información, es decir, el individuo tiene un recuerdo parcial de los acontecimientos (Anderson, 2019).

Por otro lado, las personas con DCL manifestarán una orientación completa, un deterioro leve del funcionamiento independiente, una ausencia de influencia en la vida familiar de la persona y además podrá gozar de realizar las actividades básicas de la vida diaria con total independencia (Anderson, 2019).

Epidemiología.

El deterioro cognitivo es una enfermedad cada vez más común en todo el mundo. Cada tres segundos se diagnostica un nuevo caso de demencia. Un estudio cuenta que se esperará que en 2050 haya 131,5 millones de casos a nivel mundial, siendo esta pronunciada en países tercermundistas y medios (Anderson, 2019).

Esta enfermedad es caracterizada por una degradación de las funciones cognitivas, siendo la séptima causa de muerte y la principal causa de discapacidad en personas mayores. Por ende, va a dar lugar a consecuencias psicológicas, sociales y fisiológicas tanto para el

enfermo como para la familia, y cabe destacar que va a haber un descomunal coste económico para las familias y cuidadores que conviven con la enfermedad. Se estima que en 2030 los costos de atención sanitaria y pérdida de ingresos por la enfermedad aumenten a 2 billones de dólares (Anderson, 2019; Vatrano et al., 2023).

Las personas mayores de 65 años tienen un mayor riesgo de padecer DCL o demencia, esto se debe a que son más propensos a sufrir factores que afectan en su capacidad cognitiva saludable, entre ellos están los trastornos neurodegenerativos, la desnutrición y enfermedades crónicas (Tortora, C. et al., 2024).

Diagnóstico.

Para diagnosticar un DCL se tienen que incluir una evaluación clínica para confirmar una etiología de este, evaluando posibles antecedentes familiares de Alzheimer. Para ello, se tendrán en cuenta los biomarcadores de depósito beta-amiloide (A β) y lesión neuronal, en la que, dependiendo del resultado, estas personas padecerán DCL asociado al Alzheimer (EA) (Anderson, 2019).

Las personas con DCL presentan una atrofia en las regiones del lóbulo temporal medial, especialmente en el hipocampo y las regiones entorrinales, y la corteza cingulada posterior. Por otro lado, presentan un hipometabolismo cerebral, es decir, una disminución de la actividad metabólica causada específicamente en la corteza temporoparietal y cingulada posterior y es evaluadas mediante tomografía por emisión de positrones con fluorodesoxiglucosa (FDG-PET). También, las personas con DCL presentan una hipoperfusión de las cortezas parietales y el hipocampo, lo que significa una disminución del flujo de sangre en estas áreas nombradas, y es detectada mediante tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) (Anderson, 2019).

Otros marcadores neurobiológicos primarios del DCL y relacionados con EA son las placas amiloides y los ovillos neurofibrilares, es decir, la acumulación de la A β en el cerebro y una malformación de la proteína tau en las neuronas, siendo las placas amiloides detectadas mediante PET (Anderson, 2019).

Cabe destacar que las concentraciones elevadas de tau total y tau fosforilada en el líquido cefalorraquídeo (LCR) van a indicar una lesión neuronal y por tanto a la progresión del DCL (Anderson, 2019).

Hay nuevos métodos de neuroimagen que permiten la detección precoz del DCL, entre ellos destaca la magnetoencefalografía (MEG) que permite detectar una sincronización alterada de las señales cerebrales y también estudios de electroencefalografía (EEG) (Anderson, 2019).

Para diagnosticar el deterioro cognitivo se pueden utilizar dos escalas, la escala Mini-Mental State Examination (MMSE) y la prueba de evaluación cognitiva de Montreal (MoCA), en la que según un artículo la escala MoCA tiene mejores criterios para detectar de una forma precoz el DCL. La escala MoCA mide varios parámetros, dura 10 minutos y su puntuación máxima es de 30 puntos. Una puntuación menor a 26 dará lugar a la posibilidad de DCL o demencia (Ciesielska et al., 2016; Delgado et al., 2019).

Función ejecutiva /visuoespacial	5 puntos
Memoria	Sin puntos
Recuerdo diferido	5 puntos
Lenguaje	3 puntos
Abstracción	2 puntos
Atención	6 puntos
Orientación	6 puntos
Identificación	3 puntos
Total	30 puntos

Tabla 3. Parámetros de la escala MoCA. Elaboración propia. (Ciesielska et al., 2016).

Pronóstico y calidad de vida.

Actualmente, nos encontramos ante una situación en la que no contamos con una cura de esta enfermedad neurodegenerativa. Por ello, la función del profesional sanitario será una mejora de la calidad de vida y el bienestar del paciente (Crespo López et al., 2011).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la calidad de vida es definida como “las percepciones del individuo sobre su posición en la vida dentro del contexto cultural y el sistema de valores en el que vive, y en relación con sus objetivos, expectativas y estándares”. Cabe destacar que la calidad de vida se ve desde una perspectiva psicológica, social y personal, y que según la patología del paciente esta será de una forma u otra. En la calidad de vida de una persona con DC la calidad de vida irá disminuyendo a medida que avance la enfermedad (Crespo López et al., 2011).

Para poder evaluar la calidad de vida de las personas con DC se han realizado auto-informes, en ellos se recoge una valoración subjetiva del sujeto dando lugar a una información significativa. Por otro lado, se recogen informes de los proxys, es decir, información de las personas del entorno del paciente. Finalmente, se tendrá en cuenta una observación directa que facilitará una observación sobre el comportamiento de este (Crespo López et al., 2011).

Además, se tienen en cuenta varios instrumentos para evaluar la calidad de vida, siendo destacados la autoestima, la interacción social, la realización de actividades, el estado de ánimo, el sueño y el comportamiento del sujeto (Crespo López et al., 2011).

Tratamiento.

Para tratar el deterioro cognitivo leve hay que tener en cuenta que no hay fármacos que modifiquen la enfermedad del DCL y el Alzheimer, ya que estos carecen de eficacia. Por tanto, lo que se hará será retrasar lo máximo posible ese déficit cognitivo para evitar llegar a la demencia, esto se realizará mediante estimulaciones del funcionamiento cognitivo (Anderson, 2019).

Entre estas estimulaciones, cabe destacar el ejercicio físico, en el que se ha demostrado que hay beneficios cognitivos en las personas con DCL. A su vez, las medidas dietéticas también disminuyen el progreso del DCL al aumentar los niveles de A β en el líquido cefalorraquídeo (Anderson, 2019).

Asimismo, un estudio ha demostrado que la realidad virtual (RV) es efectiva para tratar el DCL, al igual que la rehabilitación cognitiva basada en RV (VR-CRT). En esta se evaluará la función cognitiva global, la función ejecutiva y la memoria de trabajo a corto plazo (Tortora, C. et al., 2024).

En cuanto a la función cognitiva global, cabe destacar que tanto la VR-CRT como la terapia de rehabilitación cognitiva van a dar unas mejoras significativas. Por otro lado, en la función ejecutiva se informa de que el grupo VR-CRT va a tener unos resultados más satisfactorios que el grupo de individuos que es tratado con CRT. Finalmente, este estudio manifiesta que la VR-CRT va a causar mejoras en el recuerdo tanto inmediato como en el diferido, y que la CRT solo obtendrá mejoras en el recuerdo inmediato (Tortora, C. et al., 2024).

Igualmente, es digno de mención una terapia asistida con animales que favorecerá una relajación en las personas con DCL o demencia, y que tendrá resultados notablemente satisfactorios. Entre ellos habrá una mejora en la comunicación, la confianza y el comportamiento social del paciente, y una educación psicosocial grupal, en el que se formará al paciente estrategias de la memoria, se le enseñará los resultados sobre estilos de vida adecuados y se enseñarán estrategias como la relajación (Rodrigo-Claverol et al., 2020).

Asimismo, la estimulación magnética transcraneal (TMS) consiste en una técnica de neuromodulación no invasiva en el que se aplica una estimulación en la corteza motora

primaria y va a dar lugar a una excitabilidad y plasticidad, induciendo corrientes en regiones de las neuronas de la corteza cerebral (Chou et al., 2022).

La estimulación eléctrica es otra técnica empleada para la neuromodulación. Uno de sus tipos es la estimulación transcraneal con corriente directa (tDCS). Esta se diferencia de la TMS porque no va a inducir potenciales de acción neuronales directos. En la TMS se induce una despolarización rápida provocando así potenciales de acción en las membranas neuronales (Vatrano et al., 2023).

Estas últimas terapias no invasivas mejoran la función cerebral en base a dos estrategias. Estas se centrarán en un aumento de la excitabilidad cortical y en la eliminación de redes en zonas intactas que tienen un efecto en el rendimiento cognitivo (Sanches et al., 2021).

2.1.4 Neuroplasticidad.

La neuroplasticidad es definida como “capacidad del sistema nervioso de cambiar su actividad en respuesta a estímulos intrínsecos o extrínsecos mediante la reorganización de su estructura, funciones y conexiones” (Puderbaugh & Emmady, 2023).

Consiste en un procedimiento que va a dar lugar a cambios funcionales y estructurales en el cerebro. Estos cambios se dan después de una lesión y pueden ser beneficiosos, neutrales o negativos. Esta se divide en dos mecanismos; el primero sería la regeneración neuronal y el segundo la reorganización funcional (Puderbaugh & Emmady, 2023).

En cuanto a la regeneración neuronal, cabe destacar el término plasticidad neuronal, que consiste en la capacidad de realizar cambios de la experiencia en la fuerza de las conexiones neuronales. Aquí aparecer el concepto “potenciación a largo plazo” (Puderbaugh & Emmady, 2023).

La plasticidad se da cuando la estimulación de una neurona presináptica causa respuestas en la postsináptica. Esta última responde agregando más receptores de neurotransmisores reduciendo así el umbral necesario para ser estimulada y mejorando la sinapsis. Entre los factores que favorecen la plasticidad sináptica destaca el ejercicio, la motivación, neuromoduladores, medicamentos y el ejercicio continuo de la tarea. Entre los que reducen la capacidad de plasticidad destaca el envejecimiento y las enfermedades neurodegenerativas, como sería el caso del Alzheimer y cabe destacar que el deterioro cognitivo puede ser consecuencia de estas (Puderbaugh & Emmady, 2023).

La neurogénesis es definida como el proceso que permite generar neuronas en el cerebro. En cuanto a la reorganización funcional. La equipotencialidad consiste en que cuando una zona del cerebro sufre una lesión, otra zona compensará la función que hacía la zona lesionada. Por otro lado, cabe destacar el término vicariación, en la que una parte del cerebro asume funciones de las que no está preparada para ello. Es decir, asume una nueva función. La diasquisis es definida como el daño que puede sufrir una zona del cerebro debido a la pérdida de la función de otra área que están interconectadas (Puderbaugh & Emmady, 2023).

