

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Empresa y Comunicación

Máster Universitario en Neuromarketing

“Estudio exploratorio sobre estimulación
tDCS y análisis de la mejora de la memoria
semántica relacionada con actitudes
políticas”

Trabajo fin de estudio presentado por:	TERESA PASCUAL ADSUAR
Tipo de trabajo: ACADÉMICO, PROFESIONAL O CASO	ACADÉMICO, ESTUDIO EXPLORATORIO, TRABAJO DE CAMPO
Línea: si se necesita alguna tipología más:	INVESTIGACIÓN BÁSICA
Director/a:	MARIA JOSÉ LÓPEZ GONZÁLEZ
Fecha:	15/02/2023

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de varias personas e instituciones.

En primer lugar, dar mi más sincero agradecimiento a la UNIR y a todos mis profesores del máster de neuromarketing por todo lo aprendido, en especial a mi tutora, la profesora María José López por acompañarme a lo largo de este trabajo.

También quiero agradecer a la Universidad Miguel Hernández, en concreto al doctor Eduardo Iáñez por su ayuda incondicional en este trabajo, tanto por confiar en mí para poder llevar a cabo esta investigación como por su ayuda brindada en cada parte del mismo. También agradecer a mi compañera Desiree, por darme soporte siempre que lo he necesitado.

Por último, agradecer también a mi familia, a mis padres y en especial a mi abuelo, por hacer que siempre siga trabajando para superarme y ser la mejor versión de mí misma, no podría haber llegado hasta aquí si no fuera por vosotros. Muchas gracias.

*“Donde quiera que vayas ve con todo tu corazón,
y si no puedes poner lo mejor de ti en el empeño
desiste, porque sin corazón se fracasa siempre”*

Resumen

La estimulación transcraneal de corriente directa (tDCS) se ha investigado como terapia novedosa para tratar problemas psicológicos, déficits motores, cognitivos y del lenguaje. Aunque esta técnica ya está siendo utilizada para estudios relacionados con problemas de la memoria y del lenguaje, pocos estudios han examinado si la tDCS en otras áreas implicadas en la recuperación semántica supone beneficios similares; y cómo esta puede contribuir a la recuperación semántica de la memoria propia de las asociaciones implícitas.

Este estudio consistió en aplicar tDCS anodal en el área de Wernicke, giro angular y en la circunvolución occipitotemporal lateral y observar los efectos en la recuperación de las asociaciones semánticas mediante un test de asociación implícita (TAI), que mide los prejuicios políticos, por la diferencia del tiempo de reacción ante las asociaciones presentadas, comparando estos resultados en el grupo experimental y en el grupo control.

En el estudio participaron 16 adultos de entre 20 y 55 años. Recibieron 20 minutos de tDCS anodal de 1,0 mA (tres ánodos de 0,5mA cada uno) en las áreas comentadas o una estimulación simulada si pertenecían al grupo control (sham).

La estructura del estudio consistió en una parte pre-experimental donde tenían que realizar un TAI en castellano (lengua natal) y otro TAI en inglés (no bilingües). Luego se realizó la estimulación o sham de 20 minutos en el área de Wernicke, el giro angular y área 37 de Broadman y por último la fase post-experimental donde se volvieron a repetir ambos TAI.

Los resultados mostraron que para el grupo tDCS (experimental) sí se obtuvo una mejora en el rendimiento de la prueba, disminuyendo el tiempo de respuesta y la proporción del número de errores en todos los resultados de manera general, pero, sobre todo, en las asociaciones que contemplaban palabras en lengua inglesa.

Palabras clave: Neurociencia, tDCS, memoria semántica, asociaciones implícitas, neuropolítica.

Abstract

Transcranial direct current stimulation (tDCS) has been investigated as a novel therapy for treating psychological problems, motor, cognitive and language deficits. Although this technique is already being used for studies related to memory and language problems, few studies have examined whether tDCS in other areas involved in semantic retrieval provides similar benefits and how it may contribute to semantic retrieval of memory for implicit associations.

This study consisted of applying anodal tDCS in Wernicke's area, angular gyrus and lateral occipitotemporal gyrus and observing the effects on the retrieval of semantic associations using an implicit association test (IAT), which measures political bias, by the difference in reaction time to the associations presented, comparing these results in the experimental and control groups.

The study involved 16 adults aged 20 to 55 years. They received 20 minutes of 1.0 mA anodal tDCS (three anodes of 0.5 mA each) in the areas discussed or a sham stimulation if they belonged to the control group (sham).

The structure of the study consisted of a pre-experimental part where they had to perform a TAI in Spanish (native language) and another TAI in English (non-bilingual). Then a 20-minute stimulation or sham was performed in Wernicke's area, the angular gyrus and Broadman's area 37 and finally the post-experimental phase where both IATs were repeated.

The results showed that for the tDCS group (experimental) an improvement in test performance was obtained, decreasing the response time and the proportion of the number of errors in all the results in general, but especially in the associations that included English words.

Keywords: Neuroscience, tDCS, semantic memory, implicit associations, neuropolitics.

Índice de contenidos

1. MARCO TEÓRICO.....	8
1.1. Motivación	8
1.2. Introducción	8
1.3. Hipótesis y objetivos	12
2. ESTADO DEL ARTE.....	14
2.1. Estimulación transcraneal por corriente continua (tDCS).....	14
2.2. Áreas de Broadman	16
3. MATERIALES Y MÉTODO	18
3.1. Participantes	18
3.2. Variables e instrumentos.	19
3.2.1. Instrumento para la evaluación de las asociaciones semánticas	19
3.2.2. Instrumentos para la tDCS	22
3.2.3. Instrumentos para el análisis de datos	32
3.3. Procedimiento.....	32
3.3.1. Selección de la muestra	32
3.3.2. Protocolo de prueba.....	33
4. RESULTADOS.....	34
4.1. Configuración final tDCS.....	34
4.2. Resultados del TAI.....	37
4.2.1. Análisis del bloque 1- Factor “imágenes”	37
4.2.2. Análisis del bloque 2- Factor “palabra”	41
4.2.3. Análisis del bloque 3 - compatible.....	48
4.2.4. Análisis del bloque 4 - incompatible.....	52
5. DISCUSIÓN	56
6. CONCLUSIONES	58
6.1. Limitaciones del estudio.....	60
6.2. Prospectiva de investigación	60
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXO A.	GOOGLE FORMS
66	
ANEXO B.....	PROTOCOLO DE LA PRUEBA
71	

Índice de figuras

Figura 1. Referencias según sistema 10-20 EEG	14
Figura 2. Funcionamiento de la tDCS Anodal y Catodal.....	15
Figura 3. Simulación de áreas del lenguaje en tareas específicas	16
Figura 4. Pantalla de inicio de Simnibs.....	23
Figura 5. Ventana de posición de electrodos.....	24
Figura 6. Ventana de tamaño y forma de electrodos.....	24
Figura 7. Pestaña tDCS	25
Figura 8. Ventana de opciones de simulación.....	25
Figura 9. Simulación norma E y corrientes electrodos	26
Figura 10. Neuroelectrics: Intensidades para aplicación de tDCS	26
Figura 11. Startim 32.....	27
Figura 12. electrodos de registro	28
Figura 13. Electrodos de estimulación	28
Figura 14. Electrodo de referencia	29
Figura 15. colocación del electrodo de referencia.....	29
Figura 16. Gel conductor.....	29
Figura 17. Pestaña de inicio del NIC2.....	30
Figura 18. Menú para editar los protocolos.....	31
Figura 19. Rampa de intensidad según sea tDCS o Sham	32
Figura 20. Configuración final de electrodos para el estudio	35
Figura 21. Simulaciones cerebrales de tDCS	35
Figura 22. Registro final de electros para el estudio	36
Figura 23. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta en el factor “imágenes” del pre-test al post-test.....	37
Figura 24. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el factor “imagen” .	39
Figura 25. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta del pre-test respecto al post-test para el factor “palabra” en nivel castellano.....	41
Figura 26. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el factor “palabra” en los niveles en castellano	43
Figura 27. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta del pre-test respecto al post-test para el factor “palabra” en nivel inglés	44
Figura 28. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el factor “palabra” en los niveles en inglés.....	46
Figura 29. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta del pre-test respecto al post-test para el bloque compatible.....	48
Figura 30. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el bloque compatible	51
Figura 31. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta del pre-test respecto al post-test para el bloque incompatible.....	52
Figura 32. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el bloque incompatible.....	55

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Electroodos</i>	14
<i>Tabla 2. Información de la muestra</i>	18
<i>Tabla 3. Resultados de tiempo de respuesta del factor “imagen”</i>	38
<i>Tabla 4. Resultados de tiempo de respuesta por ítem de fator “imagen” para grupo tDCS</i>	38
<i>Tabla 5. Resultados de tiempo de respuesta por ítem de fator “imagen” para grupo sham</i>	39
<i>Tabla 6. Resultados de errores factor “imagen” para grupo sham y tDCS.....</i>	40
<i>Tabla 7. Resultados de errores factor imágenes en diferentes niveles para grupo tDCS</i>	40
<i>Tabla 8. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en castellano</i>	42
<i>Tabla 9. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en castellano por ítem en grupo tDCS.....</i>	42
<i>Tabla 10. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en castellano por ítem en grupo sham.....</i>	43
<i>Tabla 11. Resultados de errores factor “palabra” para grupo tDCS y sham en castellano..</i>	44
<i>Tabla 12. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en inglés</i>	45
<i>Tabla 13. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en inglés por ítems en grupo tDCS.....</i>	45
<i>Tabla 14. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en inglés por ítems en grupo sham</i>	46
<i>Tabla 15. Resultados de errores factor “palabra” para grupo tDCS y sham en inglés</i>	47
<i>Tabla 16. Resultados de errores factor “palabra” en diferentes niveles para grupo tDCS en inglés</i>	47
<i>Tabla 17. Resultados de errores factor “palabra” en diferentes niveles para grupo sham en inglés</i>	48
<i>Tabla 18. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” e “imágenes” en bloque compatible</i>	49
<i>Tabla 19. Resultados de tiempo de respuesta del bloque compatible para grupo tDCS.....</i>	49
<i>Tabla 20. Resultados de tiempo de respuesta del bloque compatible para grupo sham</i>	50
<i>Tabla 21. Resultados de errores en el bloque compatible</i>	52
<i>Tabla 22. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” e “imágenes” en bloque incompatible</i>	53
<i>Tabla 23. Resultados de tiempo de respuesta del bloque incompatible para grupo tDCS.....</i>	53
<i>Tabla 24. Resultados de tiempo de respuesta del bloque incompatible para grupo sham</i>	54
<i>Tabla 25. Resultados de errores en el bloque incompatible</i>	56

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Motivación

La motivación de este trabajo es el poder estudiar cómo funciona la recuperación y formación de la memoria semántica relacionada con la formación y relación de prejuicios para dar un paso más en la comprensión de este proceso y que pueda ser aplicado en cuestiones de marketing y estrategias de comunicación políticas o de cualquier ámbito.

1.2. Introducción

El inconsciente y la implicación que tiene en los procesos cognitivos diarios ha sido objeto de estudio desde la psicología de Sigmund Freud hasta las investigaciones de neurociencia más vanguardistas de la actualidad. No obstante, las nuevas corrientes de índole cognitivista con representantes como (Kihlstrom, 1987), (Fiske, 2004), Bargh; Schwader; Hailey; Dyer and Boothby (2012), Over and Carpenter (2009), contemplan añadir este concepto como fuente de estudio, desarrollando sus vías de formación, los elementos que la forman y las estructuras cerebrales implicadas.

Según Kühne (2020), el inconsciente cognitivo que contempla el procesamiento emocional y conceptual, ocurre en paralelo al procesamiento racional interactuando constantemente, es decir, que el ser humano experimente continuamente tanto a nivel implícito como explícito el tener que dar sentido a su experiencia inmediata, no contemplado solo en términos de contenidos y emociones, sino es término de cogniciones y pensamientos, comprendiendo el inconsciente cognitivo desde diferentes ámbitos, como es el caso de la memoria procedimental o implícita (Pervin, 2009).

Es crucial diferenciar entre el concepto de **inconsciente psicoanalítico** (Freud, 1920) y el **inconsciente cognitivo**, que es el formado culturalmente por la persona gracias a lo aprendido y a sus influencias culturales (Shepherd, 2011), contemplando creencias de diferente índole, desde religiosas, hasta políticas, o la **formación de sesgos**, siendo la creación de **prejuicios** el resultado de estos procesos inconscientes que sería un fenómeno del ser humano para categorizar y crear asociaciones del mundo que nos rodea (Fiske, 2004), de esta forma, el autor, basándose en las explicaciones de Allport (1954), argumentaba que el prejuicio y la personalidad prejuiciosa era una fenómeno inevitablemente normal, proveniente de procesos

de categorización y asociación mental del mundo presentándose en todos los seres humanos; fue gracias a esta concepción cuando se presentaron los primeros estudios de psicología social que incluían conceptos como **grupos internos (endogrupos)** y **grupos externos (exogrupo)** y de cómo el ser humano presenta una tendencia a la atribución de valores positivos al primero, y de negativos al segundo, siendo un punto clave para el entendimiento del fenómeno de los prejuicios (Casas, 2008).

Es por ello que, dentro de este ámbito de la **psicología social**, hay diferentes pruebas que pueden servir para predecir este comportamiento implícito, teniendo como objetivo servir de la forma automática en la que la mente trabaja, para poder procesar toda la información que proviene del exterior. Este tipo de procedimientos, denominados **heurísticos**, en general resulta muy útil para el día a día de las personas, ya que permite evaluar de una forma automática e inconsciente además de, a una alta velocidad, lo que ocurre alrededor (Muñoz, 2011).

Así cuando se está delante de una información, el cerebro recibe un proceso de elaboración previa, conocido como **priming**, que es previo a un proceso de elaboración cognitiva. De esta manera, este concepto tiene la fuerza suficiente para actuar sobre la clasificación, procesamiento, elaboración y almacenamiento de la información recibida, por ello, un concepto que ya está almacenado en la mente, puede ser evocado por un estímulo en el ambiente y permitirá al cerebro categorizar e interpretar los estímulos que percibe el individuo (Moskowitz, 2005). En este proceso no se necesita un pensamiento consciente acerca de los atributos de un estímulo para que surja de manera automática una respuesta evaluativa (Castelli et al, 2004).

Situados en esta tesitura y ante la necesidad de contar con un método de medición de actitudes y preferencias validado, los científicos Anthony G. Greenwald y Mahzarin R. Banaji, desarrollaron en la década de los 90 **un instrumento de medición implícito**, que están relacionados con sentimientos, pensamientos o acciones con objetos sociales. El resultado fue la elaboración de **Test de Asociación Implícita o TAI**, introducido en la literatura científica en 1998, después de pasar por una etapa de validación y refinamientos en los laboratorios de Washington y Yale (Greenwald et al. 1998).

Fue así como, prácticamente desde su implementación, ya en el año 2000, comenzó a ser utilizado para medir **preferencia electorales** comenzando por las estadounidenses, siendo el primer trabajo de Greenwald, Nosek y Banaji, y resultando un estudio pionero en lo que luego

se conocerá como **neuromarketing político**, siendo el elemento base de esta investigación solo que, en este caso, será tratado desde una investigación más básica a nivel de comprender cómo funciona el procesamiento cognitivo relacionado con cómo se procesa la información para activar estos prejuicios y qué estructuras cerebrales están implicadas, por ello el procesamiento cognitivo del lenguaje será la otra piedra angular de esta investigación. Siendo imposible comprender la cognición del prejuicio sin comprender como se procesa a nivel cerebral esta información.

Además, en relación a la **memoria implícita**, hay un principio que ha resultado clave para centrar el tema de este estudio, **la ley del enfoque** (Trout, 2016), que además de tener en cuenta los prejuicios que consiste en el posicionamiento de un producto, una marca o una idea en la mente del consumidor, considerando que dar el enfoque adecuado permitirá reconocer, en este caso, el partido político con unos beneficios asociados de manera directa e inconsciente. Consiste en crear un concepto generalizado con los atributos con los que se identifica el producto, consiguiendo tener un lugar privilegiado en la mente del consumidor dentro de una categoría determinada.

Por ello mismo, y siguiendo el fundamento del estudio *“the use of the implicit association test in electoral processes”* (Ayala, 2012). Se pretende aplicar los principios de esta ley, que contemplan el posicionamiento inconsciente a nivel político en la mente del consumidor (Trout, 2016), evaluándolo gracias al test de asociación implícita, que es una medida adecuada demostrada en el estudio de Ayala para predecir el comportamiento político y las asociaciones implícitas creadas en la mente el consumidor.