Por tanto, la neuroplasticidad va a permitir la adaptación del cerebro ante posibles daños que puedan sufrir zonas de este y puede ser regulada mediante diferentes factores. Destaca aquí la musicoterapia, el ejercicio y mantener una dieta saludable, son factores que mejorará la memoria y la cognición. Por otro lado, en condiciones fisiológicas normales, la neuroplasticidad tiene una función esencial para el desarrollo y el aprendizaje del cerebro (Herbety & Duffau, 2020; Puderbaugh & Emmady, 2023).

2.1.5 Neuroestimulación.

La neuromodulación es definida como “la alteración de la actividad nerviosa a través de la administración dirigida de un estímulo, como estimulación eléctrica o agentes químicos, a sitios neurológicos específicos en el cuerpo” según la Sociedad Internacional de Neuromodulación (Knotkova et al., 2021).

La estimulación cerebral no invasiva (NIBS) está formada tanto por la TMS como por la estimulación eléctrica transcraneal. El objetivo de la NIBS es inhibir o activar la actividad neuronal. Se aplicará una corriente eléctrica en el cerebro y será realizada mediante el aumento o disminución de la actividad cortical (Kesikburun, 2022).

Hay diferentes maneras de realizar NIBS, entre ellas están la TMS, la tDCS, la tACS y la estimulación transcraneal con ruido aleatorio (tRNS) (Kesikburun, 2022).

En cuanto a la tDCS, la corriente será dada mediante dos electrodos colocados en el cuero cabelludo tal y como se indicó anteriormente. La dirección de la corriente eléctrica será del ánodo al cátodo, es decir, del polo positivo al polo negativo (Kesikburun, 2022).

Cabe destacar las diferencias entre la neuroestimulación de la tDCS y la TMS. En cuanto a la TDCS, está será más dolorosa que la otra técnica debido a que hay un paso de corriente en el cerebro, se dispersará en todas las direcciones, es decir, de forma radial, habrá un efecto más profundo que la TMS y el campo eléctrico será más débil (Kesikburun, 2022).

La neuromodulación será diferente según cómo estén colocados los electrodos. Donde en la estimulación anódica tienen un efecto facilitador de la actividad cortical, en cambio, la estimulación catódica el efecto será opuesto al del otro electrodo. Su mecanismo de acción actúa sobre el sistema nervioso humano, dando lugar a cambios tanto funcionales como estructurales (Kesikburun, 2022).

2.1.6 Estimulación eléctrica transcraneal.

La estimulación eléctrica transcraneal (tES) se encarga de modular la función cerebral, siendo segura y económica. Hay varios tipos de tES, entre ellos destaca la estimulación transcraneal de corriente directa (tDCS), la estimulación transcraneal con corriente alterna (tACS) y la estimulación transcraneal con ruido aleatorio (tRNS). Cada tipo de tES nombrada tiene un mecanismo de acción concreto y consiste en la regulación de la actividad cerebral mediante el empleo de un campo eléctrico en la superficie del cuero cabelludo (Salvador et al., 2021).

Esta técnica ha ganado popularidad con el paso de los años debido a que es una técnica no invasiva, de fácil utilización, segura y con efectos secundarios mínimos, indolora y de bajo coste. Es empleada para múltiples fines terapéuticos y mejora la función cognitiva, la motora, siendo aplicada en diferentes situaciones clínicas (Salvador et al., 2021).

Tal como se indicó anteriormente, cada tipo de tES tiene un mecanismo concreto mediante el uso de unas corrientes eléctricas débiles con la aplicación de unos electrodos en el cuero cabelludo (Salvador et al., 2021).

En la tACS, la corriente en vez de ser constante como en la tDCS es sinusoidal, es decir, oscila entre un patrón positivo y negativo, generando una corriente rítmica con una frecuencia específica. Siendo la tACS empleada para la cognición y la tDCS es utilizada para mejorar la memoria (Arulchelvan & Vanneste, 2023).

En tercer lugar, está la tRNS, es decir, la estimulación de ruido aleatorio la cual tiene la capacidad de agregar ruido en áreas cerebrales extendidas evitando así la acumulación de oscilaciones o desincronización de los ritmos cerebrales (Sanchez et al., 2021).

Conceptos básicos de física para entender la tDCS.

La corriente eléctrica se da mediante los electrodos provocando un flujo determinado de iones en la cabeza, estas describirán lo que es denominado campo eléctrico o densidad de corriente (Callejón-Leblic & Miranda, 2021).

Según la magnitud del campo, la dirección y la estimulación, las neuronas se excitarán o inhibirán, provocando así unas modificaciones en el potencial de membrana de estas (Callejón-Leblic & Miranda, 2021).

Introducción a la tDCS.

La tDCS es un tipo de estimulación que consiste en un dispositivo con una batería de 9 voltios en el que según los dos tipos de electrodos que disponga (ánodo y cátodo) las neuronas se polarizarán o despolarizarán mediante los electrodos que se disponen sobre ubicaciones específicas en el cuero cabelludo para proporcionar estimulación. Los electrodos forman el interfaz entre el estimulador y el área de aplicación en el cuerpo. La estimulación anódica está cargada positivamente en esa zona del cerebro, atrayendo electrones y favoreciendo la actividad neuronal. Esto permitirá la excitación. Por otro lado, la estimulación catódica inhibirá la descarga a consecuencia de la disminución de la actividad neuronal. La aplicación de un electrodo anódico que provee corriente a la corteza motora permitirá la regulación de la excitabilidad cortical, es decir, regulará la actividad de esa área del cerebro, así como el empleo de un electrodo catódico a la frente contralateral. Esta disposición de los electrodos permitirá una mejorar en la excitabilidad de la corteza motora (Knotkova et al., 2021; Solomons & Shanmugasundaram, 2020; Steen-García et al., 2024).

En la tDCS se aplica una corriente constante de baja intensidad, concretamente entre 1 y 2 mA en los que, a través de dos electrodos impregnados en solución salina, modificará la memoria. En esta terapia las cargas positivas como negativas causarán una despolarización o hiperpolarización de las neuronas donde se sitúan los electrodos, favoreciendo así la propagación del potencial de acción y dando lugar a la excitación o inhibición de la neurona, que tendrán el rol operativo de la memoria (Arulchelvan & Vanneste, 2023; Knotkova et al., 2021).

Hay que tener en cuenta que la tDCS provoca cambios en el sistema glutamatérgico porque va a ser el glutamato el encargado de la excitación del cerebro y en el ácido gamma aminobutírico (GABA), en el que el GABA realiza una función opuesta al anterior, es decir, inhibiendo al cerebro. Estos dos sistemas afectan a la neuroplasticidad del cerebro. Por tanto,

esta neuroplasticidad va a ser dependiente de la acción glutamatérgica del calcio, modulando así los receptores NMDA e interactuará con neurotransmisores como GABA, serotonina, dopamina y acetilcolina (Knotkova et al., 2021).

La colocación de los electrodos va a determinar la orientación del campo eléctrico, es decir, determinará la dirección de la polarización de las neuronas en este campo. Por tanto, la colocación de forma adecuada de los electrodos será necesaria para que haya una estimulación adecuada del área que se quiere tratar según la patología o los requerimientos del paciente. Con ello se evitará una actividad cerebral anormal mediante la prevención de la estimulación de zonas no deseadas del cerebro (Solomons & Shanmugasundaram, 2020).

En un futuro se prevé que el objetivo de la investigación terapéutica no invasiva será actuar de una forma precoz permitiendo así un diagnóstico temprano y preclínico, permitiendo así identificar a las personas que tengan riesgo de desarrollar una enfermedad neurodegenerativa antes de que haya una pérdida del tejido neuronal por la enfermedad, dando lugar a una rehabilitación cognitiva de esta (Sanches et al., 2021).

Cabe agregar la neuroestimulación cerebelosa. Esta comienza en el siglo XXI comenzando con estimulación mediante TMS y con la aplicación de la tDCS de forma más reciente. Se ha demostrado en base a dos estudios que las corrientes eléctricas débiles aplicadas a tES influyen en la activación de la corteza motora humana. Actualmente esta se utiliza para tratar procesos motores, afectivos, cognitivos e incluyendo disfunciones neurológicas (Ponce et al., 2022).

El papel del cerebelo en estudios relacionados con procesos cognitivos ha demostrado que la tDCS tienen efectos en la memoria de trabajo y el lenguaje (Ponce et al., 2022).

Aplicaciones.

En cuanto a las distintas aplicaciones de la tDCS, esta se puede utilizar para la enfermedad de Parkinson. Esta es utilizada como complementaria y no sustituirá al fármaco antiparkinsoniano. Por otro lado, se utilizará en la distonía, es decir, en la rehabilitación motora, aumentando el impulso cortical inhibitorio, dando así un efecto beneficioso. Además, se han visto estudios sobre los efectos de la tDCS en esclerosis múltiple, siendo la fatiga el síntoma más frecuente de esta, según ese informe, la aplicación de la tDCS durante 5 días podría disminuir la fatiga (Morya et al., 2019).

Asimismo, la tDCS se puede aplicar también a deportistas, beneficiando el aprendizaje motor en rehabilitación y en el rendimiento deportivo, debido a una amplitud del MEP del músculo

abductor digiti minimi derecho tras la estimulación anódica. Siendo esta eficaz para modular el aprendizaje motor. Cabe destacar que la estimulación anódica M1 mejora la conducta, la función ejecutiva y el rendimiento (Morya et al., 2019).

La tDCS se puede utilizar en la migraña y en el dolor. Además, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, la tDCS se utiliza para tratar trastornos neuropsiquiátricos como el deterioro cognitivo, pero se puede aplicar a individuos sin deterioro cognitivo inclusive para favorecer una cognición, memoria de trabajo y la concentración de estos (DaSilva et al., 2022; Solomons & Shanmugasundaram, 2020).

Según un estudio la tDCS tiene grandes ventajas en pacientes con TDAH (trastorno por déficit de atención con hiperactividad). Especialmente en niños, que muestran una plasticidad neuronal más acelerada que los adultos, es decir, los menores tienen una mayor capacidad para que su cerebro se adapte ante la estimulación neuronal. Y que la tDCS combinada junto con el entrenamiento cognitivo, aumenta la eficacia (Rubia, 2018).

Un estudio demuestra que la aplicación de una única sesión de la tDCS de forma inmediata da un efecto multivariado significativo. Comparando el resultado de forma inmediata con el rendimiento de la memoria tras 24h a 5 días, vieron que hubo mejoras de memoria inmediata pero no hubo resultados satisfactorios del rendimiento de la memoria (Bjekić et al., 2019).

Protocolos, seguridad y efectos secundarios.

Las sesiones son de 30 minutos máximo y que hay que determinar los parámetros, intensidad, dónde se quiere aplicar y el tamaño de los electrodos. Estas se pueden combinar con otro tipo de terapias cognitivas que permitirán que sean mucho más efectivas que por sí mismas. También, es considerable que los efectos que produce la tDCS son acumulativos, es decir, se necesitarán varias sesiones para que se puedan obtener resultados (Knotkova et al., 2021).

Estas no tienen casi efectos secundarios, sin embargo, los investigadores han descubierto que la tDCS puede causar sensaciones como picazón, enrojecimiento en las zonas de estimulación, hormigueo y ardor en el lugar donde se encuentra el electrodo. Es importante recalcar que el efecto de esta terapia dura hasta 6 meses. Se ha investigado que el material del electrodo y el gel de interfaz utilizado pueden disminuir estas sensaciones (Solomons & Shanmugasundaram, 2020).

Por otro lado, cabe destacar que la forma, tamaño y la posición de los electrodos disminuirá estas sensaciones aplicadas a estas corrientes bajas de 1 mA (Solomons & Shanmugasundaram, 2020).

En cuanto al tamaño de los electrodos, estos no inducirán efectos en intensidades menores a 0,4 mA, en cambio, las intensidades que sobrepasan los 3 mA darán sensaciones como hormigueo y erupciones. Por otro lado, cabe destacar que el grosos cortical, el volumen de LCR y la forma del cráneo afectan en la administración de tDCS (Sanches et al., 2021).

Por otro lado, la cantidad de LCR y la distancia de los electrodos y la corteza influyen en los resultados de la tDCS (Ponce et al., 2022).

La tDCS tiene muchos beneficios, pero hay ciertas limitaciones que se deben tener en cuenta y es que esta terapia no persuade potenciales de acción neuronales directos. Es por ello por lo que se debe tener en cuenta que para ser eficaz debe administrarse con otras tareas de entrenamiento motor (Vatrano et al., 2023).

La seguridad de la tES será aplicada de forma relativa ya que toda estimulación dará lugar a la posibilidad de riesgo y causará problemas en algunas situaciones. La seguridad en la tES que se va a dar por tanto será focalizada en el potencial en el que un protocolo va a causar un peligro, entre estos destaca la alta intensidad o que la estimulación sea muy duradera. Se define como tES de baja intensidad a aquellas que son menores de 4 mA, con una duración menor a 60 minutos y con el uso de electrodos con un tamaño entre 1-100 cm². La seguridad es definida como aquella que no da lugar a un evento adverso (EA) y en la tES no va a haber a penas EA (Antal et al., 2017).

No obstante, los aspectos de seguridad aplicados en la tES hasta ahora destacaría el agua del grifo como medio de contacto ocasionando daño a la piel dando lugar a quemaduras según un estudio, por tanto, se impregnan los electrodos en solución salina según protocolos. El uso de crema para los electrodos deberá ser adecuada para crear una película suficientemente gruesa para evitar así el contacto con la piel, contraindicando así los geles convencionales (Woods et al., 2016).

Hay que tener en cuenta los parámetros empleados en niños para mantener la seguridad y tolerabilidad, siendo diferente que en adultos (Woods et al., 2016).

TDCS online y offline.

Esta terapia es capaz de inducir efectos clínicos y neurofisiológicos significativos tanto en sujetos sanos como en pacientes. La tDCS tiene una rehabilitación motora (modula la excitabilidad y plasticidad neuronal), se han dado cambios en la excitabilidad neuronal que son persistentes durante minutos después de terminar la estimulación (Morya et al., 2019).

El mecanismo de la tDCS se puede dividir en dos partes; el efecto online y el efecto offline. En cuanto al efecto online, esta es la denominada fase aguda. En esta fase se da el aprendizaje de nuevas habilidades donde a la vez que se aplica la terapia se realiza una estimulación cerebral, es decir, habrá un entrenamiento de la tarea cognitiva. Se darán unos cambios en la red cerebral. Por otro lado, el aprendizaje fuera de línea u offline será únicamente la aplicación de la terapia causando una mejora en el desarrollo de la tarea (Morya et al., 2019).

El aprendizaje fuera de línea se da con el objetivo de mejorar el desempeño de la tarea indicada con mayor precisión o respuestas más rápidas sin que interfieran otras tareas que causen estimulación cognitiva (Morya et al., 2019).

Un estudio demuestra que los resultados no solo dependen de la aplicación de la tDCS en línea o fuera de línea, sino que dependen del lugar de colocación de los electrodos y en qué hemisferio se pongan, obteniendo así resultados mixtos, en el que se obtienen resultados fuera de línea en la corteza prefrontal dorsolateral en el hemisferio derecho, pero no en el hemisferio izquierdo. Por otro lado, se obtienen mayores efectos tras la estimulación de la corteza prefrontal izquierda que en la derecha (Živanović et al., 2021).

Este estudio también muestra que la obtención de resultados tras una única sesión no solo depende de lo nombrado anteriormente, sino que depende también de factores individuales como el estado neuronal basal, la anatomía y la capacidad de respuesta ante la tDCS (Bjekić et al., 2019; Živanović et al., 2021).

Además de ello, hay que tener en cuenta los protocolos de aplicación de la tDCS en línea y fuera de línea. En la que la intensidad de corriente constante no va a ser la misma en la tDCS online que en la offline. En la online la intensidad será menor evitando así posibles efectos que puedan darse por una elevación de esta (Živanović et al., 2021).

2.2 Justificación.

El deterioro cognitivo leve es la etapa prodrómica de la enfermedad de Alzheimer, una patología irreversible. Por tanto, el objetivo de todo científico es poder tratar cuanto antes la enfermedad, siendo en la etapa de DCL la idónea para intervenir evitando así su progresión (Xu et al., 2023).

En España las visitas al centro de atención primaria por deterioro cognitivo son muy frecuentes conforme la edad avanza; en concreto, el 15-20% de las personas mayores de 60 años acuden por la situación descrita. La prevalencia es mayor en mujeres que en hombres. A medida que el individuo es mayor, las cifras aumentan entre un 3,2 y 12,3%. La etapa más avanzada de la enfermedad es la demencia, en España entre el 8 y 15% de los diagnósticos de DCL evolucionan a demencia cada año (Vega Alonso et al.).

A medida que avanza la enfermedad, más difícil es tratarla y mejorar la calidad de vida del individuo. Es digno de mención que cuando evoluciona esta, mayor gasto económico supondrá para el entorno que le rodea y para el sistema sanitario. Requiriendo así cada vez más medidas, más atención, nuevas técnicas y fármacos que se irán dando a este tipo de pacientes conforme avance la enfermedad. Es por ello, que será fundamental tratarla cuanto antes (Li et al., 2024).

Es importante desarrollar técnicas efectivas y eficaces que ayuden a frenar el DC con el menor coste posible. Es por ello que, con la aplicación de la tDCS como técnica innovadora, se pueden conseguir avances satisfactorios para la sociedad. Demostraciones científicas han asegurado que la tDCS tiene grandes beneficios, siendo económica y segura. Asimismo, los efectos secundarios que pueden manifestarse son mínimos (Li et al., 2024; Xu et al., 2023).

Se ha decidido profundizar en este tema debido a la necesidad de encontrar técnicas que puedan mejorar la calidad de vida de las personas que padecen la enfermedad descrita. Con el desarrollo de la tDCS se puede llegar a reducir los niveles de prevalencia de la demencia. Es por ello que con el siguiente estudio de investigación se pretende abarcar de forma directa la aplicación de una intervención que frene de forma satisfactoria la progresión de la enfermedad.

3. Objetivos e hipótesis.

3.1 Objetivos.

Objetivo general.

Evaluar la eficacia de la aplicación de la terapia eléctrica transcraneal de corriente directa (tDCS) aplicada en modalidad online en la función cognitiva, relaciones sociales y actividades de la vida diaria en personas recién diagnosticadas de deterioro cognitivo frente a la modalidad offline.

Los objetivos específicos son:

- Demostrar la eficacia en la función cognitiva en pacientes con DCL sometidos a tDCS que reciben una estimulación cerebral a la vez, evaluada mediante la escala MoCA realizada previamente al estudio y tras finalizar todas las sesiones correspondientes; comparándolo con pacientes con DCL sometidos a tDCS de modalidad offline.
- Comparar la eficacia en la capacidad de realización de las AVD en pacientes con DCL sometidos a tDCS que reciben una estimulación cerebral a la vez, valorada mediante la escala de Lawton y Brody antes de comenzar las sesiones, tras la sesión número 13 y se volverá a evaluar la capacidad de realización de AVD tras realizar las 26 sesiones totales; comparándolo con pacientes con DCL sometidos a tDCS de modalidad offline.
- Evaluar la eficacia en la capacidad de mantener relaciones sociales en pacientes con DCL sometidos a tDCS que reciben una estimulación cerebral a la vez, valorada mediante una escala Likert realizada ad-hoc previamente al estudio y tras finalizar todas las sesiones correspondientes. Se valorará la capacidad de tener una conversación, utilizar un lenguaje adecuado y preservar la capacidad de realizar actividades grupales; comparándolo con pacientes con DCL sometidos a tDCS de modalidad offline.

3.2 Hipótesis.

La aplicación de la tDCS en sujetos con DCL que se les administra un crucigrama a la vez que se realiza la terapia, es más efectiva que la aplicación de la tDCS en sujetos con DCL que no reciben ninguna estimulación cerebral durante la realización de la terapia dirigida por profesionales de la salud.

3.3 Hipótesis operativa.

- Hipótesis nula (H_0): no hay diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes sometidos a tDCS en línea versus los pacientes que son sometidos a tDCS offline.
- Hipótesis alternativa (H_1): existen diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes que son sometidos a tDCS en línea con DCL y los pacientes que son sometidos a tDCS fuera de línea.

3.3.1 Actividades de la vida diaria (AVD).

- Hipótesis nula (H_0): no hay diferencias estadísticamente significativas en la realización de las AVD entre los pacientes que son sometidos a tDCS en línea versus los pacientes que son sometidos a tDCS fuera de línea evaluada mediante la escala de Lawton y Brody antes de comenzar las sesiones, tras la sesión número 13 y finalmente tras realizar las 26 sesiones totales.
- Hipótesis alternativa (H_1): existen diferencias estadísticamente significativas a la hora de realización de las AVD entre los pacientes que son sometidos a tDCS en línea versus los pacientes que son sometidos a tDCS fuera de línea evaluada mediante la escala de Lawton y Brody antes de comenzar las sesiones, tras la sesión número 13 y finalmente tras realizar las 26 sesiones totales.

3.3.2 Función cognitiva.

- Hipótesis nula (H_0): no hay diferencias estadísticamente significativas en la función cognitiva entre los pacientes que son sometidos a tDCS en línea con DCL versus los pacientes que son sometidos a tDCS fuera de línea evaluada mediante la prueba MoCA. Realizada previamente al estudio y tras finalizar todas las sesiones correspondientes.
- Hipótesis alternativa(H_1): existen diferencias estadísticamente significativas en la función cognitiva entre los pacientes que son sometidos a tDCS en línea con DCL versus los pacientes que son sometidos a tDCS fuera de línea evaluada mediante la prueba MoCA. Realizada previamente al estudio y tras finalizar todas las sesiones correspondientes.