De esta forma, como ya se comentó en párrafos anteriores, no se puede explicar el **procesamiento cognitivo** de ningún proceso sin tener en cuenta las estructuras cerebrales implicadas, por esa razón, cabe tener en cuenta, que uno de los objetivos de este estudio es evaluar si diferentes zonas del córtex cerebral están relacionadas con la **ejecución del TAI y si la estimulación por corriente directa transcraneal (tDCS) agilizaría la recuperación de la información reduciendo el tiempo de respuesta y la proporción de errores**. Por ese motivo es necesario tener en cuenta el tema del procesamiento del lenguaje, tema que ha sido de interés de un gran número de investigadores a lo largo del tiempo. A finales del siglo XVIII y principios del XIX los estudios anatómicos sobre el área de Broca y Wernicke recibieron un impulso científico con el desarrollo y la difusión del llamado “movimiento frenológico (Simpson, 2005).

Fue durante esta mitad del siglo XIX donde **Wernicke** afirmó: “toda área de la circunvolución que rodea la fisura silviana, en asociación con la corteza de la ínsula, sirve como centro del lenguaje. La primera circunvolución frontal, al ser motora, es el centro de representación de los movimientos, y la primera circunvolución temporal, al ser sensorial, es el centro de las imágenes de las palabras” (Wernicke, 1874/1970).

Se integraron también las observaciones clínicas y anatómicas recogidas y se propuso la existencia de un “**área del lenguaje**” (Dejerine, 1914). En concreto estaba formada por: el área de Broca, localizada en la circunvolución frontal inferior izquierda, que en el área de Broadmann (AB) se localiza en el área 44; el área de Wernicke, segmento posterior de la primera circunvolución temporal, AB 22; y, además, se incluyó lo que se denominó “centro del lenguaje escrito”, localizado en la circunvolución angular; BA39.

Más tarde, durante el siglo XX, la organización cerebral del lenguaje partía de una base de patología para ilustrar la organización cerebral de éste (Damasio, 1992). Se contemplaron los diferentes trastornos relacionados con el lenguaje, en caso de haber un daño cerebral, y dependiendo de la localización del daño y de los síntomas, se extraían conclusiones. Estos estudios **permitieron concretar más en profundidad las estructuras relacionadas con funciones concretas**, proponiendo áreas específicas.

A finales del siglo XX, generalmente los modelos de afasia utilizados fueron el de Geschwind y el de Luria. Poco más tarde, a principios del XXI, Ardilla (2010) propuso la existencia, siguiendo el análisis de Jakobson, de dos fundamentales formas de afasia: la afasia de Broca y la afasia de Wernicke, vinculadas a deficiencias en **los sistemas léxico-semántico y gramatical**. Además, sostenía que estos sistemas no solo dependían de circuitos cerebrales distintos, sino, además, de diferentes tipos de memoria y aprendizaje (declarativo y experimental).

Gracias a este análisis, a la herramienta “**BrainMap**” que se explicará en el apartado de método y al estudio de Ardilla et al. Titulado “*the language area of the brain: A functional reassessment*” (2016) donde se menciona la región perisilviana del hemisferio izquierdo comprendido como un sistema léxico semántico relacionado con el área de Wernicke, que incluye el área de **Wernicke central** (reconocimiento de palabra) y un área de Wernicke

extendida (asociaciones lingüísticas) se concluyeron las zonas a estimular para comprobar de esta manera si la estimulación en las mismas supondría una disminución del tiempo de respuesta en la realización de la tarea escogida que en este caso fue un TAI político.

1.3. Hipótesis y objetivos

La **tDCS** es un método de estimulación no invasivo e indoloro el cual consiste en aplicar corrientes eléctricas sobre el cuero cabelludo con el objetivo de estimular áreas específicas del cerebro.

El objetivo de este proyecto es diseñar una estrategia de estimulación transcraneal para la mejora cognitiva. Este proyecto se centrará en la **mejora de la memoria semántica mediante el uso de estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS)** sobre las siguientes zonas: área de Wernicke, giro angular y circunvolución occipitotemporal lateral. Este resultado podría aportar información básica sobre cómo se forman las asociaciones semánticas de los prejuicios y cómo el cerebro recupera esta información, en concreto sobre temas políticos.

La estimulación será anódica en la cual el ánodo es el electrodo por el cual pasa la corriente positiva al cerebro y para comprobar el efecto de la tDCS se va a realizar una investigación experimental contando con un pre y un post test de **tipo Test de asociación implícita (TAI)** realizado en dos idiomas, castellano e inglés. En esta prueba se medirán los tiempos de reacción que tardan los sujetos en responder al mismo.

Los objetivos específicos del trabajo son:

- Estudiar los procesos de **recuperación semántica** mediante el uso de TAI en prejuicios políticos.
- Comprobar la utilidad de la tDCS sobre el **área de Wernicke, giro angular y circunvolución occipitotemporal lateral** para la agilización de este proceso.
- Comprobar si las asociaciones implícitas del TAI están relacionadas con estas áreas.
- Comprobar si el **tiempo de respuesta** y los **errores** disminuyen del pre-test al post-test en aquellos sujetos que han recibido estimulación tDCS en las áreas seleccionadas.
- Estudiar si estas áreas podría estar relacionada con la **formación de prejuicios** al ser una estructura clave de la memoria semántica.

- Contrastar si hay diferencia entre los resultados de los TAI post test en **castellano e inglés**.
- Comprobar si la tDCS de 20 minutos anodal de 1,0 mA (tres ánodos de 0,5mA cada uno) **mejora la recuperación semántica** al estimular dichas áreas en una tarea en lengua no materna.

El siguiente estudio, además, permitirá contrastar las siguientes hipótesis:

- **H1:** *Se producirá una mejora por entrenamiento entre el pre-test y el post-test en todos los usuarios debida al enteramiento.*
- **H2:** *La tDCS de 20 minutos en el área de Wernicke, giro angular y circunvolución occipitotemporal lateral no influirá en la disminución del tiempo de respuesta (TR) de las imágenes al no estimular áreas relacionadas con ella, obteniéndose una mejora entre el pre-test y el post-test similar para el grupo tDCS y el grupo sham (control).*
- **H3:** *La diferencia en el TR entre el pre-test y el post-test del TAI en castellano será mayor para el grupo tDCS, tras una estimulación de 20 minutos, que para el grupo sham.*
- **H4:** *La diferencia en el TR entre el pre-test y el post-test del TAI en inglés será mayor para el grupo tDCS, tras una estimulación de 20 minutos, que para el grupo sham*
- **H5:** *La estimulación de estas áreas es útil para agilizar el procesamiento semántico cognitivo en la realización del TAI, reduciendo el tiempo de respuesta para la categorización de palabras y el número de errores.*
- **H6:** *Para el grupo tDCS, se dará una mayor mejora en el rendimiento de la fase pre-test al post-test del TAI, tanto por la disminución de TR como en el número de errores, para las variables en inglés que para las variables en castellano.*
- **H7:** *La mejora en el rendimiento del TAI para la variable “proporción de errores” será mayor en el grupo tDCS que en el grupo sham.*

2. ESTADO DEL ARTE

En este apartado se dará una descripción sobre la técnica de estimulación empleada en este estudio que será la tDCS. Se contemplará el **modelo de Broadmann** para señalar las áreas del cerebro que se van a estimular en el estudio, es decir, el área de Wernicke, giro angular y circunvolución occipitotemporal lateral.

2.1. Estimulación transcraneal por corriente continua (tDCS)

La **estimulación transcraneal por corriente continua (tDCS)** es una técnica de estimulación eléctrica (tES) que como su propio nombre indica usa corriente continua (DC) mediante uno o varios electrodos sobre el cuero cabelludo. La principal diferencia de esta técnica respecto a otras que también puedes hacer estimulación es que la corriente se suministra de forma continua en el tiempo.

Para la colocación de electrodos se seguirá el **sistema 10-20 internacional** (Figura 1). Los números 10 y 20 hacen referencia al porcentaje de distancia a la que deben estar respecto de la parte frontal, occipital, del lado derecho e izquierdo del cráneo [23]. (Agulló, 2021)

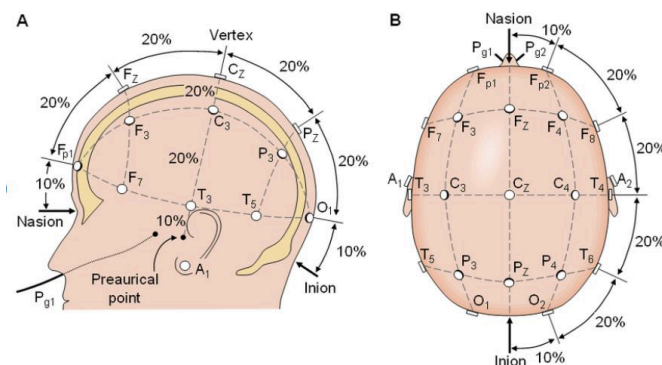
Cada lugar tiene una letra para identificar el lóbulo y un número que lo sitúa en el hemisferio.

Tabla 1. Electrodo

Electrodo	Lóbulo
F	Frontal
T	Temporal
C	Central
P	Parietal
O	Occipital

Fuente: American Psychological Association, 2020e.

Figura 1. Referencias según sistema 10-20 EEG



Fuente: American Psychological Association, (2020)

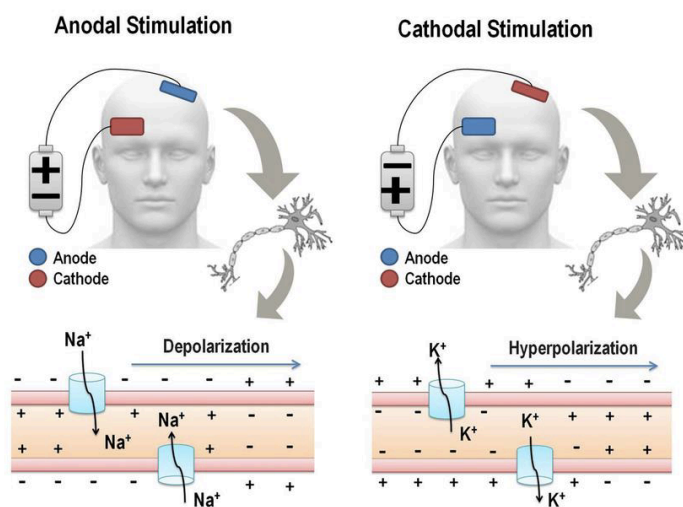
La **corriente positiva se suministra por el ánodo** hacia el cerebro; en cambio el **cátodo** es el electrodo por el que **sale esta corriente del cerebro**. Mínimo se debe usar un ánodo y un cátodo para realizar tDCS, pudiendo realizar de dos formas tDCS: anódica o catódica (Figura 2).

La tDCS anódica se asocia con una disminución de los niveles de ácido y-aminobutírico lo que genera una mayor excitabilidad cortical de la zona estimulada mediante el electrodo. Por el contrario, la estimulación catódica va asociada a un descenso de los niveles de glutamato por lo que se entiende como inhibitoria. En la mayoría de los estudios que investigan las funciones cognitivas el uso de la estimulación anódica mejoró los resultados. (Agulló, 2021)

Con objetivos metodológicos se pueden distinguir entre estimulación activa y estimulación sham.

En la primera se trata de administrar corriente durante un periodo de tiempo determinado para provocar **estimulación** y así la **mejora de la actividad**. La estimulación sham se usa como control metodológico (placebo) para poder comparar con el grupo de estimulación tDCS. Esta tiene las mismas características en cuanto a polaridad que la estimulación activa pero el tiempo que se emplea es muy breve se realiza para producir una sensación de estimulación real cuando en realidad es un simple placebo [15]. (Agulló,2021)

Figura 2. Funcionamiento de la tDCS Anodal y Catodal.



Fuente: American Psychological Association, (2020)

2.2. Áreas de Broadman

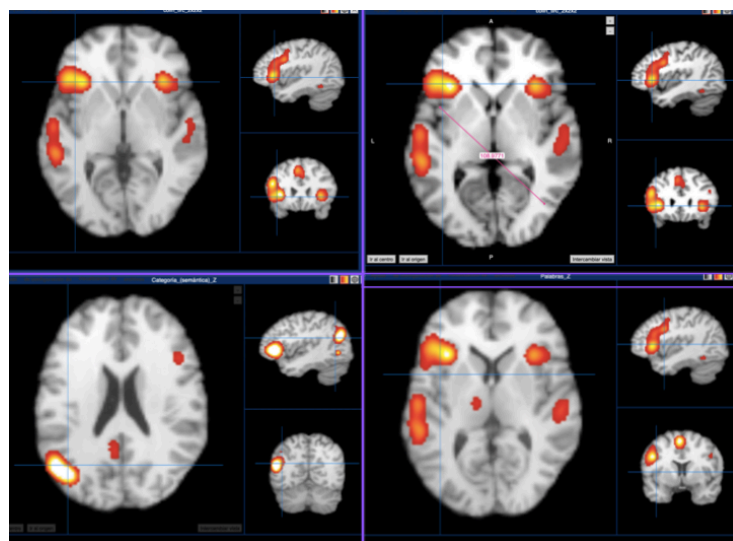
En 1909 el Dr. **Broadman** clasificó las regiones de la corteza cerebral en humanos según su disposición y la orientación de las células cerebrales que la conforman.

Es como gracias a este análisis clínico y funcional del uso del lenguaje explicado en la introducción, además del uso de la herramienta “**BrainMap**” como se escogieron las zonas a estimular, gracias al “**metaanalytic connectivity modeling**” (Brainmap,2022).

BrainMap es una base de datos de experimentos publicados de neuroimagen funcional y estructural, desarrollada en el “**Research Imaging Institute**” del Centro de Ciencias de la Salud de la universidad de Texas, San Antonio. El objetivo es desarrollar software y herramientas para compartir resultados de neuroimagen y permitir el metaanálisis de estudios sobre la función y estructura del cerebro. Cuenta con más de 20 años de desarrollo y no solo proporciona datos para metaanálisis y minería de datos, sino que también distribuye conceptos para la integración cuantitativa de datos de neuroimagen. (BrainMap, 2022).

Basado en las redes en estado de reposo demostrada por Smith et al., 2009. Además, dada la gran cantidad de metadatos archivados en BrainMap, la importancia funcional de estas redes de conectividad intrínseca fue evaluada cuantitativamente por Laird et al. (2011).

Figura 3. Simulación de áreas del lenguaje en tareas específicas



Fuente: BitBrain (2022). Palabras, Un sonido o una combinación de sonidos, o su representación por escrito o imprenta, que simboliza y comunica un significado y puede consistir en un solo morfema o en una combinación de morfemas. 19160 sujetos Imagen de puntuación Z máx.: 24. 947 publicaciones relevantes 5084 contrastes experimentales 39178 coordenadas reportadas.

Las zonas de interés a estimular (ánodos):

1. **Área de Wernicke:** Ubicada en el lóbulo temporal corresponde a las áreas 22 (AB22), 39 (AB39) y 40 (AB40) de Brodmann. Se encuentra con mayor frecuencia en el hemisferio izquierdo del cerebro, pero no siempre. Está relacionada con la comprensión del lenguaje hablado y escrito. Es la zona del cerebro que contiene neuronas motoras implicadas en la comprensión del discurso. Además, interviene en la recuperación de palabras para expresar los pensamientos. (Diéguez-Vide F et al., 2012)
2. **Giro Angular (AB39):** Ubicado en el lóbulo parietal. Ayuda a decodificar diferentes elementos de información sensorial para comprender el lenguaje. área terciaria que juega un importante rol en la integración multimodal (visual, auditiva y táctil), en el procesamiento semántico, cálculo, lectura y escritura. (González, 2011)
3. **Circunvolución Occipitotemporal Lateral izquierda (AB37):** representa un nodo común para dos circuitos diferentes: reconocimiento visual (percepción) incluyendo el reconocimiento de caras y funciones semánticas del lenguaje, como la interpretación de metáforas.

No obstante, como implica la tDCS, al igual que entra la energía, también es necesario marcar puntos de salida de la misma, que corresponden a zonas inhibidas, estos puntos serían interesante ubicarlos en las zonas cercanas a las de la estimulación para que la corriente no se disipe entre los surcos o acabe penetrando más en el cerebro activando zonas que no serían de interés.

Las zonas para los ánodos son:

- La **corteza premotora y motora** suplementaria (AB6).
- El **cerebelo**, relacionada con el equilibrio y movimientos coordinados.
- El **área somatosensorial** (AB5)

Se escogieron estas zonas porque principalmente son las más cercanas a los puntos de estimulación, permitiendo conseguir una **estimulación más focalizada** y siendo áreas que no han mostrado evidencias de estas relacionadas con el TAI y los prejuicios.

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Participantes

La muestra utilizada para el siguiente estudio fueron **16 personas**, 50% hombres y 50% mujeres de entre 22 y 56 años. Cuya orientación política es o bien muy polarizada hacia PODEMOS 19% de UP o bien hacia el PP, 81%. El 50% de la muestra formó parte del **grupo experimental** y el otro 50% del **grupo control**, fueron asignados a las diferentes condiciones experimentales de forma aleatoria.