3.3.3 Interacciones sociales.

- Hipótesis nula (H_0): no hay diferencias estadísticamente significativas en las relaciones sociales entre los pacientes que son sometidos a tDCS en línea versus los pacientes que son sometidos a tDCS fuera de línea valorada mediante una escala Likert realizada ad-hoc, en la que se valorará la capacidad de tener una conversación, utilizar un lenguaje adecuado y preservar la capacidad de realizar actividades grupales. Realizada previamente al estudio y tras finalizar todas las sesiones correspondientes.
- Hipótesis alternativa(H_1): existen diferencias estadísticamente significativas en las relaciones sociales entre los pacientes que son sometidos a tDCS en línea versus los pacientes que son sometidos a tDCS fuera de línea valorada mediante una escala Likert realizada ad-hoc, en la que se valorará la capacidad de tener una conversación, utilizar un lenguaje adecuado y preservar la capacidad de realizar actividades grupales. Realizada previamente al estudio y tras finalizar todas las sesiones correspondientes.

4. Metodología.

4.1 Diseño del estudio.

Este estudio consiste en un ensayo controlado aleatorio longitudinal prospectivo en el que se comprobará la eficacia de la realización de la tDCS online versus offline en pacientes que son recién diagnosticados de DCL mayores de 65 años de la Comunidad de Madrid. Es un ensayo controlado aleatorio porque los pacientes que van a ser intervenidos por la tDCS serán distribuidos a cada grupo de forma aleatoria y en el que se diferenciarán en la realización de una terapia en línea y fuera de línea. Además, cabe destacar que es aleatorizado porque no hay sesgos que marquen diferencias entre los diferentes grupos, y las disparidades inevitables entre los diferentes sujetos como la edad, el sexo o el coeficiente intelectual no han sido criterio de muestreo para la asignación de grupos. Este ensayo tendrá un doble ciego, se cegará al participante y al estadístico responsable que analice los datos.

La duración del estudio será de 6 meses. El ensayo comenzará en septiembre de 2025 y finalizará en marzo de 2026. En las que en la primera semana se aplicará la terapia durante 5 días consecutivos, otros 5 días consecutivos, posteriormente serán 3 días (lunes- miércoles y viernes). La cuarta semana se reducirá a 2 días (lunes y jueves) y a los 15 días se hará una sesión de recuerdo. Finalmente, tras cumplir el mes, se realizará 1 sesión de recuerdo. Cada sesión será de 30 minutos.

Según los protocolos elaborados, las sesiones no durarán más de lo previsto. Al principio del estudio los sujetos recibirán una hoja de información sobre el proceso al que se someten, un consentimiento informado y el profesional que realice el estudio deberá firmar la confidencialidad de datos según la ley 41/2002 de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

4.2 Sujetos del estudio.

La población diana del estudio correspondiente está formada por sujetos mayores a 65 años y que pertenezcan al Hospital Universitario Gregorio Marañón. Los participantes serán evaluados para detectar su capacidad cognitiva. Posteriormente, los diagnosticados de deterioro cognitivo leve serán los que puedan participar en el ensayo. La intervención se hará

en una consulta de enfermería del hospital mencionado, siendo ella quién se encargue de realizar el procedimiento.

El estudio es caracterizado por ser un muestreo no probabilístico por conveniencia, es decir, la realización del estudio es realizada de tal forma que toda división de grupo se hace aleatoriamente y sin haber ningún sesgo.

Los criterios de exclusión para la participación en el estudio son los siguientes:

1. Diagnóstico de trastorno neurocognitivo avanzado.
2. Personas que consuman alcohol u otras drogas que alteren la capacidad cognitiva.
3. Antecedentes de traumatismos craneoencefálicos.
4. Personas que ya participan en otro tipo de terapias de entrenamiento cognitivo.
5. Personas que no puedan realizar de forma independiente la actividad complementaria a la tDCS.
6. Personas que tienen una contraindicación para la tDCS.

Los criterios de inclusión para la participación en el estudio son los siguientes:

1. Tener más de 65 años de edad.
2. Estar empadronado en la comunidad de Madrid.
3. Tener cómo hospital de referencia el Hospital Universitario Gregorio Marañón.
4. Ser diagnosticado de DCL.

El tamaño de la muestra será de 98 participantes, en los que habrá 49 participantes en cada grupo. Por tanto, el tamaño de la población que participa en el estudio es de 98 participantes que hayan cumplido los criterios de inclusión.

El tamaño muestral ha sido realizado mediante la calculadora de tamaño muestral GRANMO. El error alfa es de 0.05, dando así un nivel de confianza de 95%. Por tanto, si se cumple la hipótesis nula, el error alfa será del 5%. El error beta, será de un 0.2, es por ello que el poder estadístico será del 0.80.

El error beta será de un 20% de posibilidades que, aunque haya diferencias, el estudio no salga. Teniendo así un 80% de probabilidades para demostrar las diferencias de la hipótesis alternativa.

Es destacable que la variable empleada para el cálculo del tamaño muestral es la función cognitiva debido a que es la variable principal. La función cognitiva será calculada mediante la escala MoCA. Ante la unidad del tamaño de la escala MoCA y debido a que está formada por varias variables. La unidad que se utilizará para determinar la desviación estándar y las

diferencias será por puntos, teniendo en cuenta qué una puntuación menor a 26 es la que tienen los pacientes con DC. Por tanto:

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un poder estadístico superior a 0.8, se precisarán 49 sujetos en el grupo 1 y 49 sujetos en el grupo 2 para detectar diferencias igual o superior a 3 puntos. Se asumen que la desviación estándar común es de 5 puntos. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%.

4.3 Variables.

Las variables más destacadas a evaluar serán las siguientes:

- **La función cognitiva.** Estos factores serán evaluados mediante la realización de la escala MoCA. La prueba se realizará previamente al estudio y se evaluará tras haber finalizado la estimulación.
La importancia de estos factores radica en que van a permitir un adecuado procesamiento de la información, permitiendo así crear una memoria del suceso a largo plazo por la forma en la que se profundiza.
- **La capacidad para realizar las Actividades de la Vida Diaria (AVD).** Esta será evaluada mediante la escala de Lawton y Brody. Mediante la comprobación de la capacidad para realizar AVD, se valorará la calidad de vida de los participantes, así como el grado de deterioro cognitivo. La realización de las AVD requiere una estimulación tanto cognitiva como motora del cerebro. Es por ello que se hará una valoración inicial antes de recibir la primera sesión. Posteriormente, tras la sesión número 13, se volverá a evaluar la capacidad de realización de las AVD y, finalmente, se evaluará la capacidad de realización de AVD tras la realización de la última sesión, es decir, en la sesión número 26.
- **Las interacciones sociales.** Cabe destacar la capacidad que tiene el participante de tener una comunicación coherente y adecuada, es decir, la capacidad de comunicación. Se hará entrevistas a personas cercanas al paciente que puedan proporcionar información y mediante la observación de la capacidad comunicativa que tenga este, valorado por el profesional. Será evaluada al principio del ensayo y al final de las sesiones.

Además de las variables descritas anteriormente, se pueden evaluar las siguientes variables:

- **Nivel educativo:** es la forma objetiva de determinar el máximo nivel de educación que ha alcanzado una persona a lo largo de su vida. Es una variable cualitativa ordinal.
- **Sexo:** característica biológica que diferencia a un hombre de una mujer. Es una variable cualitativa dicotómica.
- **Edad:** años que ha vivido una persona en este instante. Es una variable independiente cuantitativa.
- **Coeficiencia intelectual:** capacidad intelectual de una persona. Es una variable cuantitativa continua.

VARIABLES DEPENDIENTES	TIPO DE VARIABLE	MÉTODO DE VALORACIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN	MOMENTO DE MEDICIÓN
Realización de AVD	Cuantitativa discreta	Escala de Lawton y Brody		Al inicio, a la sesión número 11 y al finalizar las sesiones
Interacciones sociales	Cualitativa ordinal	0= mala 1= intermedio 2= buena		Al inicio y al finalizar las sesiones
Función cognitiva	Cuantitativa discreta	Escala MoCA	Puntuación de la propia escala	Al inicio y al finalizar las sesiones

Tabla 4. Variables dependientes. Elaboración propia.

VARIABLES INDEPENDIENTES	TIPO DE VARIABLE	DE MÉTODO DE VALORACIÓN	DE UNIDAD DE MEDICIÓN	MOMENTO DE MEDICIÓN
Tipo de intervención	Cualitativa dicotómica	0= Control 1= Experimental		En la división de grupos
Nivel educativo	Cualitativa ordinal	0=Estudios primarios 1= Secundaria 2= Universitario 3= postgrado		Al inicio de la intervención
Sexo	Cualitativa dicotómica	Demográficamente	Hombre/ mujer	Al inicio de la intervención
Edad	Cuantitativa discreta	Demográficamente	Años	Al inicio de la intervención
Coeficiente intelectual	Cuantitativa continua	>130 = muy superior 120-129 = superior 110-119 = normal brillante 90 – 109 = promedio 80 -89 = normal bajo 70-79= fronterizo < 69 = deficiencia mental		Al inicio de la intervención

Tabla 5. Variables independientes. Elaboración propia.

4.4 Intervención a evaluar.

4.4.1 Intervención del grupo control.

Al grupo control se le aplicará la tDCS sin recibir ningún estímulo a nivel neurológico. Al paciente se le aplicarán dos electrodos de esponja impregnados en solución salina. La parte anódica del electrodo será colocado en la corteza temporal lateral izquierda y el electrodo catódico en corteza frontal. La intensidad de la corriente será de 2 miliamperios. La duración

de la terapia será de 30 minutos en el que el paciente permanecerá tumbado en una camilla de la consulta dónde se realizará el estudio. Ante cualquier reacción inmediata o efecto secundario que pueda aparecer durante la prueba, el paciente deberá avisar al profesional.

4.4.2. Intervención del grupo experimental.

Al grupo experimental se le aplicará la tDCS realizado por un profesional de enfermería a la vez que deberá realizar un crucigrama. Este está diseñado para ser resuelto en un periodo de tiempo de 30 minutos, tiempo que durará la aplicación de la tDCS. Los electrodos serán colocados sobre la corteza frontal y temporal favoreciendo así una mejora en el rendimiento. La intensidad de la corriente será la misma que en la intervención del grupo control, es decir, de 2 mA. El paciente permanecerá tumbado en una camilla de la consulta, a la vez, se le entregará un papel en el que deberá hacer un crucigrama a la vez que recibe la terapia (Anexo IV).

4.5 Procedimiento de recogida de datos.

Los pacientes que hayan sido seleccionados para realizar el estudio debido a que cumplen los criterios de inclusión previamente descritos, se les entregará la siguiente documentación:

Consentimiento libre e informado. En este documento se deberá proporcionar la información necesaria para respetar una toma de decisiones libre, favoreciendo el respeto de la autonomía del paciente. Se informará que el paciente tendrá la capacidad de retirar su consentimiento en cualquier momento del proceso, así como su negación ante cualquier situación adversa según la declaración de Helsinki (WMA - The World Medical Association-WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants).

Información del paciente. En él se explicará con un lenguaje claro los procedimientos a realizar, el fin de la investigación y se protegerá la salud y la autonomía del paciente, así como la confidencialidad de la información personal según la declaración de Helsinki. Se deberá informar sobre los beneficios, riesgos u efectos que pueda tener la realización de la terapia de manera clara y objetiva. Además, ante este ensayo clínico, se debe asegurar una continuidad de la terapia realizada para los pacientes que hayan participado en el estudio, propuesto así en la declaración de Helsinki, y en caso de no ser posible deberá ser aprobada la siguiente justificación por el comité de ética (WMA - The World Medical Association-WMA

Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants).

Para la recogida de datos, se realizará una batería de preguntas, un cuestionario de variables sociodemográficas y personales a cada participante que posteriormente se analizarán mediante media, mediana, moda y desviación típica (Anexo I).

Se realizará un estudio valorando diferentes aspectos sobre las funciones cognitivas que posee el participante para poder diagnosticar si el paciente padece DCL en caso de que aún no sea descrito. Esta será valorada mediante la escala MoCA, que permitirá determinar las funciones cognitivas que tiene cada paciente. La prueba durará 10 minutos y su puntuación máxima será de 30. Una puntuación menor a 26 dará lugar a DCL o demencia.

- La capacidad para realizar las AVD serán evaluadas mediante la escala de Lawton y Brody. Esta permitirá valorar el impacto del DCL en las actividades de la vida diaria de los participantes. La valoración inicial será la última semana de agosto de 2025, se hará el día en el que se firme la hoja de información y de consentimiento informado. Posteriormente, se hará una revisión en la sesión número 13, en la que, tras haber recibido sesiones durante 3 semanas, se valorará el cambio realizado en el momento y si hubiera que hacer alguna modificación en cuanto a la intensidad de la corriente. Tras recibir los 6 meses de terapia, se volverá a valorar la capacidad del paciente la realización de AVD. La valoración será a los dos días de finalizar la última sesión, es decir, la sesión número 26 (Anexo II).

- En cuanto a las interacciones sociales, éstas se evaluarán mediante una entrevista inicial a los familiares. Será realizada el día en el que el paciente firme el consentimiento informado y la hoja de información al paciente. Se le preguntará a la familia preguntas como si ha notado cambios los últimos meses en cuanto a su vida social, si prefiere estar solo que, en compañía, si sigue realizando actividades grupales, etc.

Además, también se mantendrá una conversación con el paciente hablando sobre temas de actualidad. El paciente deberá expresar su opinión sin que el profesional le juzgue. Se obtendrá información valorando su capacidad de mantener la conversación, del uso de muletillas, pausas necesarias para pensar de forma detenida lo que quiere decir y el uso de un lenguaje adecuado, con frases completas estructuradas y una coherencia en todas ellas.

Finalmente, se hará una prueba en el que se mantendrá una conversación con la familia y el paciente. Se observará si el paciente participa activamente en la conversación, si desconecta de esta o si no sabe cómo interactuar con los demás.

Tras la realización de estas tres actividades, el evaluador deberá indicar si las interacciones sociales son buenas, intermedias o malas, basándose en si cumple lo indicado o no. Se volverá a realizar la valoración descrita tras finalizar las 26 sesiones establecidas.

Buena = 2 puntos	Cumple los tres criterios descritos de forma exitosa. El paciente presenta una vida social activa, manteniendo una conversación coherente y adecuada de acuerdo con sus capacidades iniciales antes de ser diagnosticado de DCL.
Intermedia = 1 punto	Cumple dos de los criterios descritos, o el paciente prefiere estar parcialmente sólo que interactuar con otras personas y salir de su forma de confort.
Mala = 0 puntos	No cumple ninguno de los criterios descritos. El paciente ha reducido sus habilidades sociales, prefiere vivir en soledad y no es capaz de mantener una conversación coherente y adecuada.

Tabla 6. Valoración de interacción social. Elaboración propia.

- La función cognitiva será evaluada mediante la realización de la escala Moca. La prueba se realizará el día en el que se firme la hoja de consentimiento informado y de información al paciente. Tras haber realizado las 26 sesiones, a los dos días se concretará una cita y se volverá a realizar el test correspondiente junto con la realización de la escala de Lawton y Brody (Anexo III).

Cabe destacar que todos los datos recogidos durante esta fase, al igual que los datos observados durante las sesiones o situaciones no previsible, serán registrados en una hoja del programa de Excel y, posteriormente, tras haber concretado todos los datos, se analizará en el programa SPSS que nos permitirá un análisis estadístico avanzado de los datos, concretando así la relación entre variables y los resultados obtenidos entre los dos grupos establecidos.

4.6 Fases del estudio, cronograma.

TIEMPO ESTABLECIDO	CONTENIDO
Septiembre 2024	Planteamiento de la intervención y contribución en la sociedad.
Diciembre 2024- marzo 2025	Investigación, diseño del proyecto y redacción del mismo.
Abril 2025 – mayo 2025	Aprobación por el Comité de Ética.
Mayo 2025	Proposición del estudio en el Hospital Universitario Gregorio Marañón.
Última semana de mayo 2025	Aceptación de la realización del ensayo por el Hospital deseado.
Junio 2025 – agosto 2025 (primera semana de agosto)	Divulgación de la necesidad de pacientes que deseen participar en el proceso.
Agosto 2025	Selección de los pacientes según los criterios especificados. El profesional sanitario diagnosticará a los pacientes que padezcan de DCL sin tener un diagnóstico clínico anteriormente y se rechazará a los que no cumplan los criterios. Los pacientes que ya hayan sido diagnosticados de DC previo al estudio deberán ser sometidos a otra valoración por el profesional encargado del estudio.
Última semana de agosto de 2025	Firma de la hoja de información y consentimiento informado. El participante dispondrá de 2 semanas para leerse detenidamente el proceso y tomar una decisión deliberada bajo su voluntad.
Septiembre 2025- marzo 2026	Realización de las sesiones.
Abril 2026 – mayo 2026	Análisis de datos.
Junio 2026	Extracto de conclusiones y publicación en bases de datos científicas.

Tabla 7. Fases del estudio, cronograma. Elaboración propia.

4.7. Análisis de datos.

El análisis de los datos estadísticos lo podemos dividir en:

Análisis descriptivo: permite analizar de forma independiente cada variable mencionada, diferenciando así las características de las variables sin ser vinculadas entre ellas. Primero se hará un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas (coeficiente intelectual, edad, sexo y el nivel educativo) que permitirá la realización de una descripción de la muestra. Posteriormente, se tendrán en cuenta las variables dependientes (función cognitiva, interacciones sociales y capacidad para realizar las AVD). Cabe destacar que la capacidad para realizar las AVD y la función cognitiva son variables cuantitativas. Sin embargo, las interacciones sociales son variables cualitativas.

Se utilizarán medidas como la media aritmética, mediana y moda. Hay que tener en cuenta también las medidas de dispersión, que incluyen la desviación estándar (que permite determina las desviaciones comparadas con la media que hay en la muestra), la varianza, el error estándar y el intervalo de confianza, permitiendo así determinar la variabilidad de los resultados obtenidos.

Análisis inferencial: permite comparar las variables, llegando así a una conclusión. Para ello, se comparará las variables descritas en la realización pre-intervención y post-intervención. Además, se compararán variables con el grupo control y el grupo experimental.

Dependiendo de si la distribución de los datos cumple el supuesto de normalidad, se podrán dividir en pruebas paramétricas o no paramétricas. Por tanto, si el p valor es mayor a 0.05 si se cumplirá la distribución normal, por el contrario, no se cumplirá la distribución normal.

Las hipótesis para contrastar para valorar el supuesto de normalidad serían las siguientes:

H_0 : los datos analizados seguirán una distribución normal.

H_1 : los datos analizados seguirán una distribución normal.

Con el test de Kolmogorov- Smirnov se podrá comprobar la prueba de normalidad, por tanto:

- Si $p > 0.05$ se aceptará la hipótesis nula. Los datos siguen la distribución normal.
- Si $p < 0.05$ se rechazará la hipótesis nula. Los datos no siguen la distribución normal.

En caso de que se cumpla la prueba de normalidad, se realizará la prueba t-student para muestras con medias independientes.

En caso de que no se cumpla la prueba de normalidad, se realizará la prueba U Mann Whitney, que permitirá realizar el estudio para 2 medias independientes.

5. Aspectos éticos.

El trabajo descrito será presentado al Comité de Ética de Investigación Clínica del Hospital Universitario Gregorio Marañón el cual tendrá dos meses para analizar dicha petición y dar una respuesta sobre la capacitación para realizarlo. (Anexo V).

Se realizarán las intervenciones respetando los derechos humanos que son recogidos en la última revisión de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial en los que se especifican los principios éticos para las investigaciones médicas con pacientes humanos. (WMA - The World Medical Association-WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants).

Al comenzar el estudio los sujetos recibirán una hoja de información sobre el proceso, el denominado consentimiento informado, y el profesional que realice el estudio deberá firmar la confidencialidad de datos. Todo lo descrito establecido en la ley 41/2002 de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. (Anexo VI).

En la solicitud de visto bueno al Comité Ético de Investigación Clínica se presentarán las condiciones a las que se compromete el/la investigador/a durante el ensayo clínico, donde se garantizará durante todo el proyecto de investigación la confidencialidad de datos y el anonimato de los participantes. (Anexo V).

El anonimato será realizado de tal forma que, tras la estimulación cerebral, se cegará al personal estadístico encargado de analizar los datos de cada participante, de tal forma, únicamente el profesional que tendrá disponibilidad de los datos es el que realizará la intervención, protegiendo así los datos personales del paciente de acuerdo con la Ley Orgánica 15/1999, del 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter personal.

Si el paciente desea obtener sus resultados, deberá solicitarlo al profesional encargado de realizar la terapia, ya que será el único individuo que tendrá disponibilidad de estos.

Cabe destacar, que una vez finalizadas las sesiones con tDCS, el participante que lo desee podrá seguir realizando la respectiva terapia siempre que lo desee y podrá llevar un control por un profesional sanitario particular que se le asignará.

6. Limitaciones del estudio.

En la variable dependiente de las interacciones sociales, al haberla clasificado como variable dependiente cualitativa ordinal, no permite una valoración exacta sobre si la intervención es buena o intermedia porque no hay ningún valor que lo determine, simplemente una valoración subjetiva por parte del entrevistador.

Por otro lado, en cuanto al cálculo del tamaño muestral, no se ha podido realizar un cálculo exacto del tamaño de la muestra. La desviación estándar común determinada con la calculadora de tamaño muestral GRANMO no se puede especificar de forma exacta porque aún no hay resultados o datos que indiquen una orientación de la desviación. Tampoco se ha podido coger una muestra piloto que permita ver la variabilidad de los sujetos. Es por ello que se ha determinado la desviación estándar común como valor que se prevé partiendo de otros estudios.