El 100% de los participantes residen en la provincia de Alicante, el 52,4% emplea gafas, el 9,6% lentillas y el otro 38,1% no emplea sistema de mejora de visión. El 81% de los participantes son diestros, mientras que el otro 19% zurdos. El 100% de los participantes no consumen medicación que afecta a la atención y no sufren tampoco ninguna enfermedad neurológica ni migrañas. El 95,2% no sufre ningún problema crónico en la piel, mientras que el 4,8% afirma tener dermatitis atópica, pero sin haber sufrido un brote reciente.

En cuanto al nivel de estudios un 23,8% tiene el graduado escolar, un 23,8% FP, un 47,6% estudios universitarios y un 4,8% maestría.

El 76,2% participa activamente en política como afiliados a partidos políticos y el 100% tiene intención de voto para las próximas elecciones. El 85,7% ve al menos 1 noticia o lee al menos 1 artículo relaciona con política a diario. Un 9,5% invierte más de 7 horas a la semana en política, un 38,1% Invierte entre 1 y 7 horas y un 52,4% menos de 1 hora a la semana

Para contactar con los primeros participantes primero cumplimentaron el *Google forms* con toda la información necesaria de la investigación y unas preguntas con los criterios de inclusión y exclusión propias para el TAI y para la tDCS. Una vez obtenidos estos datos, se valoraron estos criterios y se contactó con los participantes concretando una hora y día determinado para el pase de la prueba.

Tabla 2. Información de la muestra

Code	Edad	Partido	Sham/tDCS	Sexo	Perímetro craneal	Talla gorro
T30	50	PP	tDCS	F	58	M

T31	40	PP	tDCS	M	59	L
T32	49	PP	tDCS	F	60	L
T33	31	UP	Sham	M	60	L
T34	23	PP	tDCS	F	57	S
T35	28	UP	Sham	F	58	M
T36	56	PP	Sham	M	58	M
T37	49	PP	tDCS	F	56	S
T38	54	PP	tDCS	M	58	L
T39	56	PP	Sham	M	60	L
T40	22	PP	tDCS	F	54	S
T41	60	PP	Sham	M	57,5	M
T42	44	PP	Sham	F	57,5	M
T43	38	PP	Sham	F	58	M
T44	23	PP	tDCS	M	56,5	M
T45	24	UP	Sham	F	58,5	M

Fuente: Tabla de elaboración propia (2022). La columna “code” es el código del sujeto, la edad, el partido político al que pertenece, la fecha del experimento, si es grupo control (sham) o experimental (tDCS), el sexo, la lateralidad (diestro o zurdo), si emplea sistema de visión (gafas/lentillas o nada), el perímetro craneal en cm y la talla del gorro empleada en el estudio.

3.2. Variables e instrumentos.

3.2.1. Instrumento para la evaluación de las asociaciones semánticas

Para evaluar las asociaciones implícitas se utilizó el **TAI**. Los resultados de los tests implícitos revelan qué patrones y preferencias existen subconscientemente en la mente de los consumidores que determinan su comportamiento.

Para la elección de estas palabras se recurre a la **base de datos de Hinojosa (2019)**, quién ha realizado una lista de palabras clasificadas de formas científica por su **valencia emocional**. El motivo de la elección de política es que, para aquellas personas muy polarizadas, existe un prejuicio potente que es fácil de diferenciar respecto al extremo opuesto.

Los **conceptos** serán PP vs PODEMOS y los **atributos** “bueno” vs “malo”. El test ha sido diseñado específicamente para esta investigación, y pasó una primera prueba piloto con 5 sujetos para comprobar si predecía de forma adecuada los prejuicios políticos, demostrando ser un buen indicador.

PP VS PODEMOS

Para nosotros el bloque compatible será: PP-Bueno. El incompatible: PODEMOS-Malo.

La puntuación final:

- 0 No hay asociación
- 0,1 – 0,3 Asociación ligera
- 0,4 – 0,6 Asociación moderada
- 0,7 – 1 Asociación fuerte

El test de trata de medir la ruta rápida o implícita, por lo que las respuestas contaminadas por la mente consciente se suprimen y eliminan.

Los conceptos serán imágenes que tengan que ver son los partidos y sean fácilmente identificables. En concreto son 8 fotos del PP y 8 de PODEMOS. De las cuales 2 son de logos 3 de sus principales representantes a nivel nacional y 3 a nivel local (de la localidad de Elche) del paradigma actual de la política en diciembre de 2022.

3.2.1.1. TAI en castellano

Palabras del TAI para hacer referencia al **atributo “bueno”**: *competente, enriquecedor, estabilidad, ideal, íntegro, positivo, preparado, prosperar.*

Palabras del TAI para hacer referencia al **atributo “malo”**: *malversar, ridículo, estafa, mentiroso, vergüenza, aversivo, crisis, catástrofe.*

3.2.1.2. TAI en inglés

Palabras del TAI para hacer referencia al **atributo “bueno”**: *competent, enriching, stability, ideal, upright, positive, qualified, to thrive.*

Palabras del TAI para hacer referencia al **atributo “malo”**: *to embezzle, ridiculous, scam, liar, embarrassment, aversivo, crisis, catastrophe*

Para ambos casos se siguió el mismo procedimiento, **un test de 5 etapas**:

1. Categorización simple de conceptos: PP vs PODEMOS – 32 ítems

2. Categorización simple de atributos: Bueno vs Malo – 32 ítems
3. Categorización combinada: PP o bueno vs PODEMOS o malo - 64 ítems
4. Categorización simple de conceptos: PP vs PODEMOS (entrenamiento) – 32 ítems
5. Categorización combinada: PP o malo vs PODEMOS o bueno – 64 ítems

En cada caso se pone el doble del número de conceptos e ítems que vayan a aparecer para que cada concepto y atributo aparezca dos veces

3.2.1.3. Variables TAI

Se han creado 4 bloques diferentes para el análisis de datos según el tipo de factor con sus respectivos niveles:

- **Bloque 1:** clasificación de **imágenes** según partidos políticos. (etapa 1 y 4 del TAI)
V1 = Foto del logo del PP
V2 = Foto de integrante del PP
V3 = Foto del logo de UP
V4 = Foto de integrantes de UP
- **Bloque 2:** clasificación de **palabras** según positiva o negativa en español e inglés. (etapa 2 del TAI)
V5 = Palabra positiva en castellano.
V6 = Palabra negativa en castellano.
V7 = Palabra positiva en inglés.
V8 = Palabra negativa en inglés
- **Bloque 3:** Clasificación de respuestas de **imágenes** y **palabras** en ambos idiomas para el bloque compatible. (etapa 4 del TAI)
- **Bloque 4:** Clasificación de respuestas de **imágenes** y **palabras** en ambos idiomas para el bloque incompatible. (etapa 5 del TAI)
VD (1): tiempo de respuesta
VD (2): proporción de errores

Realizados a **2 grupos:** grupo control y grupo experimental en 2 niveles, pre y post experimental

3.2.2. Instrumentos para la tDCS

Por lo que respecta a la tDCS la estimulación fue la misma para todos los participantes del grupo experimental, por lo tanto, se tendrá **grupo control** sin estimulación (sham) y **grupo experimental** (tDCS o estimulación).

Para el desarrollo de este apartado se han tomado los datos técnicos de Rubén Agulló (2021), de su trabajo “Diseño y evaluación de una estrategia tDCS para la mejora cognitiva”.

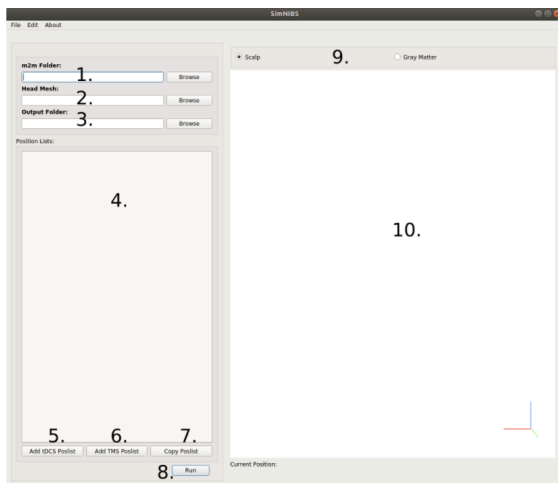
3.2.2.1. Simnibs

Para hacer **las simulaciones de la estimulación cerebral de una forma no invasiva**, se empleó el software gratuito de código abierto Simnibs. Aporta además datos sobre cálculos realistas del campo eléctrico generado como consecuencia tanto de la estimulación magnética transcraneal (TMS) como de la directa transcraneal (TES). (Ruben Agulló, 2021)

Al iniciar el programa, aparece una ventana en la que aparece la interfaz gráfica del Simnibs (Figura 4) donde se pueden ver los siguientes apartados:

1. Dónde se carga el modelo “*ernie*”.
2. Nombre del archivo de la cabeza.
3. Carpeta donde se guardan las simulaciones.
4. Pestaña donde se especifican detalles de las simulaciones.
5. Donde se agregan la lista de electrodos de tDCS para poder llevar a cabo la simulación.
6. Cumple la función del punto 5 solo que para TMS.
7. Botón para copiar la lista de parámetros.
8. Botón para ejecutar la simulación.
9. Barra donde se puede escoger ver el cuero cabelludo de la cabeza o la superficie de materia gris.
10. Ventana donde se visualiza el modelo 3D de la cabeza.

Figura 4. Pantalla de inicio de Simnibs.

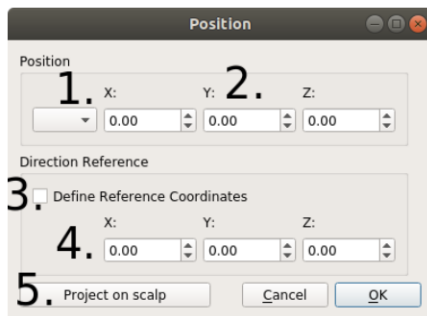


Fuente: Simnibs Software (2022)

Para la hacer las pruebas de la configuración de los electrodos, una vez se hayan añadido en el paso 5, se abrirá la siguiente pestaña (Figura 6):

- 1- “*Current*” Intensidad aplicada a cada electrodo en microamperios. Se pueden señalar valores positivos de corriente (ánodos) o valores negativos de corriente (cátodos). La condición es que la suma final debe ser 0, es decir, tiene que entrar y salir la misma corriente.
- 2- “*Position*” Dirección y posición de los electrodos (Figura 7)
Esta ventana juega un papel fundamental, pues nos permitirá ubicar nuestras ánodos y cátodos en la simulación:
 - 1- Muestra un menú de coordenadas para seleccionar la posición de los electrodos según el sistema 10-20.El resto de opciones (2, 3, 4 y 5) no fueron utilizadas en este estudio. Pues la selección se la posición se hizo según la clasificación de las áreas de Broadmann y el área que corresponde según el sistema 10-20 de EEG.

Figura 5. Ventana de posición de electrodos



Fuente: Simnibs Software (2022)

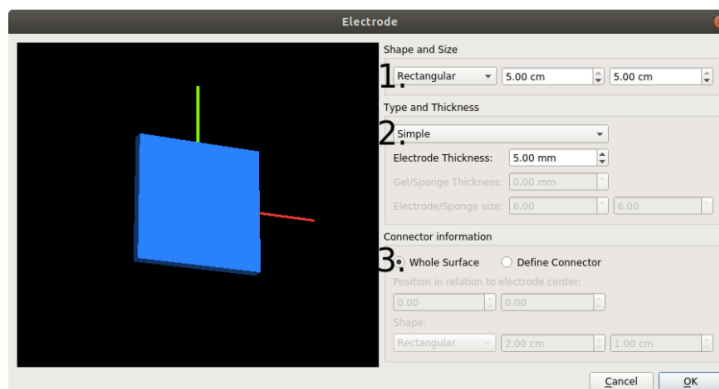
3- “Shape” para seleccionar la forma de los electrodos (Figura 8). Esta es otra venta de especial relevancia, pues la estimulación llevada a cabo en este estudio es HD (high definition)

3.1 -La forma del electrodo es “eliptical” con medidas “1,00cm” “1,00cm”

3.2- El tipo es “electrode +gel”, el espesor del grosor es “2,00mm” y el del gel “4,00mm”. Donde hay una capa de silicona y una capa de gel.

3.3- La información del conector es “Define Connector” con una forma “Eliptical” y “0,50cm” “0,50cm”.

Figura 6. Ventana de tamaño y forma de electrodos



Fuente: Simnibs Software (2022)

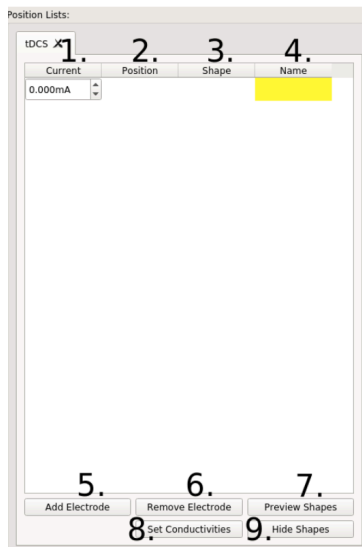
4- “Name” nombre de los electrodos.

5- “Add electrode” para añadir un electrodo.

6- “Remove electrode” para eliminar un electrodo.

Los botones 7, 8 y 9 no fueron utilizados durante la utilización del programa.

Figura 7. Pestaña tDCS

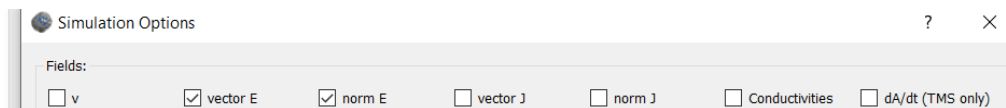


Fuente: Simnibs Software (2022)

A la hora de concretar las opciones que nos interesan de la simulación (Figura 8) es interesante tener en cuenta varias variables, entre ellas. (Rubén Agulló, 2021)

- V: potencial eléctrico.
- Vector E: vector de campo eléctrico (V/m)
- Norma E: norma de campo eléctrico (V/m)
- Vector J: vector de densidad de corriente (A/M2)
- Conductividades: campo escalar con archivos de conductividad.
- dA/dt : cambio temporal máximo del potencial vectorial (solo se puede usar cuando simulamos TMS)
-

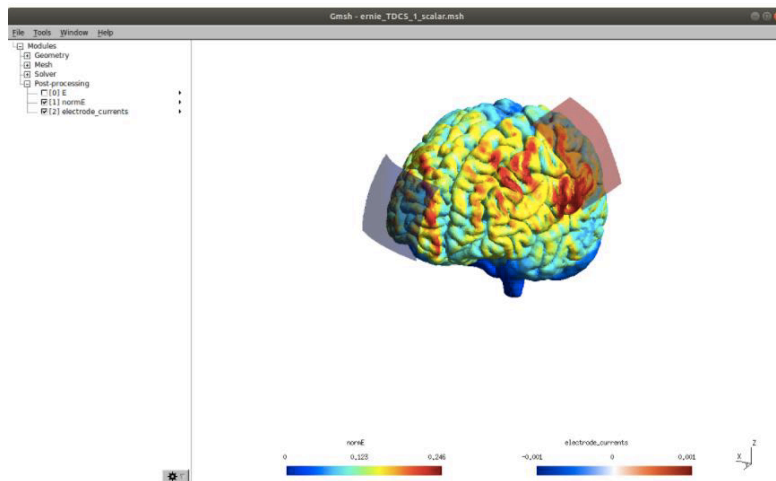
Figura 8. Ventana de opciones de simulación



Fuente: Simnibs Software (2022)

Tras llevar a cabo la programación de los electrodos, se abre el programa Gmsh donde se podrá visualizar la estructura cerebral con la programación escogida en 3D.

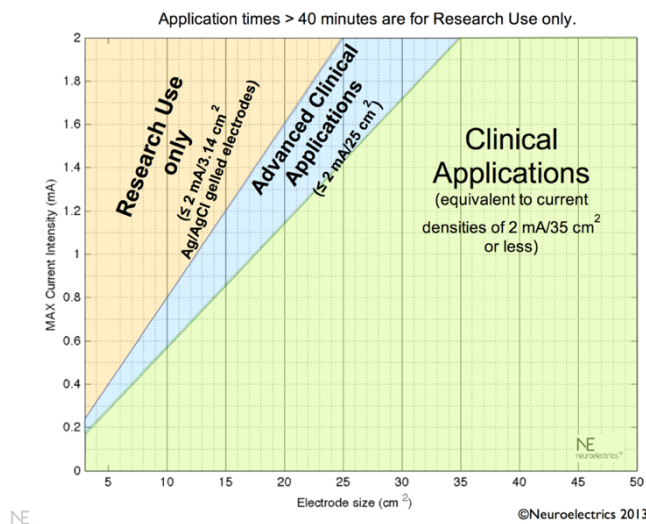
Figura 9. Simulación norma E y corrientes electrodos



Fuente: Simnibs Software (2022). Las zonas más rojas son las que reciben mayor intensidad de estimulación, esta intensidad va disminuyendo y adquiere los colores de la línea de abajo a la izquierda.

Para seleccionar la intensidad a aplicar en la zona se utilizó la tabla de Neuroelectrics (Figura 10). Concretamente el rango de intensidad que se fijó fue el de 0,1583 que se encuentra dentro de los límites establecidos según el programa.

Figura 10. Neuroelectrics: Intensidades para aplicación de tDCS



Fuente: Neuroelectrics (2011). El eje x señala el tamaño del electrodo en cm² y el eje y la intensidad de mA que se puede utilizar para no sobrepasar los límites de la tDCS.

3.2.2.2. Starstim

El starstim es un dispositivo tDCS-EEG con cable y portátil utilizado tanto para el **registro de las señales EEG** como para **aplicar la estimulación tDCS**.

Además, éste se complementará con el software NIC2, proporcionando datos para medir la impedancia y la calidad de la señal durante la realización de la prueba

Figura 11. Startim 32



Fuente: Startim 32 (2022). Dispositivo de registro EEG y dispositivo de estimulación tDCS.

3.2.2.3. Gorro de electrodos

El material del mismo es de neopreno y tiene la función de servir de **guía para la colocación de los electrodos** en sus orificios, los cuales, conectados a los cables correspondientes y al Starstim, permitirán conocer las señales EEG y aplicar la tDCS programada.

La posición de estos electrodos sigue un sistema internacional 10-20 EEG.

La denominación de las zonas es: zonas frontal-polar (Fp), zona antero-frontal (AF), zona frontal (F), zona fronto-central (FC), zona temporal (T), zona centro-parietal (CP), área parietal (P), zona parietooccipital (PO), área occipital (O). (Ruben Agulló, 2021)

3.2.2.4. Electrodo de registro, estimulación y referencia

Para el **registro EEG** (Figura 12) se usará el modelo NG Geltrode, siendo un electrodo de monitorización de fácil colocación. Además, una jeringuilla de punta chata para suministrar el gel obteniendo así una señal EEG de gran calidad.

El área de contacto es 1,75 cm² (circular)

Figura 12. electrodos de registro



Fuente: Startim 32. (2022)

El **electrodo de la estimulación** (Figura 13) será diferente, su radio es de 1cm por lo que su área será de πcm^2 . El modelo utilizado será NG Pistim.

Figura 13. Electroodos de estimulación



Fuente: Startim 32. (2022)

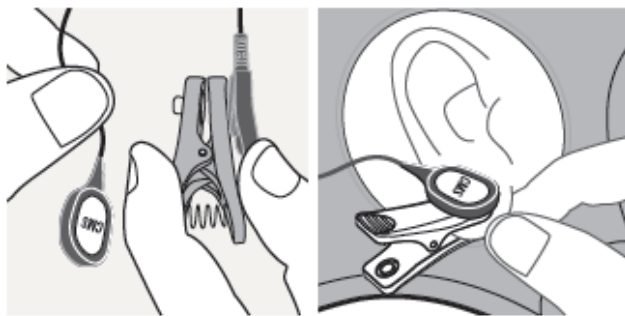
El último de los electrodos, será el **electrodo de referencia** (Figura 14), servirá para supervisar la señal y comprobar que todo funciona correctamente. En este caso será colocado en el lóbulo de la oreja como se muestra en la figura 15.

Figura 14. Electrodo de referencia



Fuente: Startim 32 (2022). Pinza que se engancha en la oreja para obtener la referencia.

Figura 15. colocación del electrodo de referencia



Fuente: Startim 32. (2022)

3.2.2.5. Gel de electrodos

Es un **gel salino conductor** (Figura 16) cuya función es la conducción homogénea de la corriente, servirá para garantizar la eficacia de la estimulación y la comodidad de la misma. A su vez, hace que se reduzca el cosquilleo producido por la estimulación.

Figura 16. Gel conductor



Fuente: Startim 32. (2022)

3.2.2.6. NIC2

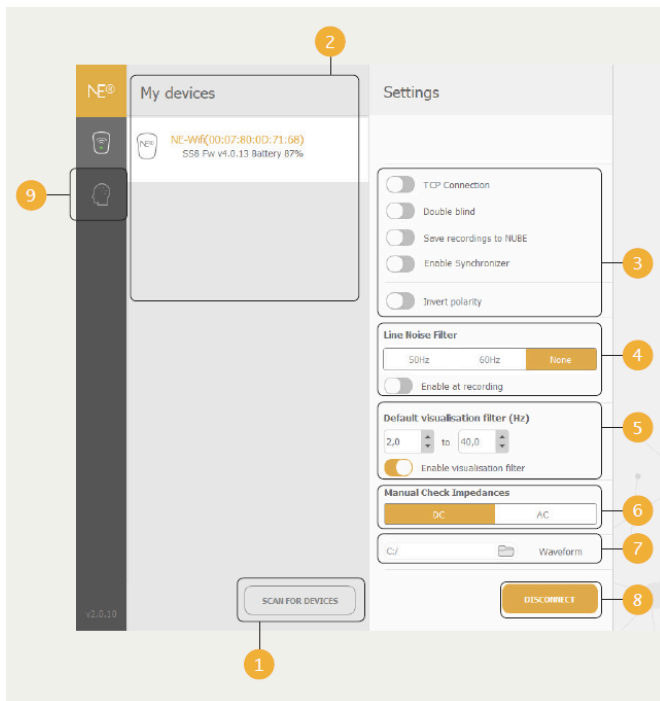
Por último, el software gratuito de la web de Neuroelectrics que permite tanto el **diseño como la monitorización de cualquier experimento que involucre EEG o tDCS**.

Para comentar este apartado, de nuevos se hará mención al protocolo del estudio de Rubén Agulló (2021) donde se explicaba cada paso.

Una vez abierto el programa de NIC2 se podrá ver el siguiente menú (Figura 17), a continuación, explicaremos los puntos clave del mismo:

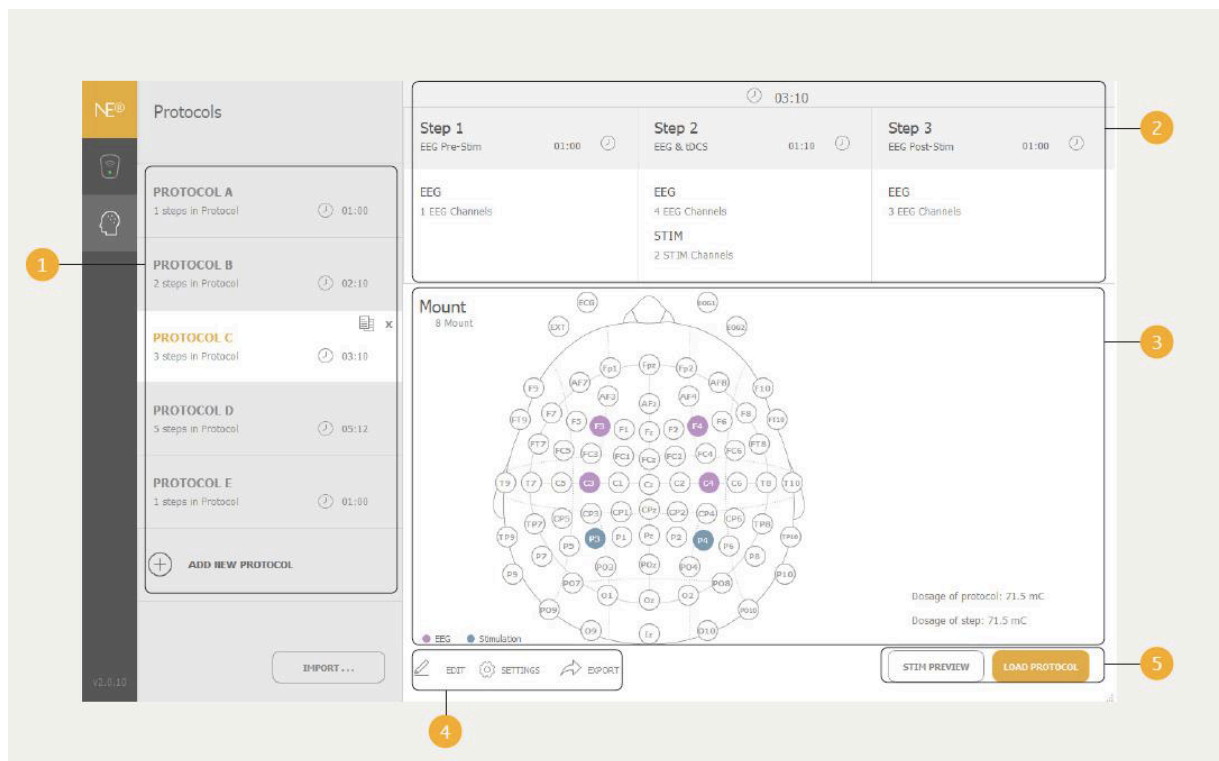
- 1- Botón para buscar dispositivos compatibles con la aplicación (en este estudio será el Starsim).
- 2- Selección del dispositivo.
- 3- Para activar conexiones TPC, activar modo doble ciego, conectarse a la nube y habilitar la sincronización o invertir polaridad de la señal EEG.
- 4- Activar filtro que quita el ruido o artefactos de la señal EEG. En Europa se usa 50Hz.
- 5- Sirve para escoger el rango de frecuencias

Figura 17. Pestaña de inicio del NIC2



Fuente: NIC2 (2022)

Figura 18. Menú para editar los protocolos



Fuente: NIC2 (2022)

Una vez definida las especificaciones sobre las zonas a estimular se crearán los protocolos tanto para el Sham como para la tDCS. (figura 18).

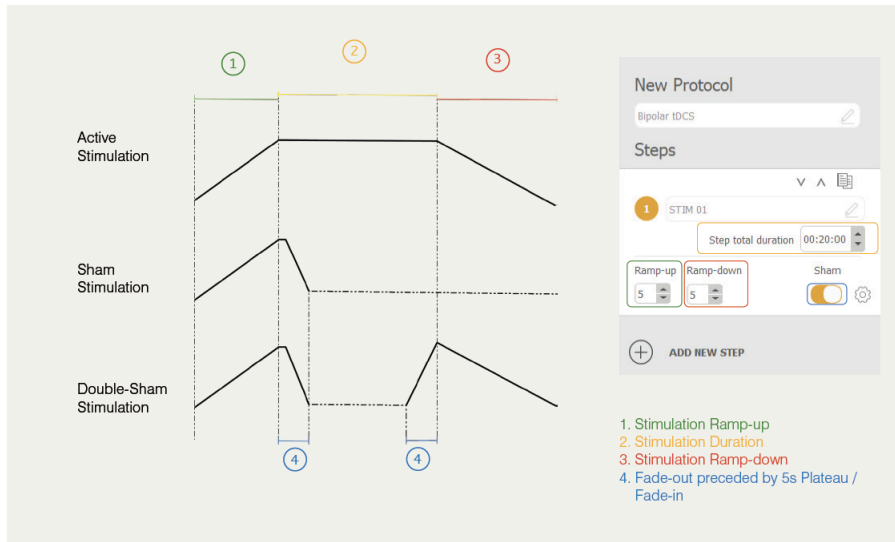
- 1) Lista de Protocolos: El número de protocolos y la duración de cada protocolo. En nuestro caso tendremos un Protocolo de EEG, tDCS y Sham.
- 2) Secuencia de Protocolos: En este apartado se resume el protocolo seleccionado y un breve resumen de cada uno de los pasos.
- 3) Montaje: Se muestra un diagrama de la cabeza que sigue el sistema posición 10-10 para la colocación de los electrodos tanto de registro como de estimulación.
- 4) Botones de edición: nos permitirán editar, cambiar los ajustes y exportar protocolos.
- 5) Botón para previsualizar y cargar el Protocolo.

Una vez realizado los pasos anteriores y colocados los electrodos en la posición simulada anteriormente mediante Simnibs

En la Figura 5 se puede ver la colocación de los electrodos para tDCS. Este protocolo tendrá una duración de 20 min y una intensidad anodal de 1,0 mA (tres ánodos de 0,5mA cada uno). Se realizará después de la prueba de pre-TAI, al igual que el protocolo de Sham. Estos protocolos son muy parecidos lo único que cambia es que en la rampa de estimulación en el de

tDCS se mantiene constante mientras que en el de Sham simula en un primer instante como la de tDCS pero enseguida se vuelve a cero (Figura 19). Con este efecto el sujeto tiene la sensación de cosquilleo al principio por lo que no sabe se está siendo estimulado o no.

Figura 19. Rampa de intensidad según sea tDCS o Sham



Fuente: NIC2 (2022)

3.2.3. Instrumentos para el análisis de datos

Para en análisis se utilizó el **programa estadístico R**.

R es un software libre que permite realizar análisis estadísticos. Se trata de una implementación libre del lenguaje de programación S, que fue creado y distribuido originalmente por los Laboratorios Bell.

3.3. Procedimiento

La investigación es un **estudio transversal** de dos horas de duración que tuvo lugar en la **Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH)**, concretamente en el edificio INNOVA. Durante el mes de diciembre del año 2022 en horario de 9 de la mañana a 9 de la noche.

3.3.1. Selección de la muestra

Teniendo en cuenta el tiempo limitado para la realización del estudio y la viabilidad de la muestra, el método utilizado para este estudio fue **el muestreo no probabilístico del tipo bola de nieve**. Se buscó personas con actitudes políticas polarizadas, se les pidió que rellenasen el

formulario y luego se pidió que pasasen el *Google forms* a amigos o compañeros que estuvieran interesados en política, estos primeros sujetos ayudaron a difundir el cuestionario para llegar a la muestra.

Mediante el cuestionario de *Google forms* enviado previamente a los posibles sujetos muestrales se valoraron las características de los mismos para conseguir una muestra lo más homogénea posible. En el mismo se contemplaron los criterios de inclusión y exclusión y se prefijaba una cita para la realización de las pruebas con los usuarios. (Anexo 1).

3.3.2. Protocolo de prueba

El protocolo de la prueba (Anexo 2) consta de diferentes apartados:

Una vez los participantes hayan rellenado el formulario, se haya pasado el **filtro de inclusión** y se consideren como aptos, se pondrá en contacto con ellos para informar de forma muy breve sobre la misma y concretando una cita en el laboratorio del edificio INNOVA de la UMH.

En primer lugar, el **día previo** a la prueba contempla todo el material necesario a preparar antes de que el usuario llegue al laboratorio y todas las comprobaciones necesarias.

El **día de la prueba** contempla dos puntos: el primero antes de que llegue el usuario con las comprobaciones de nuevo y la preparación de los programas y aparato. EL segundo al llegar el usuario, con las nuevas comprobaciones pertinentes, la **verificación de los criterios de inclusión** y algunos datos más que pueden ser relevantes para la investigación, (lateralidad, medidas craneales para comprobar errores, si necesita gafas de vista) además de la explicación de la prueba y la instrumentación y la **firma del consentimiento informado** y la **privacidad** de la información.

El siguiente paso es la realización de la **prueba experimental**. con la sincronización de los softwares pertinentes: NIC, para el registro EEG y estimulación tDCS, conectado a los electrodos; TAI, prueba cognitiva y MATLAB, codificación de señales cerebrales y formación de base de datos en ordenador.

La **fase pre experimental** contemplará: en primer lugar, el TAI en castellano, luego el TAI en inglés.

Se continúa con los 20 minutos de tDCS (grupo experimental) o sham (grupo control) donde el usuario no podrá hablar, estará relajado, pero sin dormirse.

Por último, la **fase post experimental**, se volverán a realizar los TAI, primero en castellano y luego en inglés.

La **última parte** es la retirada del material y la limpieza del mismo. Además de la carga de los instrumentos para el próximo usuario.

En total se realizaron 16 pruebas de una duración media con los participantes de **1h y 45min** cada una. En el anexo 2 se puede encontrar una explicación detallada de los pasos a seguir.