Se debe tener en cuenta que la variable de función cognitiva evaluada con la escala MoCA, abarca una gran variedad de variables interrelacionadas como sería la capacidad de atención y concentración, el razonamiento, la memoria, etc. Por consiguiente, esta variable a pesar de dar muchos datos puede generar cierta confusión al evaluar múltiples aspectos.

Además, el ensayo descrito presenta un sesgo de selección debido a que es de conveniencia y es no probabilístico, es decir, los individuos que participan en el estudio son personas con unas características determinadas en base a su edad, su diagnóstico de DCL y su hospital de referencia. Cabe destacar que la participación requerirá mucho tiempo en el que ciertas personas con dichas características no serán atraídas por ello. Todo ello limitará la diversidad de resultados que se podrían obtener.

El sesgo de muestreo también será determinado en el estudio debido a que la muestra seleccionada no va a representar a la población madrileña ni española. Es un ensayo de carácter voluntario en el que se hará únicamente en un hospital de referencia. Además, los numerosos criterios de inclusión y exclusión, como la no participación de individuos que no puedan realizar de forma independiente la actividad complementaria a la tDCS, van a marcar un gran sesgo de muestreo en el que no representará a toda la población que tenga DCL.

El sesgo de detección estará presente en el ensayo debido a que los evaluadores no serán cegados, únicamente los estadísticos. Puede afectar en cómo se miden los datos obtenidos de las escalas empleadas, únicamente en las escalas que requieren una interpretación subjetiva.

El sesgo de tamaño muestral será manifestado en el ensayo. El establecimiento de 98 participantes en total (49 en cada grupo), al no poder ser calculada adecuadamente como se ha descrito anteriormente, dará como consecuencia la obtención de resultados con mayor margen de error o que no haya diferencias relevantes.

Finalmente, en cuanto a la validez interna y externa del estudio, la validez interna es adecuada debido a que las mediciones establecidas son adecuadas. Sin embargo, la validez externa en el estudio es errónea a causa del tamaño muestral establecido. La validez externa hace referencia al grado en el que los resultados obtenidos pueden ser generalizados a su población de referencia, por ello no va a haber una validez poblacional, es decir, no va a ser una muestra representativa de otros hospitales que no sean el establecido en el ensayo. En definitiva, la muestra obtenida no va a representar a la población madrileña ni a la española.

7. Bibliografía.

Anderson, N. D. (2019). State of the science on mild cognitive impairment (MCI). *CNS Spectrums*, 24(1), 78–87. 10.1017/S1092852918001347

Antal, A., Alekseichuk, I., Bikson, M., Brockmüller, J., Brunoni, A. R., Chen, R., Cohen, L. G., Douthwaite, G., Ellrich, J., Flöel, A., Fregni, F., George, M. S., Hamilton, R., Haueisen, J., Herrmann, C. S., Hummel, F. C., Lefaucheur, J. P., Liebetanz, D., Loo, C. K., . . .

Paulus, W. (2017). Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. *Clinical Neurophysiology : Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 128(9), 1774–1809.

10.1016/j.clinph.2017.06.001

Arulchelvan, E., & Vanneste, S. (2023). Promising neurostimulation routes for targeting the hippocampus to improve episodic memory: A review. *Brain Research*, 1815, 148457.

10.1016/j.brainres.2023.148457

Bjekić, J., Vulić, K., Živanović, M., Vujičić, J., Ljubisavljević, M., & Filipović, S. R. (2019). The immediate and delayed effects of single tDCS session over posterior parietal cortex on face-word associative memory. *Behavioural Brain Research*, 366, 88–95.

10.1016/j.bbr.2019.03.023

Callejón-Leblic, M. A., & Miranda, P. C. (2021). A Computational Parcellated Brain Model for Electric Field Analysis in Transcranial Direct Current Stimulation. In S. N. Makarov, G. M. Noetscher & A. Nummenmaa (Eds.), *Brain and Human Body Modeling 2020: Computational Human Models Presented at EMBC 2019 and the BRAIN Initiative® 2019 Meeting* . Springer.

- Chang, Y., Moonis, G., & Juliano, A. F. (2021). Posterior Skull Base Anatomy and Pathology. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 42(3), 295–306. 10.1053/j.sult.2021.05.013
- Chauhan, P., Jethwa, K., Rathawa, A., Chauhan, G., & Mehra, S. (2021). The Anatomy of the Hippocampus. In P. Chauhan, K. Jethwa, A. Rathawa, G. Chauhan & S. Mehra (Eds.), *Cerebral Ischemia [Internet]*. Exon Publications.
- Chen, I., & Lui, F. (2025). Neuroanatomy, Neuron Action Potential. *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Chippa, V., & Roy, K. (2023). Geriatric Cognitive Decline and Polypharmacy. *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Chou, Y., Sundman, M., That, V. T., Green, J., & Trapani, C. (2022). Cortical Excitability and Plasticity in Alzheimer’s Disease and Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-analysis of Transcranial Magnetic Stimulation Studies. *Ageing Research Reviews*, 79, 101660. 10.1016/j.arr.2022.101660
- Ciesielska, N., Sokołowski, R., Mazur, E., Podhorecka, M., Polak-Szabela, A., & Kędziora-Kornatowska, K. (2016). Is the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) test better suited than the Mini-Mental State Examination (MMSE) in mild cognitive impairment (MCI) detection among people aged over 60? Meta-analysis. *Psychiatria Polska*, 50(5), 1039–1052. 10.12740/PP/45368
- Crespo López, M., Hornillos Jerez, C., Bernaldo De Quirós Aragón, M., & Gómez Gutiérrez, M. M. (2011). La evaluación de la calidad de vida en personas con demencia. *Revista Española De Geriatria Y Gerontología*, 46(6), 319–324. 10.1016/j.regg.2011.07.001
- DaSilva, A. F., Datta, A., Swami, J., Kim, D. J., Patil, P. G., & Bikson, M. (2022). The Concept, Development, and Application of a Home-Based High-Definition tDCS for

Bilateral Motor Cortex Modulation in Migraine and Pain. *Frontiers in Pain Research*, 3, 798056. 10.3389/fpain.2022.798056

Delgado, C., Araneda, A., & Behrens, M. I. (2019). Validación del instrumento Montreal Cognitive Assessment en español en adultos mayores de 60 años. *Neurología*, 34(6), 376–385. 10.1016/j.nrl.2017.01.013

Gómez Fernández, L., Vega Treto, H., Batista García-Ramó, K., Cabrera González, Y., Hernández Bravo, L., Berrillo Batista, S., Hernández Figueroa, Z., Valdés Cedeño, R., Morales Chacón, L., Rodríguez Mesa, N., Aguila Ruiz, A., Betancourt, M., Pastrana Marimón, N., & Vázquez Tornos, B. Cambios funcionales a corto plazo en la perfusión cerebral y en el funcionamiento cognitivo en pacientes con deterioro cognitivo con el uso de la estimulación cerebral no invasiva.

<https://aniversariocimeq2021.sld.cu/index.php/ac2021/Cimeq2021/paper/viewFile/124/6>

[5](#)

Herbety, G., & Duffau, H. (2020). Revisando la anatomía funcional del cerebro humano: hacia una teoría de metaredes de las funciones cerebrales | *Physiological Reviews*. https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00033.2019?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&checkFormatAccess=true

Kesikburun, S. (2022). Non-invasive brain stimulation in rehabilitation. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 68(1), 1–8. 10.5606/tftrd.2022.10608

Knotkova, H., Hamani, C., Sivanesan, E., Le Beuffe, M. F. E., Moon, J. Y., Cohen, S. P., & Huntoon, M. A. (2021). Neuromodulation for chronic pain. *The Lancet*, 397(10289), 2111–2124. 10.1016/S0140-6736(21)00794-7

- Li, S., Tang, Y., Zhou, Y., & Ni, Y. (2024). Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Cognitive Function in Older Adults with and without Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Gerontology*, 70(5), 544–560. 10.1159/000537848
- Liang, K. J., & Carlson, E. S. (2020). Resistance, vulnerability and resilience: A review of the cognitive cerebellum in aging and neurodegenerative diseases. *Neurobiology of Learning and Memory*, 170, 106981. 10.1016/j.nlm.2019.01.004
- Ludwig, P. E., Reddy, V., & Varacallo, M. A. (2025). Neuroanatomy, Neurons. *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Morya, E., Monte-Silva, K., Bikson, M., Esmailpour, Z., Biazoli, C. E., Fonseca, A., Bocci, T., Farzan, F., Chatterjee, R., Hausdorff, J. M., da Silva Machado, D. G., Brunoni, A. R., Mezger, E., Moscaleski, L. A., Pegado, R., Sato, J. R., Caetano, M. S., Sá, K. N., Tanaka, C., . . . Okano, A. H. (2019). Beyond the target area: an integrative view of tDCS-induced motor cortex modulation in patients and athletes. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 16, 141. 10.1186/s12984-019-0581-1
- Ponce, G. V., Klaus, J., & Schutter, D. J. L. G. (2022). A Brief History of Cerebellar Neurostimulation. *Cerebellum (London, England)*, 21(4), 715–730. 10.1007/s12311-021-01310-2
- Puderbaugh, M., & Emmady, P. D. (2023). Neuroplasticity. *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Rodrigo-Claverol, M., Malla-Clua, B., Marquilles-Bonet, C., Sol, J., Jové-Naval, J., Sole-Pujol, M., & Ortega-Bravo, M. (2020). Animal-Assisted Therapy Improves Communication and Mobility among Institutionalized People with Cognitive Impairment.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(16), 5899.

10.3390/ijerph17165899

Rubia, K. (2018). Cognitive Neuroscience of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and Its Clinical Translation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 100.

10.3389/fnhum.2018.00100

Salvador, R., Biagi, M. C., Puonti, O., Splittgerber, M., Moliadze, V., Siniatchkin, M., Thielscher, A., & Ruffini, G. (2021). Personalization of Multi-electrode Setups in tCS/tES: Methods and Advantages. In S. N. Makarov, G. M. Noetscher & A. Nummenmaa (Eds.), *Brain and Human Body Modeling 2020: Computational Human Models Presented at EMBC 2019 and the BRAIN Initiative® 2019 Meeting*. Springer.

Sanches, C., Stengel, C., Godard, J., Mertz, J., Teichmann, M., Migliaccio, R., & Valero-Cabré, A. (2021). Past, Present, and Future of Non-invasive Brain Stimulation Approaches to Treat Cognitive Impairment in Neurodegenerative Diseases: Time for a Comprehensive Critical Review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, 578339.