4. RESULTADOS

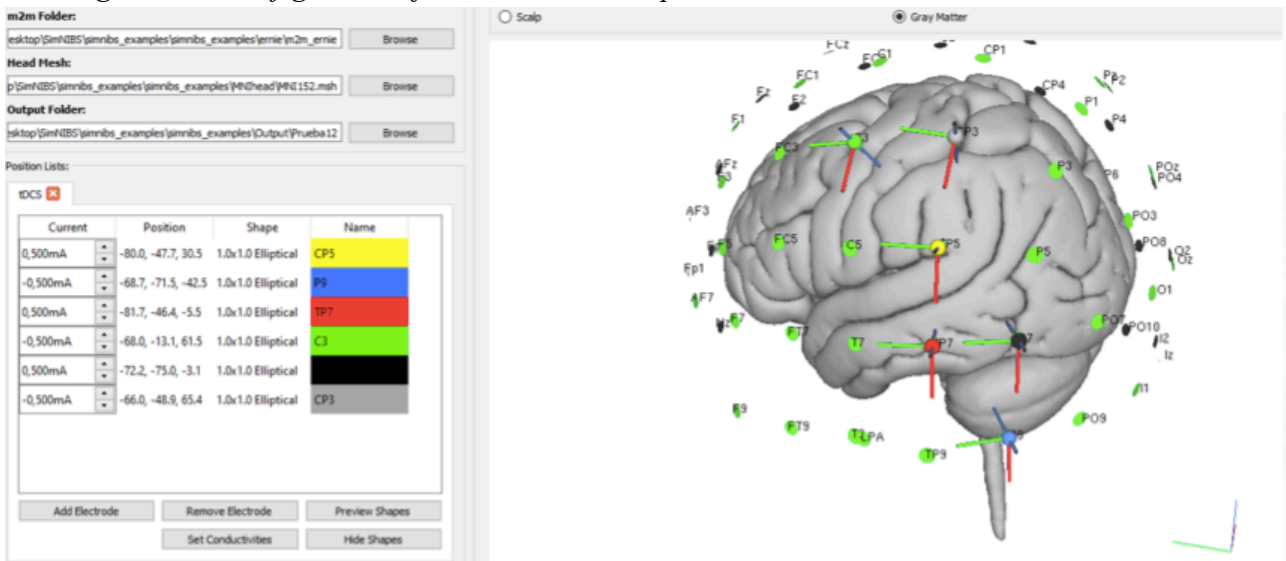
En este apartado de resultado se comentará:

- Por un lado, el resultado final de las diferentes configuraciones de la técnica tDCS probadas con el programa SIMNIBS.
- Por otro lado, el resultado final de las pruebas TAI.

4.1. Configuración final tDCS

Para obtener la configuración final se probaron 16 diferentes configuraciones con el programa Simnibs, probando diferentes **zonas a estimular** y diferentes **intensidades** para poder valorar la **penetración de la corriente** en la corteza cerebral y las rutas de entrada y de salida, eligiendo así la configuración más óptima para el estudio (Figura 20)

Figura 20. Configuración final de electrodos para el estudio

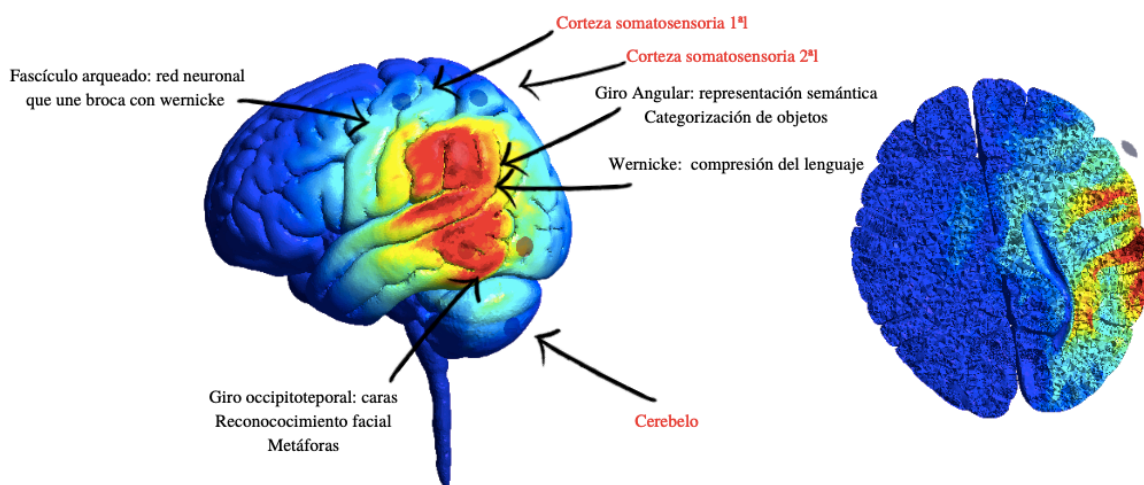


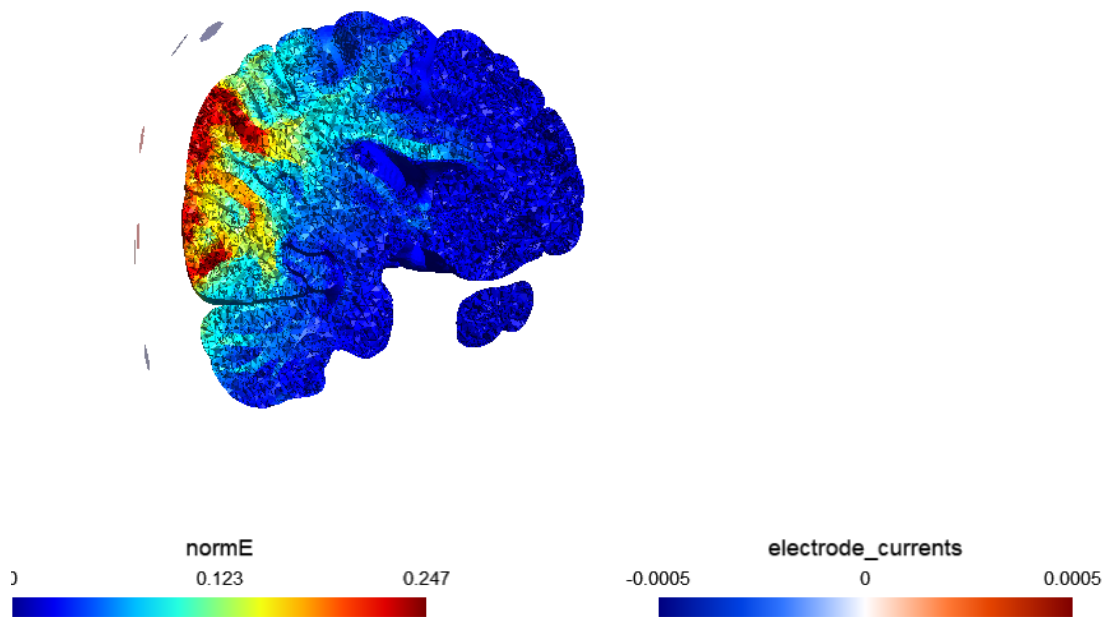
Fuente: Simnibs Software. (2022) Imagen de elaboración propia. Programación de electrodos para la posterior simulación donde se ubican los ánodos y los cátodos según las zonas del área de broca que se quieren estimular. En el cuadro de la izquierda se selecciona la ubicación de los electrodos, la forma y la corriente de entrada (ánodo) o de salida (cátodo) que se desea.

Simulación final elegida para el estudio:

- Electrodo de 1 cm de radio (área $\pi \text{ cm}^2$).
- Ánodo en CP5, TP7 y P7.
- Cátodo en P9, C3 y CP3.
- Intensidad de 0.5 mA (Densidad de corriente 0.1583 mA/cm²).
- Área de estimulación focalizada y baja penetración (Figura 21).

Figura 21. Simulaciones cerebrales de tDCS

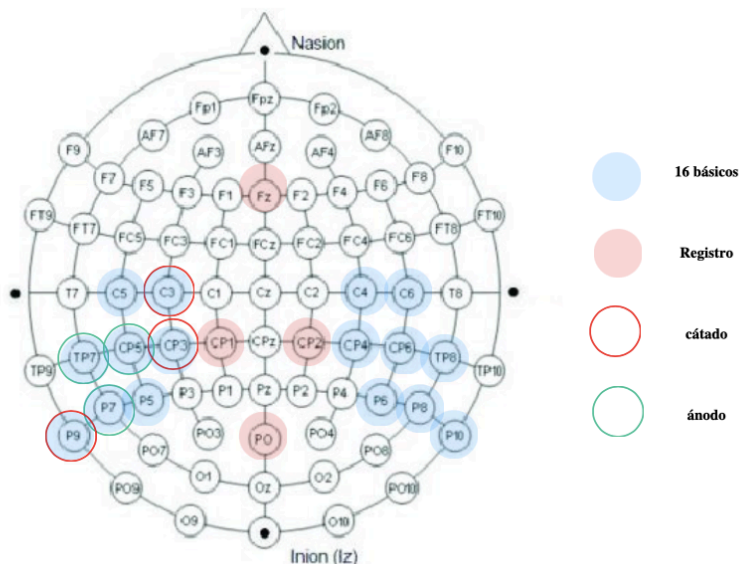




Fuente: imágenes de elaboración propia (2022). Representan la simulación programa para la prueba, la primera desde la vista externa del córtex con visualización del hemisferio izquierdo. La segunda es un corte horizontal donde se puede ver la penetración de la corriente en el encéfalo. La última es un corte sagital que también permite ver la penetración de la corriente. Cuando más rojo es el color, más intensidad de corriente recibe el área.

Siguiendo el sistema internacional de electrodos 10-20 (2022), esta fue la configuración final escogida para la estimulación y registro.

Figura 22. Registro final de electros para el estudio



Fuente: imagen de elaboración propia (2022). Se corresponde al sistema internacional de electrodos 10-20. Los electrodos azules y rojos son de registro EEG, los que tienen un círculo verde solo los ánodos, electrodos que corresponden a la parte del encéfalo que se estimulará. Los rojos son cátodos, corresponde a las zonas que estarán inhibidas durante la estimulación ya que por ellas saldrá la señal.

4.2. Resultados del TAI

Para el análisis de datos se han creado 4 grupos diferentes donde se han analizado tanto los tiempos de respuesta, según el análisis estadístico **T Student**, como el análisis estadístico basado en la **prueba regresión (modelo de método mixtos)** para comparar la proporción de errores.

Además, se hará también un estudio **post-hoc** de los diferentes niveles de cada uno de los factores.

Para cada factor y cada nivel se mostrarán los resultados en tiempos de respuesta y en los errores de los tests, que son las variables dependientes de este estudio.

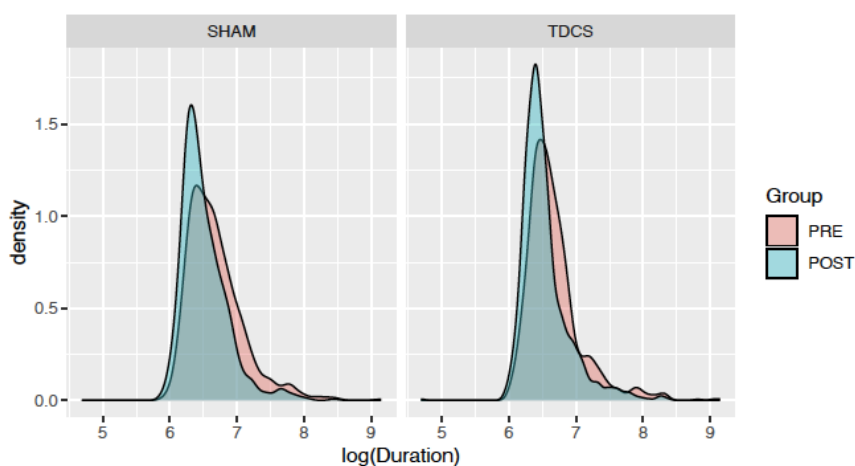
Se analizará cada bloque por separado:

4.2.1. Análisis del bloque 1- Factor “imágenes”

Clasificación de imágenes según partidos políticos. (etapa 1 y 4 del TAI). Por lo que respecta al **tiempo de respuesta** al bloque constituido por el factor “imágenes” con sus 4 niveles, tanto del PP (logo y participantes) como de UP (logo y participantes), se han obtenido los siguientes resultados

Figura 23. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta en el factor “imágenes” del pre-test al post-test

Distribution of time it took to answer, by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El eje x corresponde a la duración de las respuestas, el eje y a la densidad o número de respuesta según duración. El color rojo a la fase pre y el azul al post. El gráfico izquierdo al grupo sham y el derecho al tDCS.

Por lo que respecta al **tiempo de respuesta** del bloque constituido por el factor “imágenes” con sus 4 niveles, tanto del PP (logo y participantes) como de UP (logo y participantes), se ha obtenido una mejora similar en ambos grupos.

Tabla 3. Resultados de tiempo de respuesta del factor “imagen”

Every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
9.43	3440	7.295e-21 * * *	two.sided	884	735.5

Only people “treated” with tdcS included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
6.247	1942	5.137e-10 * * *	two.sided	881.8	745.1

Only people in Sham category included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
7.284	1494	5.227e-13 * * *	two.sided	886.9	723.1

Fuente: tabla de elaboración propia. La primera corresponde al análisis de la mejora de tiempo de respuesta en el grupo en general. La segunda, al grupo tDCS y la tercera al grupo sham.

Haciendo un análisis de los ítems en general se puede observar cómo se ha producido una reducción de tiempo significativa tanto en el bloque sham (control) como en el tDCS (experimental), siendo el “P value” en cada una de las condiciones muy inferior a 0,01.

Tabla 4. Resultados de tiempo de respuesta por ítem de factor “imagen” para grupo tDCS

Only question VI_PRE = 1, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
4.058	194.5	7.173e-05 * * *	two.sided	867	654.8

Only question VI_PRE = 2, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.95	808.2	0.003272 * *	two.sided	888.7	784.8

Only question VI_PRE = 3, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.567	281.3	0.1183	two.sided	790.7	721.7

Only question VI_PRE = 4, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
4.126	655.2	4.176e-05 * * *	two.sided	910.1	743.3

Fuente: tabla de elaboración propia. La primera corresponde al análisis del tiempo de respuesta de la variable imagen logo PP, la segunda participante PP, la tercera logo UP, y la cuarta participantes UP.

Los ítems del grupo tDCS en los que más mejora se han encontrado son V1 (logo PP), V2 (participante PP) Y V3 (logo Up), encontrando una mejora significativa para cada uno.

Tabla 5. Resultados de tiempo de respuesta por ítem de factor “imagen” para grupo sham
Only question VI_PRE = 1, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
0.9605	211.8	0.3379	two.sided	778.4	730.5

Only question VI_PRE = 2, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
5.431	595.9	8.156e-08 * * *	two.sided	922.2	727.3

Only question VI_PRE = 3, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.643	222	0.008814 * *	two.sided	797.3	671.6

Only question VI_PRE = 4, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
4.387	489.8	1.409e-05 * * *	two.sided	917.6	733.7

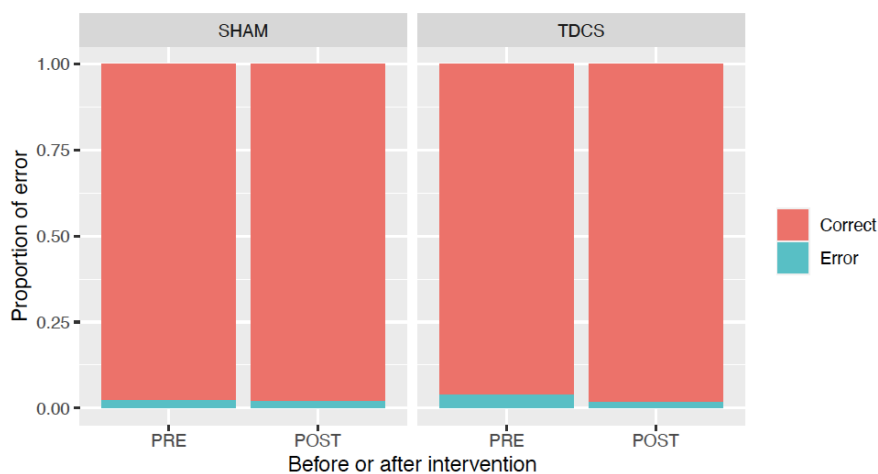
Fuente: tabla de elaboración propia. La primera corresponde al análisis del tiempo de respuesta de la variable imagen logo PP, la segunda participante PP, la tercera logo UP, y la cuarta participantes UP.

Respecto al grupo sham se han encontrado mejoras significativas para el TR en la V2, V3 y V4, encontrando también mejoras significativas en estos ítems para el grupo sham.

Por lo que respecta a **la proporción de errores** del factor “imágenes” con sus 4 niveles, tanto del PP (logo y participantes) como de UP (logo y participantes), se han obtenido los siguientes resultados:

Figura 24. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el factor “imagen”

Proportion of errors by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El de la izquierda muestra una comparación entre los errores del pre y post en el grupo sham. El de la derecha tiene la misma información para el grupo control.

En la gráfica que puede observarse como para el grupo tDCS se ha reducido en mayor medida la proporción de errores, mientras que en el grupo sham se mantienen prácticamente constantes. Así mismo, cabe destacar que el grupo sham también obtuvo una menor proporción de errores en la fase pre que el grupo tDCS.

Tabla 6. Resultados de errores factor “imagen” para grupo sham y tDCS every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
5.962	1	0.01462 *	two.sided	0.03027	0.01807

Only people “treated” with tdcS included, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
8.768	1	0.003065 **	two.sided	0.03736	0.01651

Only people NOT “treated”, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0	1	1	two.sided	0.02118	0.02007

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera muestra una comparación entre los errores del pre y post de ambos grupos. La segunda, para el grupo experimental y la tercera para el grupo control.

Teniendo en cuenta los resultados de la tabla, podría decirse que existen diferencias significativas en la disminución de errores de la fase pre al post en el grupo tDCS ($P=0,003065$). Diferencia que no se da en el grupo sham ($P=1$).

Tabla 7. Resultados de errores factor “imagen” en diferentes niveles para grupo tDCS

Only question VI_PRE = 1, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
1.532	1	0.2158	two.sided	0.03472	0.006944

Only question VI_PRE = 2, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
2.328e-05	1	0.9961	two.sided	0.01852	0.02088

Only question VI_PRE = 3, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0.5035	1	0.478	two.sided	0.01389	0

Only question VI_PRE = 4, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
9.149	1	0.002488 **	two.sided	0.06497	0.02088

Fuente: Tabla de elaboración propia. Esta tabla muestra los 4 niveles del factor “imágenes”.

Esta disminución de errores se da, sobre todo, en el nivel 4 del factor “imágenes” que se correspondería a personas de UP y presenta diferencias estadísticamente significativas ($P=0,002488$) en el grupo tDCS.

4.2.2. Análisis del bloque 2- Factor “palabra”

Por lo que respecta al tiempo de respuesta al bloque constituido por el factor “**palabras**” con sus 4 niveles, tanto del español (Adjetivos positivos y negativos) como en inglés (adjetivos positivos y negativos).

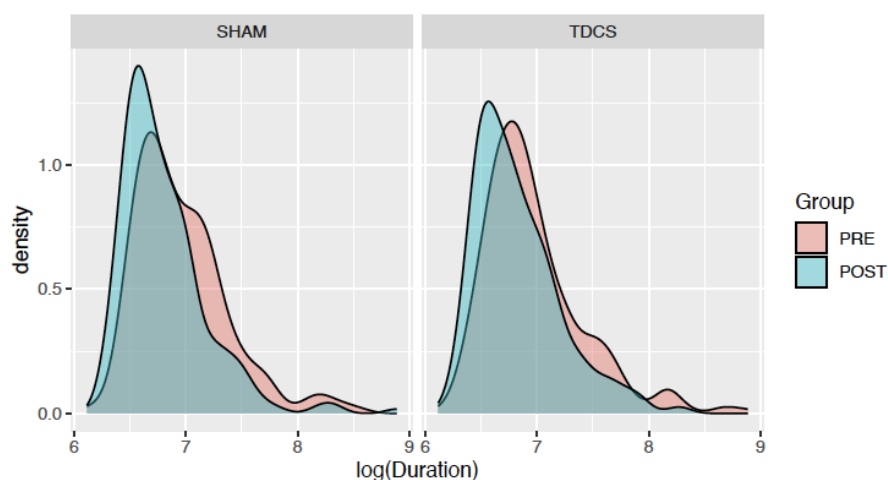
Se empezará realizando el análisis de las palabras en castellano.

4.2.2.1. Resultados en castellano

En los ítems en castellano se encuentra una mayor disminución del TR en el grupo tDCS ($P=9,296e-05$). Como se aprecia en la gráfica, para el grupo tDCS se observa un aumento de la densidad de respuesta en tiempo de menor duración disminuyendo de manera progresiva. En la gráfica sham también se aprecia una mejoría, no obstante, el grupo sham también ha obtenido tiempos de respuestas más rápidos en la fase pre teniendo menor disminución del TR en la fase post.

Figura 25. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta del pre-test respecto al post-test para el factor “palabra” en nivel castellano

Distribution of time it took to answer, by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El eje x corresponde a la duración de las respuestas, el eje y a la densidad o número de respuesta según duración. El color rojo a la fase pre y el azul al post. El gráfico izquierdo al grupo sham y el derecho al tDCS.

Tabla 8. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en castellano

Every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
4.726	947	2.64e-06 * * *	two.sided	1190	995.6

Only people “treated” with tdcS included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
3.944	446.2	9.296e-05 * * *	two.sided	1206	995.6

Only people in Sham category included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.931	444.9	0.003556 * *	two.sided	1170	989.4

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera tabla contiene la diferencia de tiempo de reacción de ambos grupos para el factor “palabra” en el nivel “castellano”. La segunda, es del grupo tDCS y la tercera es del grupo sham.

El nivel de significancia del grupo tDCS es mayor que el nivel de significancia del grupo sham.

Tabla 9. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en castellano por ítem en grupo tDCS

Only question VI_PALAB_PRE = 5, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.19	249	0.02948 *	two.sided	1153	993.6

Only question VI_PALAB_PRE = 6, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
3.01	228.1	0.002909 * *	two.sided	1259	1007

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera tabla contiene la diferencia de puntuación del pre al post de los sujetos tDCS en castellano para el nivel palabra positiva. La segunda, para el nivel de palabra negativa.

Según se observa existe una diferencia significativa en ambos niveles del factor “palabra” en castellano para el grupo tDCS, especialmente en lo que al nivel castellano/negativo respecta (P= 0,002909) además también se observa en el nivel castellano/positivo, pero con una menor significancia (P=0,02948)

Tabla 10. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en castellano por ítem en grupo sham

Only question VI_PALAB_PRE = 5, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.587	218.6	0.1139	two.sided	1095	978.5

Only question VI_PALAB_PRE = 6, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.476	218.1	0.01406 *	two.sided	1246	1000

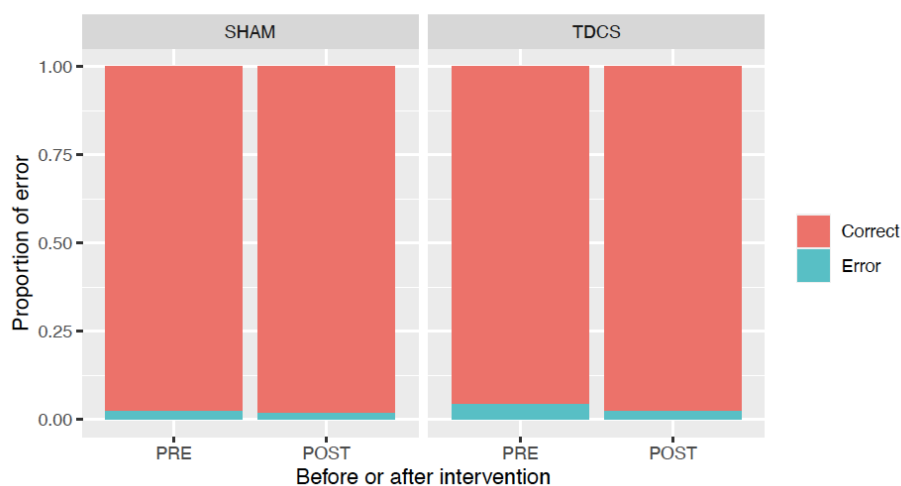
Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera tabla contiene la diferencia de puntuación del pre al post de los sujetos sham en castellano para el nivel palabra positiva. La segunda, para el nivel de palabra negativa.

Para el grupo sham, no existiría una diferencia significativa en cuanto a la variable castellano/positivo ($P=0,1139$), aunque sí que habría un nivel de significancia leve para el nivel castellano/negativo ($P=0,01406$)

Por lo que respecta a la **proporción de errores**, aunque el grupo tDCS ha disminuido en mayor medida los errores en la parte post de la prueba, no se puede decir que hay diferencias estadísticamente significativas de este grupo respecto al grupo sham para el factor “palabra” en los subniveles positivo y negativo.

Figura 26. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el factor “palabra” en los niveles en castellano

Proportion of errors by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El de la izquierda muestra una comparación entre los errores del pre y post en el grupo sham. El de la derecha tiene la misma información para el grupo control.

Tabla 11. Resultados de errores factor “palabra” para grupo tDCS y sham en castellano every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0.918	1	0.338	two.sided	0.0332	0.02148

Only people “treated” with tdcS included, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0.8708	1	0.3507	two.sided	0.04167	0.02431

Only people NOT “treated”, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0	1	1	two.sided	0.02232	0.01786

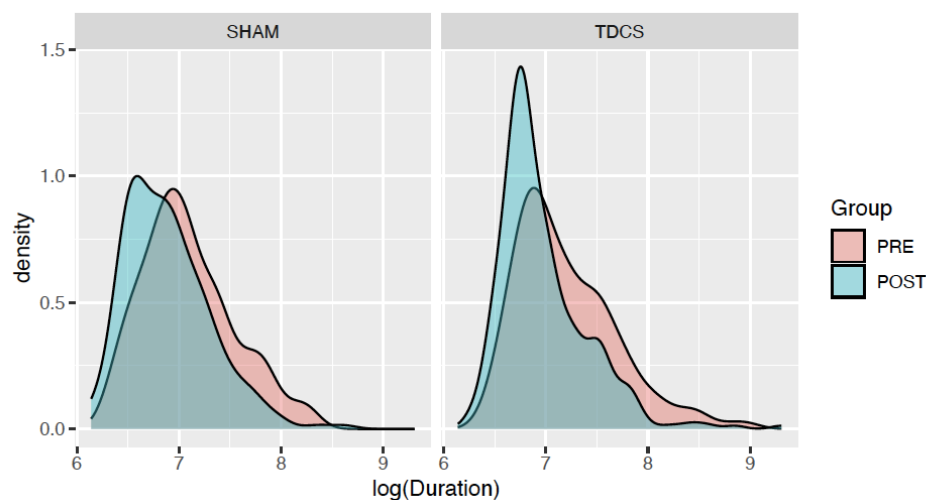
Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera muestra la comparación entre los errores del pre y post de ambos grupos. La segunda, para el grupo experimental y la tercera para el grupo control.

4.2.2.2. Resultados en inglés

Para los resultados de clasificación de palabras en inglés sí que se han encontrado mejoras más significativas, como se aprecia en la gráfica la densidad de respuestas de la fase post para el grupo tDCS se han agrupado en mayor medida en tiempo de respuesta más inferiores que para el grupo sham, quién también ha mejorado los tiempos, pero de forma estadísticamente menos significativa que el grupo sham.

Figura 27. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta del pre-test respecto al post-test para el factor “palabra” en nivel inglés

Distribution of time it took to answer, by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El eje x corresponde a la duración de las respuestas, el eje y a la densidad o número de respuesta según duración. El color rojo a la fase pre y el azul al post. El gráfico izquierdo al grupo sham y el derecho al tDCS para el factor “palabra” en los niveles de inglés.

Tabla 12. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en inglés

Every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
6.039	1052	2.146e-09 * * *	two.sided	1463	1150

Only people “treated” with tdcS included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
5.93	524.4	5.493e-09 * * *	two.sided	1550	1150

Only people in Sham category included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
4.24	432.6	2.735e-05 * * *	two.sided	1339	1080

Fuente: tabla de elaboración propia. La primera corresponde al análisis de la mejora de tiempo en el grupo en general. La segunda, al grupo tDCS y la tercera al grupo sham en el factor “palabra” para los niveles inglés/positivo e inglés/negativo.

Como se puede ver, hay diferencias significativas en los tiempos de respuesta entre la fase pre y post, tanto para el grupo tDCS ($P=5.493E-09$) y para el grupo sham ($P=2.735e-05$), aunque se puede apreciar mayor significancia en el grupo experimental.

Tabla 13. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en inglés por ítems en grupo tDCS

Only question VI_PALAB_PRE = 7, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
3.455	287.9	0.0006339 * * *	two.sided	1488	1174

Only question VI_PALAB_PRE = 8, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
3.135	315.3	0.001879 * *	two.sided	1612	1226

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera tabla contiene la diferencia de puntuación del pre al post del grupo tDCS en inglés para el nivel palabra positiva. La segunda, para el nivel de palabra negativa.

Como se puede ver hay diferencias significativas en la clasificación de los ítems en los tiempos de respuesta pre y post en el grupo tDCS tanto para la V7 que corresponde a “palabra positiva en inglés” ($P=0,0006339$) como para la V8 que corresponde a “palabra negativa en inglés” ($P=0,001879$).

Tabla 14. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” en inglés por ítems en grupo sham

Only question VI_PALAB_PRE = 7, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.344	211.1	0.02 *	two.sided	1286	1086

Only question VI_PALAB_PRE = 8, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
3.63	218.7	0.000353 * * *	two.sided	1392	1073

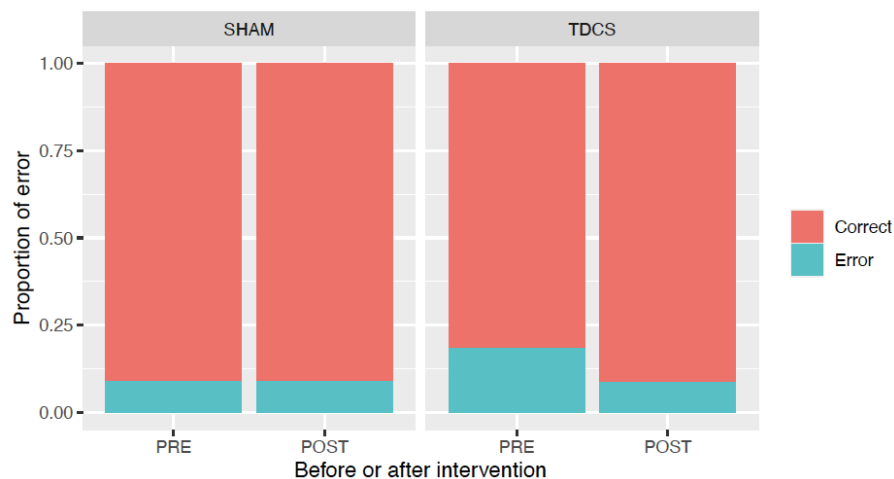
Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera tabla contiene la diferencia de puntuación del pre al post del grupo sham en inglés para el nivel “palabra positiva”. La segunda, para el nivel de “palabra negativa”.

En el caso del grupo sham, aunque el nivel V7 tiene un $P=0,02$ la diferencia no es tan significativa como para el grupo tDCS, no obstante, la diferencia para la V8 en el grupo sham tiene una $P=0,000353$, significancia mayor que para el grupo tDCS.

En cuanto a la mejora en la **proporción de errores** entre el post-test y el pre-test se encuentran diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta al grupo tDCS ($P=0,004618$), mientras que el grupo sham no presenta variación ($P=1$).

Figura 28. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el factor “palabra” en los niveles en inglés

Proportion of errors by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El de la izquierda muestra una comparación entre los errores del pre y post en el grupo sham. El de la derecha tiene la misma información para el grupo control.

En la gráfica anterior se pueden ver cómo la diferencia en la proporción del número de errores es mucho mayor en el grupo tDCS que en el grupo control, también es cierto que se puede ver cómo la proporción de errores en la fase pre también es menor en el grupo sham que en el grupo tDCS.

Tabla 15. Resultados de errores factor "palabra" para grupo tDCS y sham en inglés

every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
8.023	1	0.004618 * *	two.sided	0.1452	0.08824

Only people "treated" with tdcS included, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
11.97	1	0.00054 * * *	two.sided	0.1844	0.0875

Only people NOT "treated", every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0	1	1	two.sided	0.08929	0.08929

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera muestra la comparación entre los errores del pre y post de ambos grupos. La segunda, para el grupo experimental y la tercera para el grupo control.

Respecto a los errores entre el grupo experimental y el grupo control, para el primero sí se ve una mejora estadísticamente significativa, no siendo así para el segundo.

Tabla 16. Resultados de errores factor "palabra" en diferentes niveles para grupo tDCS en inglés

Only question VI_PALAB_PRE = 7, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
3.208	1	0.07328	two.sided	0.1437	0.075

Only question VI_PALAB_PRE = 8, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
8.289	1	0.003988 * *	two.sided	0.225	0.1

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera muestra la comparación entre los errores del pre y post de la V7 y la segunda de la V8 para las palabras en inglés del grupo tDCS.

Como se puede apreciar, en ambas variables hay una mejora en el número de errores, pero sobre todo en la V8 sí que se aprecia una mejora estadísticamente significativa en el número de errores del pre-test al post-test.

Tabla 17. Resultados de errores factor “palabra” en diferentes niveles para grupo sham en inglés

Only question VI_PALAB_PRE = 7, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
1.409e-32	1	1	two.sided	0.07143	0.0625

Only question VI_PALAB_PRE = 8, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0	1	1	two.sided	0.1071	0.1161

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera muestra la comparación entre los errores del pre y post de la V7 y la segunda de la V8 para las palabras en inglés del grupo sham.

Por el contrario, en el grupo sham no se aprecia ninguna mejora en el número de errores del pre-test al post-test, para ambas variables la $P=1$.