10.3389/fnagi.2020.578339

Solomons, C. D., & Shanmugasundaram, V. (2020). Transcranial direct current stimulation: A review of electrode characteristics and materials. *Medical Engineering & Physics*, 85, 63–74. 10.1016/j.medengphy.2020.09.015

Steen-García, L., Franco-Jiménez, R., & Ibáñez-Alfonso, J. A. (2024). Estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) en adultos con trastorno por déficit de atención/hiperactividad. Una revisión sistemática. *Revista De Neurología*, 79(9), 239–246. 10.33588/rn.7909.2024294

Tortora, C., Di Crosta, A., La Malva, P., Prete, G., Ceccato, I., Mammarella, N., Di Domenico, A., & Palumbo, R. (2024). Virtual reality and cognitive rehabilitation for older adults with

mild cognitive impairment: A systematic review. *Ageing Research Reviews*, 93, 102146.
10.1016/j.arr.2023.102146

Tortora, G., & Derrickson, B. *Mi-Eureka*

Unverdi, M., & Alsayouri, K. (2023). Neuroanatomy, Cerebellar Dysfunction. *StatPearls [Internet]* . StatPearls Publishing.

Vatrano, M., Nemirovsky, I. E., Tonin, P., & Riganello, F. (2023). Assessing Consciousness through Neurofeedback and Neuromodulation: Possibilities and Challenges. *Life*, 13(8), 1675. 10.3390/life13081675

Vega Alonso, T., Miralles Espí, M., Mangas Reina, J. M., Castrillejo Pérez, D., Rivas Pérez, A. I., Gil Costa, M., López Maside, A., Arrieta Antón, E., Lozano Alonso, J. E., & Fragua Gil, M. untitled. <https://file:///C:/Users/anera/Downloads/S0213485316302171.pdf>

WMA - The World Medical Association-WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants . <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>

Woods, A. J., Antal, A., Bikson, M., Boggio, P. S., Brunoni, A. R., Celnik, P., Cohen, L. G., Fregni, F., Herrmann, C. S., Kappenman, E. S., Knotkova, H., Liebetanz, D., Miniussi, C., Miranda, P. C., Paulus, W., Priori, A., Reato, D., Stagg, C., Wenderoth, N., & Nitsche, M. A. (2016). A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical Neurophysiology : Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 127(2), 1031–1048.
10.1016/j.clinph.2015.11.012

Xu, Y., Zhu, J., Liu, H., Qiu, Z., Wu, M., Liu, J., Wu, J., Huang, J., Liu, Z., Liu, W., & Tao, J. (2023). Effects of Tai Chi combined with tDCS on cognitive function in patients with MCI:

a randomized controlled trial. *Frontiers in Public Health*, 11, 1199246.

10.3389/fpubh.2023.1199246

Živanović, M., Paunović, D., Konstantinović, U., Vulić, K., Bjekić, J., & Filipović, S. R. (2021).

Los efectos de la estimulación transcraneal de corriente directa (tDCS) prefrontal vs. parietal en línea y fuera de línea sobre la memoria de trabajo verbal y espacial.

Neurobiology of Learning and Memory, 179, 107398. 10.1016/j.nlm.2021.107398

Anexos

Anexo I. Ficha de recogida de datos.

Primer Apellido: _____ **Segundo Apellido:** _____ **Nombre:** _____

DNI: _____

Fecha de nacimiento: ___/___/___ **Lugar:** _____ **Provincia:** _____

Edad: _____ **Teléfono:** _____

Sexo: _____ **Nivel educativo:** _____

Antecedentes personales: _____

Antecedentes familiares: _____

Medicación actual: _____

Coeficiente intelectual: _____

Anexo II. Escala de Lawton y Brody.

ACTIVIDAD	PUNTUACIÓN
Capacidad para usar el teléfono	<p>1.Utiliza el teléfono por iniciativa propia.</p> <p>1.Es capaz de marcar bien algunos números familiares.</p> <p>1.Es capaz de contestar al teléfono, pero no de marcar.</p> <p>0.No es capaz de usar el teléfono.</p>
Hacer compras	<p>1.Realiza todas las compras necesarias independientemente.</p> <p>0.Realiza independientemente pequeñas compras.</p> <p>0.Necesita ir acompañado para hacer cualquier compra.</p> <p>0.Totalmente incapaz de comprar.</p>
Preparación de la comida	<p>1. Organiza, prepara y sirve las comidas por sí solo adecuadamente.</p> <p>0.Prepara adecuadamente las comidas si se le proporcionan los ingredientes.</p> <p>0. Prepara, calienta y sirve las comidas, pero no sigue una dieta adecuada.</p> <p>0. Necesita que le preparen y sirvan las comidas.</p>
Cuidado de la casa	<p>1.Mantiene la casa solo o con ayuda ocasional (para trabajos pesados).</p> <p>1.Realiza tareas ligeras, como lavar los platos o hacer las camas.</p> <p>1. Realiza tareas ligeras, pero no puede mantener un adecuado nivel de limpieza.</p> <p>1. Necesita ayuda en todas las labores de la casa.</p> <p>0. No participa en ninguna labor de la casa.</p>
Lavado de la ropa	<p>1.Lava por sí solo toda su ropa.</p> <p>1.Lava por sí solo pequeñas prendas.</p> <p>0.Todo el lavado de ropa debe ser realizado por otro.</p>
Uso de medios de transporte	<p>1.Viaja solo en transporte público o conduce su propio coche.</p> <p>1.Es capaz de coger un taxi, pero no usa otro medio de transporte.</p> <p>1.Viaja en transporte público cuando va acompañado por otra persona.</p> <p>0.Sólo utiliza el taxi o el automóvil con ayuda de otros.</p> <p>0. No viaja.</p>
Responsabilidad respecto a su medicación	<p>1.Es capaz de tomar su medicación a la hora y con la dosis correcta.</p> <p>0.Toma su medicación si la dosis le es preparada previamente.</p> <p>0.No es capaz de administrarse su medicación.</p>
Manejo de sus asuntos económicos	<p>1.Se encarga de sus asuntos económicos por sí solo.</p> <p>1.Realiza las compras de cada día, pero necesita ayuda en las grandes compras, bancos.</p> <p>0. Incapaz de manejar dinero.</p>

Tabla 8. Escala de Lawton y Brody. Elaboración propia.

Anexo III. Ficha de evaluación test MoCA (Montreal Cognitive Assessment).

A continuación, la siguiente ficha permitirá evaluar el test de MoCA del paciente, este documento será para que el examinador pueda apuntar los datos mientras le realiza las preguntas descritas al paciente.

Datos del paciente:

- Nombre:
- Edad:
- Fecha de evaluación:

Puntuación del Test MoCA:

Orientación: 6 puntos en total.

El paciente deberá indicar la fecha, mes, el año, día de la semana, el lugar donde se encuentra y localidad.

- Cada acierto es 1 punto.

Atención: 6 puntos en total.

El evaluador le dirá la siguiente secuencia de números (8, 3, 1, 7, 5, 9), el paciente deberá repetirlos durante el orden inverso.

- Si el paciente repite de forma correcta 6 números= 3 puntos.
- Si el paciente repite de forma correcta 5 números = 2 puntos.
- Si el paciente repite de forma correcta 4 números = 1 punto.

El evaluador le dirá que reste de 7 en 7 empezando desde 100.

- Si el paciente realiza correctamente 4 o 5 sustracciones = 3 puntos.
- Si el paciente realiza 2 o 3 sustracciones = 2 puntos.
- Si el paciente realiza 1 sustracción = 1 punto.

Lenguaje: 3 puntos en total.

El evaluador dice la frase “el gato se esconde bajo el sofá cuando los perros entran en la sala”. El paciente deberá repetir la frase correctamente.

- Si el paciente repita la frase correctamente = 1 punto.
- Si el paciente comete algún error al repetir la frase = 0 puntos.

El evaluador le pide al paciente que diga todas las palabras que pueda que empiecen con la letra “P” en un minuto.

- Si el paciente dice más de 7 palabras correctas = 2 puntos.
- Si el paciente dice ente 4 y 6 palabras correctas = 1 punto.
- Si el paciente dice menos de 4 palabras = 0 puntos.

Visoespacial: 5 puntos en total.

El evaluador le pedirá al paciente que dibuje un reloj, colocando la hora 12:15. El paciente deberá dibujar el reloj con los números y las manecillas correctas.

- Si el paciente dibuja el reloj correctamente con los números y manecillas correspondientes = 3 puntos.

- Si el paciente dibuja el reloj, pero hay algún error a la hora de ubicar los números o manecillas = 2 puntos.
- Si el paciente dibuja el reloj de forma desorganizada = 1 punto.
- Si el paciente no dibuja el reloj = 0 puntos.

El paciente deberá dibujar bien un cubo.

- Si el paciente dibuja bien el cubo = 2 puntos.
- Si dibuja el cubo, pero de forma desorganizada = 1 punto.
- Si el paciente no dibuja el cubo = 0 puntos.

Memoria: Sin puntos.

El evaluador le dirá la siguiente lista de 5 palabras (manzana, armario, sol, jardín, gorro, moneda) el paciente deberá repetirla.

Recuerdo diferido: 5 puntos en total.

El evaluador le dirá la siguiente lista de 5 palabras (manzana, armario, sol, jardín, gorro, moneda) el paciente deberá repetirlas cuando el evaluador se lo pida.

- Si el paciente recuerda 5 palabras después de 5 minutos = 5 puntos.
- Si el paciente recuerda 4 palabras después de 5 minutos = 4 puntos.
- Si el paciente recuerda 3 palabras después de 5 minutos = 3 puntos.
- Si el paciente recuerda 2 palabras después de 5 minutos = 2 puntos.
- Si el paciente recuerda 1 palabra después de 5 minutos = 1 punto.
- no recuerda ninguna palabra = 0 puntos.

Abstracción: 2 puntos en total.

El evaluador le presenta al paciente los siguientes conceptos “coche y bicicleta”. El paciente debe ser capaz de encontrar las similitudes de los elementos.

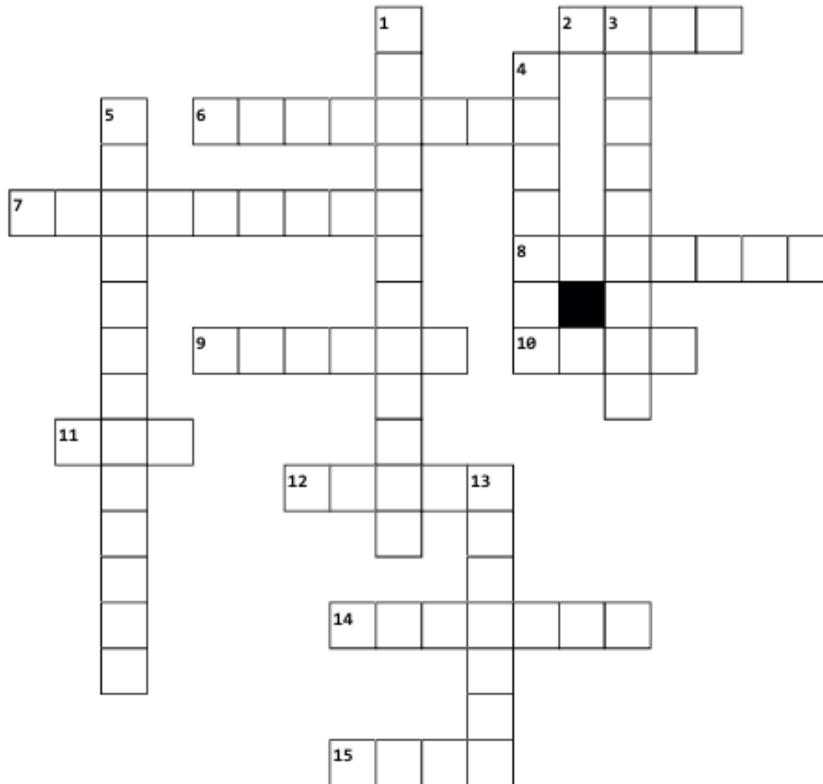
- Si el paciente dice respuestas correctas como “ambos son medios de transporte” o “ambos tienen ruedas” = 2 puntos.
- Si el paciente no encuentra todas las similitudes = 1 punto.
- Si el paciente no encuentra la similitud = 0 puntos.