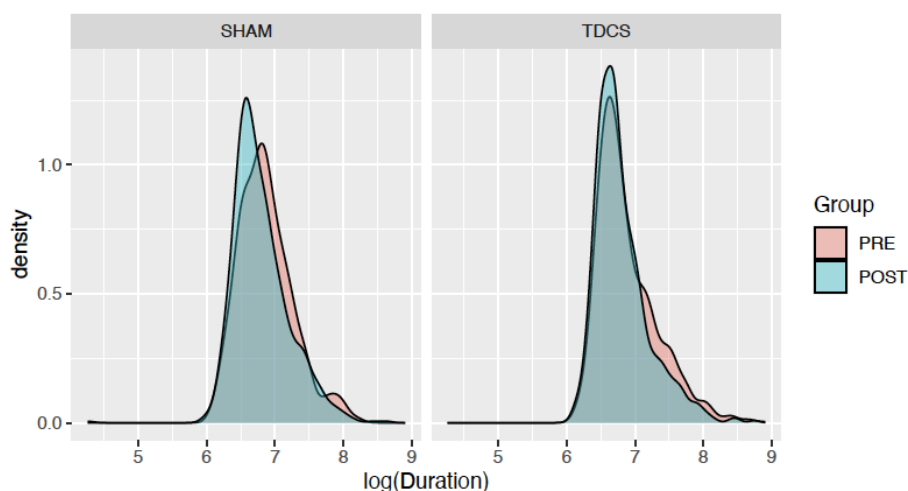
4.2.3. Análisis del bloque 3 - compatible

En este apartado se expondrán los resultados obtenidos para el bloque “compatible” donde, según el partido del usuario, se agrupan los atributos “partido político de pertenencia o bueno” y “partido político del otro extremo o malo”.

Por lo que respecta la variable tiempo de reacción:

Figura 29. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta del pre-test respecto al post-test para el bloque compatible.

Distribution of time it took to answer, by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El eje x corresponde a la duración de las respuestas, el eje y a la densidad o número de respuesta según duración. El color rojo a la fase pre y el azul al post. El gráfico izquierdo al grupo sham y el derecho al tDCS para el bloque compatible.

Por lo que respecta a los tiempos de respuesta en el bloque compatible, se puede ver como se ha producido una mejora en todos los bloques, de la fase pre a la fase post, no obstante, para los sujetos del grupo tDCS, la mejora del tiempo es más significativa ($P=4.901e-06$) que para los usuarios del grupo sham ($P=0,007556$).

Tabla 18. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” e “imágenes” en bloque compatible Every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
5.299	4009	1.227e-07 * * *	two.sided	1081	985.9

Only people “treated” with tdcS included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
4.579	2460	4.901e-06 * * *	two.sided	1102	989.8

Only people in Sham category included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.675	1534	0.007556 * *	two.sided	1048	979.4

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera tabla contiene la diferencia de puntuación de todos los sujetos en el bloque compatible en ambos idiomas. La segunda, es del grupo tDCS y la tercera es del grupo sham.

A continuación, un análisis por minorizado de cada ítem:

Tabla 19. Resultados de tiempo de respuesta del bloque compatible para grupo tDCS Only question VI_COMP_PRE = 1, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
-0.0628	114.2	0.95	two.sided	845.1	849.4

Only question VI_COMP_PRE = 2, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.607	445.1	0.009438 * *	two.sided	939.6	849

Only question VI_COMP_PRE = 3, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
0.4041	157.9	0.6867	two.sided	831	810.4

Only question VI_COMP_PRE = 4, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.549	477.8	0.122	two.sided	958.1	889.8

Only question VI_COMP_PRE = 5, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.637	272.2	0.1028	two.sided	1209	1075

Only question VI_COMP_PRE = 6, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.613	283.3	0.00946 **	two.sided	1171	1010

Only question VI_COMP_PRE = 7, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.837	298.5	0.0672	two.sided	1311	1156

Only question VI_COMP_PRE = 8, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.107	315.9	0.03589 *	two.sided	1436	1239

Fuente: Tabla de elaboración propia. Cada tabla contiene la diferencia de puntuación en el tiempo de reacción del pre al post del grupo tDCS en los diferentes ítems del test, incluyendo las imágenes y palabras en ambos idiomas.

Para los ítems del grupo experimental, se han encontrado mejora significativa en el número 2 que corresponde al logo PP ($P=0,0094$), para el ítem 6 que es palabra positiva en castellano ($P=0,00946$) y para el grupo 8 que es palabra negativa en inglés ($P=0,03589$).

Tabla 20. Resultados de tiempo de respuesta del bloque compatible para grupo sham

Only question VI_COMP_PRE = 1, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.333	82.99	0.1862	two.sided	908.7	805.4

Only question VI_COMP_PRE = 2, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
3.717	233.3	0.0002529 ***	two.sided	1031	846.4

Only question VI_COMP_PRE = 3, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
0.9479	92.92	0.3457	two.sided	898	827.1

Only question VI_COMP_PRE = 4, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
0.4888	284.7	0.6253	two.sided	951.2	922.5

Only question VI_COMP_PRE = 5, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
0.2302	167.2	0.8182	two.sided	1036	1019

Only question VI_COMP_PRE = 6, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.21	188.7	0.2278	two.sided	1106	1023

Only question VI_COMP_PRE = 7, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
0.219	186.6	0.8269	two.sided	1178	1161

Only question VI_COMP_PRE = 8, only sham

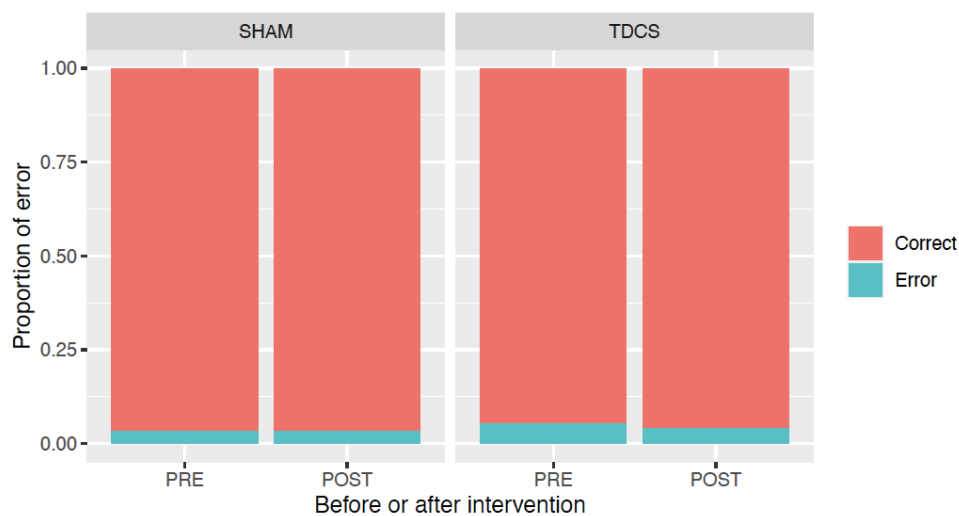
Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
0.2431	188.9	0.8082	two.sided	1182	1162

Fuente: Tabla de elaboración propia. Cada tabla contiene la diferencia de puntuación en el tiempo de reacción del pre al post del grupo sham en los diferentes ítems del test, incluyendo las imágenes y palabras en ambos idiomas.

Para el grupo sham existen diferencias estadísticamente significativas en el ítem 2 que corresponde al logo PP ($P=0,0002529$).

Por lo que respecta al número de errores:

Figura 30. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el bloque compatible

Proportion of errors by pre-post and by treatment group

Fuente: Gráfico de elaboración propia. El de la izquierda muestra la comparación entre los errores del pre y post en el grupo sham. El de la derecha tiene la misma información para el grupo control.

De nuevo, en la gráfica se puede apreciar como sí se ha producido de nuevo una disminución de la proporción de errores para el grupo tDCS respecto al sham, no obstante, también hay que señalar que el grupo sham tuvo una menor proporción de errores en la realización de la prueba.

Tabla 21. Resultados de errores en el bloque compatible every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
1.365	1	0.2426	two.sided	0.0459	0.03809

Only people “treated” with tdcS included, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
1.937	1	0.164	two.sided	0.05391	0.04141

Only people NOT “treated”, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0	1	1	two.sided	0.03255	0.03255

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera muestra la comparación entre los errores del pre y post en ambos bloques. La segunda para el grupo tDCS y la tercera para el grupo sham.

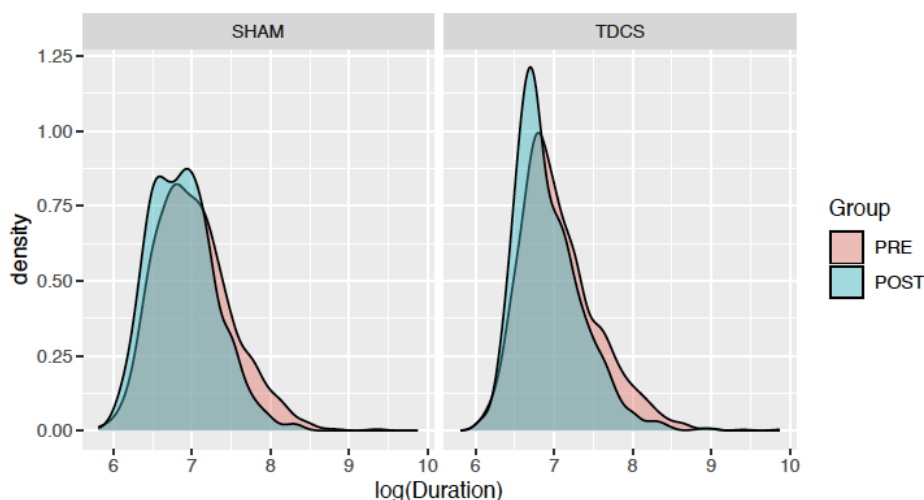
Por lo que respecta a la disminución de los errores del pre-test al post-test, aunque en el grupo tDCS hay una mayor disminución, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en el grupo experimental.

4.2.4. Análisis del bloque 4 - incompatible

En este apartado se expondrán los resultados obtenidos para el bloque “incompatible” donde, según el partido del usuario, se agrupen los atributos “partido político de pertenencia o malo” y “partido político del otro extremo o bueno”.

Figura 31. Gráfico de distribución de la disminución del tiempo de respuesta del pre-test respecto al post-test para el bloque incompatible.

Distribution of time it took to answer, by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El eje x corresponde a la duración de las respuestas, el eje y a la densidad o número de respuesta según duración. El color rojo a la fase pre y el azul al post. El gráfico izquierdo al grupo sham y el derecho al tDCS para el bloque incompatible.

Por lo que respecta a los tiempos de respuesta en el bloque compatible, se puede ver como se ha producido una mejora en todos los grupos, de la fase pre a la fase post, no obstante, para los sujetos del grupo tDCS, la mejora del tiempo es más significativa ($P=4.901e-06$) que para los usuarios del grupo sham ($P=0,007556$).

Tabla 22. Resultados de tiempo de respuesta del factor “palabra” e “imágenes” en bloque incompatible
Every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
8.878	3460	1.067e-18 * * *	two.sided	1328	1106

Only people “treated” with tdcS included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
6.695	2163	2.734e-11 * * *	two.sided	1355	1128

Only people in Sham category included, all questions

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
6.05	1295	1.891e-09 * * *	two.sided	1282	1069

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera tabla contiene la diferencia de puntuación de todos los sujetos en el bloque incompatible en ambos idiomas. La segunda, es del grupo tDCS y la tercera es del grupo sham.

A continuación, un análisis por minorizado de cada ítem:

Tabla 23. Resultados de tiempo de respuesta del bloque incompatible para grupo tDCS

Only question VI_INCOMP_PRE = 1, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.677	115.7	0.008503 * *	two.sided	1037	847.5

Only question VI_INCOMP_PRE = 2, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.896	318.5	0.004035 * *	two.sided	1180	959.8

Only question VI_INCOMP_PRE = 3, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.692	85.61	0.09424	two.sided	1407	982.5

Only question VI_INCOMP_PRE = 4, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.759	391.9	0.006066 * *	two.sided	1177	1013

Only question VI_INCOMP_PRE = 5, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.418	317.8	0.01618 *	two.sided	1492	1268

Only question VI_INCOMP_PRE = 6, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
3.208	257.4	0.001503 **	two.sided	1582	1274

Only question VI_INCOMP_PRE = 7, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.34	317.9	0.01992 *	two.sided	1490	1287

Only question VI_INCOMP_PRE = 8, only tdcS

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.241	310.8	0.02573 *	two.sided	1519	1324

Fuente: Tabla de elaboración propia. Cada tabla contiene la diferencia de puntuación en el tiempo de reacción del pre al post del grupo tDCS en los diferentes ítems del test, incluyendo las imágenes y palabras en ambos idiomas.

Para la diferencia de tiempo del pre al post-test en el grupo tDCS del bloque incompatible se han encontrado diferencias significativas para las variables 1 (P=0,0085), 2 (P=0,0040), 4 (P=0,0060), 5 (P=0,0161), 6 (P=0,0025), 7 (P=0,0199) y 8 (P=0,0257).

Tabla 24. Resultados de tiempo de respuesta del bloque incompatible para grupo sham

Only question VI_INCOMP_PRE = 1, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.556	63.71	0.1247	two.sided	1172	963.1

Only question VI_INCOMP_PRE = 2, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.611	267.5	0.009538 **	two.sided	1085	932.9

Only question VI_INCOMP_PRE = 3, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.393	87.54	0.1671	two.sided	1112	937.1

Only question VI_INCOMP_PRE = 4, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.891	242.1	0.00419 **	two.sided	1198	974

Only question VI_INCOMP_PRE = 5, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.315	117.2	0.02233 *	two.sided	1427	1112

Only question VI_INCOMP_PRE = 6, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.586	170.2	0.01056 *	two.sided	1474	1185

Only question VI_INCOMP_PRE = 7, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
1.007	183.2	0.3155	two.sided	1293	1206

Only question VI_INCOMP_PRE = 8, only sham

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	mean of x	mean of y
2.738	184.6	0.006785 * *	two.sided	1498	1238

Fuente: Tabla de elaboración propia. Cada tabla contiene la diferencia de puntuación en el tiempo de reacción del pre al post del grupo tDCS en los diferentes ítems del test, incluyendo las imágenes y palabras en ambos idiomas.

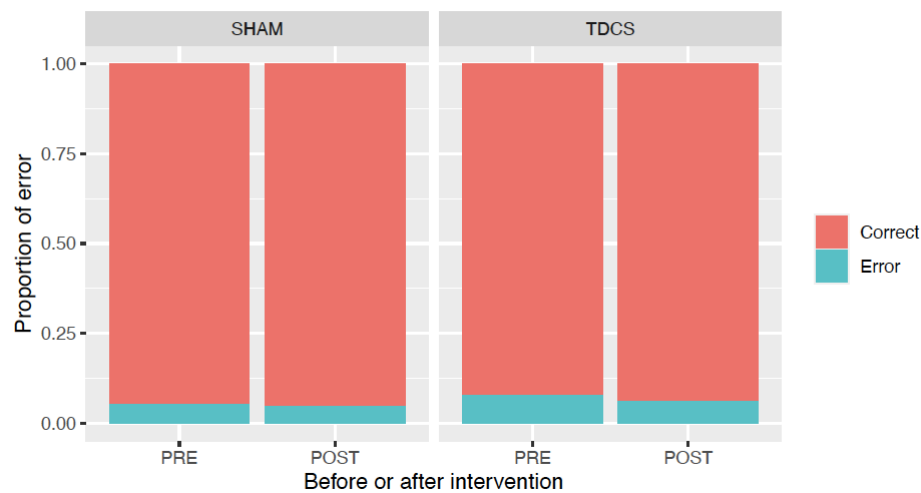
En el grupo sham, se observan resultado en las variables 2(P=0,0095), 4 (P=0,0041), 5 (P=0,022), 6 (P=0,010) y 8 (P=0,0067).

Aunque se da mejora en ítems tanto del grupo control como del grupo sham, en la gráfica se puede ver cómo esta diferencia es mayor para el grupo tDCS, agrupando mayor densidad de resultados en tiempo de respuesta menores.

Por lo que respecta al número de errores:

Figura 32. Gráfico de proporción de errores de pre-test y post-test para el bloque incompatible

Proportion of errors by pre-post and by treatment group



Fuente: Gráfico de elaboración propia. El de la izquierda muestra la comparación entre los errores del pre y post en el grupo sham en el bloque incompatible. El de la derecha tiene la misma información para el grupo control.

Como muestra la gráfica, los errores en el bloque incompatible han sido más o menos constantes entre las fases del grupo sham. Para el grupo tDCS, sí se puede ver una mayor disminución en la proporción de errores entre fases,

Tabla 25. Resultados de errores en el bloque incompatible every subject, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
3.279	1	0.07019	two.sided	0.06934	0.05518

Only people “treated” with tdcS included, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
3.194	1	0.07391	two.sided	0.07891	0.06016

Only people NOT “treated”, every question

Test statistic	df	P value	Alternative hypothesis	prop 1	prop 2
0.2188	1	0.64	two.sided	0.05339	0.04688

Fuente: Tabla de elaboración propia. La primera muestra la comparación entre los errores del pre y post en ambos grupos para el bloque incompatible. La segunda para el grupo tDCS y la tercera para el grupo sham.