Identificación: 3 puntos.

El evaluador muestra tres objetos (un reloj, un soldado y una papelera). El paciente deberá identificar correctamente los objetos.

- Si el paciente acierta los 3 objetos = 3 puntos.
- Si el paciente acierta los 2 objetos = 2 puntos.
- Si el paciente acierta 1 objeto = 1 punto.

Anexo IV. Ejemplo de crucigrama para estimulación cerebral.



Across

2. Fenómeno natural que ilumina el cielo durante una tormenta.
6. Emoción básica relacionada con la pérdida.
7. Lengua oficial de Brasil.
8. Animal conocido por su lentitud y caparazón.
9. Fuente de energía eólica.
10. Satélite natural de la tierra.
11. Metal precioso utilizado en joyería.
12. Capital de Egipto.
14. Pintor famoso por la noche estrellada.
15. Animal que se asocia con la sabiduría.

Down

1. Nombre del proceso por el cual las plantas crean su alimento.
3. Primer hombre en pisar la Luna.
4. Conjunto de instrumentos o riquezas que facilitan la obtención de nuevos bienes.
5. Fortaleza interior para resistir presiones y actuar lo mejor que pueda.
13. Gas necesario para la respiración.

Crucigrama que se entregará durante la terapia. Elaboración propia.

Durante cada sesión los crucigramas entregados serán diferentes, de tal forma que la estimulación para el grupo experimental sea más satisfactoria.

Anexo V. Solicitud al Comité Ético De Investigación Clínica
SOLICITUD DE VISTO BUENO PARA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN AL COMITÉ
ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA.

Investigador/a principal: Ane Ramos Ruiz.

Facultad/Centro: Universidad Pontificia de Comillas.

Título del proyecto: aplicación de la terapia eléctrica transcraneal en pacientes diagnosticados de deterioro cognitivo.

Finalidad del informe:

- Presentación del proyecto a convocatoria pública.
- Fecha límite para su presentación: mayo de 2025.
- Fecha estimada de inicio: septiembre de 2025.
- Fecha estimada de finalización: marzo de 2025.

El trabajo planteado supone la obtención de datos personales mediante observaciones, cuestionarios, entrevistas y la aplicación de la terapia a realizar.

El/la investigadora principal se compromete a:

- Garantizar el anonimato de los participantes.
- Asegurar la confidencialidad de los datos.
- Recabar el consentimiento informado y la hoja de información que les entregarán.
- Todo participante que haya participado en el ensayo y haya obtenido resultados satisfactorios para tratar la patología descrita, tras haber finalizado el proceso de estudio, podrá seguir realizando la respectiva terapia siempre que lo desee y podrá llevar un control por un profesional sanitario particular que se le asignará.

El/la investigadora principal expone:

Que desea llevar a cabo el ensayo clínico “Aplicación de la terapia eléctrica transcraneal en pacientes diagnosticados de deterioro cognitivo” en el que tendrá lugar su realización en el Hospital Universitario Gregorio Marañón.

Dicho estudio será siguiendo los protocolos de seguridad sobre la aplicación de la técnica descrita, siguiendo la normativa ética actual de Helsinki.

Firmado atentamente:

Dña Ane Ramos Ruiz.

En Madrid a ____ de _____ de 2025.

Anexo VI. Documento de información al paciente

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN AL PACIENTE EN LA PARTICIPACIÓN EN EL ENSAYO CLÍNICO DE TERAPIA ELÉCTRICA DE CORRIENTE DIRECTA EN PACIENTES DIAGNOSTICADOS DE DETERIORO COGNITIVO LEVE.

Me dirijo a usted para informarle sobre el siguiente estudio de investigación al que se le hace la siguiente proposición:

Se le ha invitado a participar en el siguiente estudio sobre la terapia eléctrica de corriente directa aplicada en paciente con deterioro cognitivo leve procedentes del Hospital Universitario Gregorio Marañón. El presente estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón.

En el siguiente documento se le informará sobre los objetivos y descripción del estudio, beneficios, efectos secundarios y contraindicaciones de la realización del ensayo.

OBJETIVO DEL ESTUDIO:

El objetivo principal del ensayo clínico a realizar consiste en evitar la progresión del deterioro cognitivo y comprobar la eficacia de la aplicación de la terapia eléctrica de corriente continua en paciente diagnosticados de deterioro cognitivo leve mayores de 65 años.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO:

El estudio constará de 21 sesiones que serán realizadas durante los meses de septiembre de 2025 y marzo de 2026. Cada sesión será de 30 minutos y será realizada en la consulta 5 de la planta 2 del Hospital Universitario Gregorio Marañón. En la primera consulta se hará una revisión sobre la historia clínica correspondiente, una entrevista clínica y una entrevista con algún miembro de su familia si es posible.

Las sesiones en las que se aplique la terapia, se deberá poner el material que le entregue el facultativo de enfermería correspondiente. Debe tener en cuenta que usted podrá formar parte del grupo control o del grupo experimental. En caso de formar parte del grupo experimental, se le solicitará que haga alguna actividad correspondiente durante la sesión. Cada sesión será realizada durante las mañanas, el horario será de 09:00 a 13:00h. Se le concretará la hora de la siguiente sesión al finalizar la cita correspondiente. Ante cualquier circunstancia en la que no pueda acudir a la cita en el periodo establecido, se hará la sesión el siguiente día de forma excepcional. Cabe destacar que el estudio dispone de financiación pública por el Hospital Universitario Gregorio Marañón y que ante cualquier situación podrá revocar su consentimiento.

BENEFICIOS:

La siguiente terapia es una técnica no invasiva, de fácil utilización, segura y con efectos secundarios mínimos, indolora y de bajo coste. Es empleada para múltiples fines terapéuticos y mejora la función cognitiva, la motora, siendo aplicada en diferentes situaciones clínicas. Permitirá el aprendizaje de nuevas habilidades mediante un entrenamiento de la tarea cognitiva que dará respuestas positivas al inducir efectos clínicos y neurofisiológicos significativos.

EFFECTOS SECUNDARIOS QUE PUEDEN APARECER:

Los efectos secundarios son mínimos. Aun así, pueden aparecer sensaciones de picazón, enrojecimiento en las zonas de estimulación, cefalea, hormigueo y ardor en el lugar donde se encuentra el electrodo. Cabe destacar que, debido a la baja intensidad de la corriente, los efectos son leves y acumulativos. Es por ello, que tras realizar varias sesiones, se evaluará a final de cada intervención las sensaciones obtenidas o algún efecto no deseado.

CONTRAINDICACIONES:

- No apto para participantes con dispositivos electrónicos implantados, bien sean marcapasos o desfibriladores.
- Contraindicado en personas con metales implantados en la zona cerebral. La corriente eléctrica interactuará con este tipo de dispositivos y podrá causar daños en el tejido cerebral.
- No es recomendable la terapia en pacientes con heridas, quemaduras o cicatrices recientes en el cuero cabelludo. La corriente eléctrica generada podrá perjudicar notablemente la zona afectada y retrasar la curación de la misma.

DATOS PERSONALES:

Cabe recalcar que toda adquisición de datos se mantendrá de forma anónima, sin desvelar la identidad del paciente y obteniendo únicamente datos significativos para llevar a cabo el proceso estadístico. Se protegerán los datos personales del paciente de acuerdo con la Ley de acuerdo con la Ley Orgánica 15/1999, del 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter personal.

Anexo VII. Documento de consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL SIGUIENTE ENSAYO CLÍNICO DE TERAPIA ELÉCTRICA DE CORRIENTE DIRECTA EN PACIENTES DIAGNOSTICADOS DE DETERIORO COGNITIVO LEVE.

Nº Historia:

D. /Dña _____ de ___ años de edad.

Con domicilio en _____ y DNI _____

Facultativo que le informa: Ane Ramos Ruiz. Nº de colegiado: _____

Servicio: consultas externas de la unidad de neurología.

DECLARO:

Que el/la enfermera Ane Ramos Ruiz me ha explicado el procedimiento al que me voy a someter.

Como paciente, usted tiene derecho a ser informado acerca de los beneficios y riesgos derivados de la participación en el ensayo clínico sobre la terapia eléctrica de corriente directa que, debido a la patología que padece, usted se encuentra en condiciones para realizarla.

El propósito de esta información le permite la toma de una decisión, libre y voluntaria, de autorizar o rechazar dicho procedimiento.

Sepa usted que es norma de obligado cumplimiento, para el/la facultativo de enfermería responsable, solicitar su autorización e informarle sobre la realización del procedimiento descrito.

DECLARACIONES Y FIRMAS:

Paciente.

D/Dña _____

Declaro lo siguiente:

- He recibido información clara y sencilla, oral y por escrito, acerca de la participación en el ensayo de la terapia eléctrica de corriente directa.
- EL/la enfermero/a que me atiende me ha explicado de forma satisfactoria en qué consiste, cómo se realiza y para qué sirve.
- Me ha explicado los riesgos posibles y remotos que conlleva someterse a la siguiente intervención.

- Me ha informado sobre la intervención a realizar, los beneficios a obtener a largo plazo y los efectos de la participación.
- Entiendo que no se me puede dar garantías sobre los resultados.
- He tenido ocasión de hacer las preguntas que han sido necesarias.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio de forma voluntaria.
- He comprendido todo lo descrito. Comprendo que la decisión que tomo es libre y voluntaria.

Por tanto: doy mi consentimiento a la práctica del procedimiento que se propone, por los profesionales que corresponda.

Podré revocar mi solicitud en cualquier momento del proceso y deberé informar a los facultativos sobre el cambio de decisión.

Firma del enfermero facultativo responsable:

Firma del paciente informado:

En _____ a día _____ de ____ de _____

He decidido no autorizar la realización del procedimiento propuesto.

Firma del enfermero facultativo responsable:

Firma del paciente informado:

En _____ a día _____ de ____ de _____