Para la **proporción de errores** del pre-test al post-test, aunque en el grupo tDCS hay una mayor disminución, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en el grupo experimental.

5. DISCUSIÓN

Para comparar las diferencias en el rendimiento del TAI, se han realizado 2 análisis diferentes en cada bloque: el primero relacionado con el rendimiento en el **tiempo de respuesta**, es decir, si ha habido una disminución desde la fase pre a la post experimental, y si esta era mayor para el grupo tDCS y, por otro lado, en el rendimiento relacionado con la **proporción de errores** también desde la fase pre a la fase post experimental, disminuyendo más en el grupo tDCS. Trabajando con un nivel de significación de Alpha del 0,01% ***, del 0,05%** y del 0,1%*, como se puede ver en las tablas del apartado anterior. Por lo que respecta a las hipótesis que se planteaban en un principio:

- **H1:** *Se producirá una mejora por entrenamiento entre el pre-test y el post-test en todos los usuarios debida al enteramiento.*

Confirmamos la H1, ya que siempre se produce una mejora en las puntuaciones de todos los sujetos de la fase pre a la fase post debida al entrenamiento, tanto para el grupo tDCS como para el grupo sham.

- **H2.** *La tDCS de 20 minutos en el área de Wernicke, giro angular y circunvolución occipitotemporal lateral no influirá en la disminución del tiempo de respuesta (TR) de*

las imágenes al no estimular áreas relacionadas con ella, obteniéndose una mejora entre el pre-test y el post-test similar para el grupo tDCS y el grupo sham (control).

Efectivamente, al no haber estimulado ninguna zona cerebral relacionada con el procesamiento de imágenes, ya que la parte estimuladas era la relacionada con el reconocimiento de palabras, la mejora en el TR de ambos grupos fue muy similar, no encontrando diferencias significativas, **aceptando la H2.**

- **H3.** *La diferencia en el TR entre el pre-test y el post-test del TAI en castellano será mayor para el grupo tDCS, tras una estimulación de 20 minutos, que para el grupo en sham.*

Por lo que respecta al “castellano” también se observan diferencias en ambos grupos, con una diferencia ligeramente mayor para el grupo tDCS, no obstante, no es tan significativa como para las variables de inglés. De modo que para poder concluir esta hipótesis se necesitarían más datos, **no llegando a confirmar la H3.**

- **H4.** *La diferencia en el TR entre el pre-test y el post-test del TAI en inglés será mayor para el grupo tDCS, tras una estimulación de 20 minutos, que para el grupo en sham*
Para las palabras en inglés, aunque ha habido una disminución en el TR de ambos grupos, se ha producido una mayor disminución en el tiempo de respuesta del grupo tDCS respecto al grupo control en el bloque 2, relacionado con “palabras” en el nivel de “inglés”. Por lo tanto, para la variable “palabra en inglés” sí que **se confirmaría la H4.**

- **H5.** *La estimulación de estas áreas es útil para agilizar el procesamiento semántico cognitivo en la realización del TAI, reduciendo el tiempo de respuesta para la categorización de palabras y el número de errores.*

Con los datos obtenidos sí se podría decir que la estimulación parece ser útil para agilizar el procesamiento semántico cognitivo de la información, reduciendo en mayor medida el tiempo de respuesta en el TAI y **aceptando la H5** para el factor “palabra” pero no para el de “imagen”.

- **H6:** *Para el grupo tDCS, se dará una mayor mejora en el rendimiento de la fase pre-test al post-test del TAI, tanto por la disminución de TR como en el número de errores, para las variables en inglés que para las variables en castellano.*

Efectivamente se ha dado una mejora en el TR de ambos grupos, debiéndose esta mejora generalizada al entrenamiento en la tarea de la fase pre a la fase post, pero en el grupo tDCS para el factor “palabra” en los niveles de “inglés”, se han encontrado resultados estadísticamente significativos que **confirmarían la H6**. Además, de forma mucho más significativa, el número de proporción de errores sí que ha supuesto una mejora significativa en el grupo tDCS, aumentando así el rendimiento para este grupo, no siendo nada significativa para el grupo sham en lo que respecta al bloque 2.

- **H7:** *La mejora en el rendimiento del TAI para la variable “proporción de errores” será mayor en el grupo tDCS que en el grupo sham.*

Efectivamente, en líneas generales se ha producido una mejora en el rendimiento del TAI para la variable “proporción de errores” en el grupo tDCS, apreciándose así en los 4 bloques del test para la tDCS y no apreciándose para el grupo sham, manteniéndose constante, en este caso, para cada grupo. **Aceptándose así la H7.**

6. CONCLUSIONES

En este proyecto se trata de **mejorar la memoria semántica mediante el uso de la tDCS**.

Se han estudiado diferentes configuraciones de electrodos, pero finalmente se optó por elegir la configuración que centrarse en el área de Wernicke, el Giro angular y la circunvolución occipitotemporal del lóbulo izquierdo para obtener un protocolo de actuación con el cual conseguir los resultados deseados, con una penetración de corriente que no resulta peligrosa ya que está por debajo del límite de 0,06 mA/cm². 1,0 mA, siendo de tres ánodos de 0,5mA/cm² sobre las zonas mencionadas. Aplicada a un grupo de 16 usuarios, 8 para grupo de control y 8 para grupo sham y, además, manteniendo una distribución del 50% en hombres y mujeres.

De cada proyecto estudiado se han sacado las conclusiones:

- Realizar simulación offline, es decir, estimular antes de realizar la prueba cognitiva (Como es el caso del post-test), en lugar de la estimulación online (mientras se realiza la prueba cognitiva).
- Que la estimulación anódica mejoraba el rendimiento es tareas cognitivas.

Finalmente, se podría decir que hay **valores que apoyan la hipótesis experimental**, es decir, que la tDCS provocaría una **mejora en el rendimiento del TAI** para la **disminución del tiempo de respuesta** e indicios de que también **reduciría la proporción de errores** durante la prueba experimental. Aplicándose en mayor medida, para el **factor “palabra” en los niveles de inglés**, y no produciéndose en el factor “imagen” al haber centrado la estimulación en áreas relacionadas con el procesamiento y reconocimiento de palabras, no tanto de imágenes. No obstante, para poder generalizar a la población sería necesario contar con una muestra representativa. Pero manteniéndose así, que hay algunos **valores que sí apoyan esta tesis sobre la mejora del rendimiento en la realización de la prueba para el grupo tDCS**,

Además, también se encuentra que hay una mejoría con tDCS, pero no siempre, ya que parece que las personas de la categoría sham obtuvieron mejores resultados en la fase pre que las personas con tDCS; y luego en la segunda fase recuperaron más las personas con tDCS. Por eso es interesante fijarse de forma más general en la disminución del tiempo de respuestas que, en la significancia, ya que por normal general, ha mejorado más en el grupo tDCS y en la proporción de errores, que ha disminuido más en el grupo tDCS también.

Al tratarse de un estudio exploratorio, se podría concluir que **es interesante seguir con esta configuración de la tDCS a nivel de electrodos** para seguir estudiando la mejora del rendimiento en memoria semántica, pero con una muestra mayor para poder tener un mayor número de datos.

Por último, comentar que se han podido estudiar todos los objetivos que se planteaban inicialmente con esta investigación:

Se ha podido observar cómo estas estructuras están relacionadas con los **prejuicios políticos** y su tiempo de recuperación en el proceso semántico, ya que cuando se aplicaba tDCS en las áreas seleccionadas, las personas identificaban de forma más rápida sus asociaciones tanto compatibles como no compatibles, pero **discriminaban más rápido esta información**.

Por ello, estas áreas parecen estar relacionadas y ser fundamentales a la hora de enlazar la información que llega del medio y los prejuicios internos de las personas, y cuando se estimulan, esta información se recupera de manera más rápida.

Además, un dato a tener en cuenta, es que para los sujetos tDCS, la **mejora del rendimiento en inglés es mayor**, utilizándose en principio esta lengua no materna, en sujeto no bilingües como “**tarea distractora**” que luego resultó mejorar en mayor medida para los sujetos tDCS que para los sujetos sham, provocando incluso que **la información congruente con su prejuicio** se relacionase con mayor rapidez en la fase post de la prueba, mostrando tendencia a reforzar el asentamiento de información congruente con sus prejuicios mediante un **mecanismo más rápido de aprendizaje**.

6.1. Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones del estudio es la validez externa, en concreto, la **validez poblacional**, es decir, la posibilidad de generalizar los resultados a otras poblaciones o entornos si la muestra seleccionada no es representativa. Hubiera sido interesante contar con una **muestra más grande**, de al menos 30 participantes para cada grupo, es decir, 30 participante con actitudes políticas hacia el PP y 30 para UP, para evitar de esa manera caer en el **error tipo 1**, aceptando como verdadera hipótesis que no se cumplen.

Otro punto a tener en cuenta es el **efecto orden**, es decir, haber tenido además 2 grupos que hubieran realizados los test en diferente orden, primero en inglés y luego es castellano, para comprobar si este cambio afecta a los resultados.

Otro punto a tener en cuenta respecto a la validez interna es cómo podrían influir los 20 min de estimulación en la activación atencional de los sujetos, si en la segunda parte del experimento pudieran sufrir **fatiga**, ya que se trata de una prueba de 1h y media.

Las limitaciones, aunque se han contemplado, no se han podido aplicar por cuestiones de tiempo, pero se proponen para que se tengan en cuenta en **líneas de investigación futuras**.

6.2. Prospectiva de investigación

El estudio se puede enfocar de diferente manera para continuar observando las diferencias entre los grupos sham y tDCS, por una parte, se podría continuar con el diseño de este estudio comprobando el **efecto orden**, en ese caso, realizando primero el TAI en inglés y luego el TAI en castellano, además de **ampliar el tamaño muestral**. También probando **diferentes programaciones de la tDCS** con distintas intensidades y distintos tiempos de estimulación

para ver cómo podrían interactuar estas variables con el tiempo de respuesta de los sujetos. Si además se quisiera ir un paso más allá, se podría hacer un **estudio longitudinal** aplicando tDCS en varios momentos y ver si así el efecto es mayor y comprobar a su vez la duración del mismo.

Si en cambio se quisiera optar por realizar mayores variaciones se podría continuar con **clasificación semántica** empleando diferentes grupos de conceptos y atributos, tanto que incluyan el tema de prejuicio, como podría ser el tópico de edad o incluso aplicando categorías más genéricas como podría ser clasificar animales acuáticos o marcas de coches. Lo importante sería continuar contemplando el **procesamiento semántico cognitivo** que tiene lugar en el cerebro de los usuarios. Ya sea con la metodología del TAI o con otra prueba diferente de categorización de estímulos visuales con respuesta no verbales, ya que el área de broca no está estimulada con esta configuración.

Por otro lado, el Starstim también permite obtener **registros EEG** durante la realización de las tareas con los electrodos de registro. Sería interesante comprobar también si hubiera algún cambio en el EEG del grupo tDCS respecto al grupo control y cómo serían esos cambios en la actividad eléctrica cerebral de los sujetos en cada grupo, ya que estos datos no se han tenido en cuenta para este estudio por cuestiones de tiempo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agulló, R. (2021). “Diseño y evaluación de una estrategia tDCS para la mejora cognitiva” [Trabajo de final de grado]. Universidad Miguel Hernandez de Elche.
- Ardila, et al. (2016). The language area of the brain: A functional reassessment. *Revista de Neurologia*, 62 (3):97-106, www.neurologia.com.
https://www.researchgate.net/publication/292142479_The_language_area_of_the_brain_A_functional_reassessment
- A. Antal, D. Terney, S. Kühnl, W. Paulus. Anodal transcranial direct current stimulation of the motor cortex ameliorates chronic pain and reduces short intracortical inhibition *J Pain Symptom Manage*, 39 (5) (2010), pp. 890-903
- Banaji, M.R. et al. (2008). The development of intergroup social cognition: early emergence, implicit nature and sensitivity to group status. In *Intergroup Attitudes and Relations in Childhood through Adulthood* (Killen, M. and Levy, S.R., eds), pp. 87–104, Oxford University Press.
- Bargh, J., Schwader, K., Hailey, S., Dyer, R. y Boothby, E. (2012). Automaticity in Social-Cognitive Processes. *Trends in Cognitive Sciences*. 16(12), 593-605.
- Ballesteros, S. (2012). *Psicología de la memoria. Estructuras, Procesos, Sistemas*. Madrid: Universitas, S.A.
- Blagovechtchenski, E., Gnedykh, D., Kurmakaeva, D., Mkrtychian, N., Kostromina, S. & Shtyrov, Y. (2019). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) of Wernicke’s and Broca’s Areas in Studies of Language Learning and Word Acquisition. *Journal of Visualized Experiments*, 149. <https://doi.org/10.3791/59159>
- BrainMap Taxonomy | Stimulus Type | Words.*
(s. f.). http://www.brainmap.org/taxonomy/stimulus_type/Words.html
- Brain-Trainer International. (2019, 10 enero). *10-20 Sites and Cortical Functions*. brain-trainer.com. <https://brain-trainer.com/answers/about-the-brain/10-20-sites-cortical-functions/>

- Cappa, S. F. (2008). Current to the brain improves word-finding difficulties in aphasic patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 79(4), 364-364. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.142356>
- Corrales Quispiricra, C., Gadea Doménech, M. E. & Espert Tortajada, R. (2020). Estimulación de corriente continua transcraneal e intervención logopédica en personas con afasia: revisión sistemática de la bibliografía. *Revista de Neurología*, 70(10), 351. <https://doi.org/10.33588/rn.7010.2019397>
- Diéguez-Vide F, Peña-Casanova J. Cerebro y lenguaje: Sintomatología neurolingüística. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2012.
- Eickhoff SB, Bzdok D, Laird AR, Kurth F, Fox PT. Activation likelihood estimation revisited. *Neuroimage* 59, 2349-2361, 2012.
- Eickhoff SB, Laird AR, Grefkes C, Wang LE, Zilles K, Fox PT. Coordinate-based activation likelihood estimation meta-analysis of neuroimaging data: A random-effects approach based on empirical estimates of spatial uncertainty. *Hum Brain Mapp* 30, 2907-2926, 2009.
- El Test de Asociaciones Implícitas (Implicit Association Test). Una Revisión Metodológica.* (2017, 6 marzo). *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación – e Avaliação Psicológica. RIDEP.* Recuperado 10 de septiembre de 2022, de <https://www.aidep.org/sites/default/files/2018-01/RIDEP46-Art13.pdf>
- Formación de Prejuicios Sociales, una Revisión desde el Inconsciente Cognitivo y Psicoanalítico. (2014). *Panamerican Journal of Neuropsychology*, 8(1). <https://doi.org/10.7714/cnps/8.1.205>
- Fiske, S. (2004). Intent and Ordinary Bias: Unintended Thought and Social Motivation Create Casual Prejudice. *Social Justice Research*, 17(2), 117-127.
- González R. Trastorno del Lenguaje y Habla. En: Yáñez A, ed. *Neurología Fundamental*. Santiago: Editorial Mediterráneo, 2011;33– 46.
- Greenwald, A. y Banaji, M. (1995). Implicit Social Cognition: Attitudes, Self-Esteem, and Stereotypes. *Psychological Review*. 102(1), 4-27.

- Judas, M., Cepenec, M., Sedmak, G. (2012) “Brodmann's map of the human cerebral cortex - Or Brodmann's maps?”. *Translational Neuroscience*.
- Kihlstrom, J. (1987). *The Cognitive Unconscious*. *Science*. 237, 1445-1452.
- Kühne, W. (2000). ¿De qué Hablan Los Cognitivos Cuando Hablan De Inconsciente? *Memorias de las Primeras Jornadas Clínicas del CAPs*. 1-7.
- Laird AR, Robinson JL, McMillan KM, Tordesillas-Gutierrez D, Moran ST, Gonzales SM, Ray KL, Franklin C, Glahn DC, Fox PT, Lancaster JL. Comparison of the disparity between Talairach and MNI coordinates in functional neuroimaging data: Validation of the Lancaster transform. *Neuroimage* 51, 677-683, 2010.
- MANUAL SISTEMA 10/20 INTERNACIONAL*. (s. f.). Recuperado 13 de octubre de 2022, de <http://liceaga.facmed.unam.mx/deptos/fisiologia/wp-content/uploads/2019/09/UTI-práctica-7-a.-Electroencefalograma.-AnexoManual.pdf>
- Moreno Serrano, S., Ortiz, M. & Azorín, J. M. (2020a). Estrategias de neuroestimulación transcraneal por corriente directa para mejora cognitiva. *XXXVIII Jornadas de Automática: Gijón, 6, 7 y 8 de septiembre de 2017*. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497749.0320>
- Over, H. y Carpenter, M. (2009). Eighteen-month-old infants show increased helping following priming with affiliation. *Psychol. Sci.* 20, 1189–1193.
- Pervin, L. y Cervone, D. (2009). *Personalidad: Teorías e Investigación*. Capítulo 3. México, D.F: Editorial Manual Moderno.
- Ruiz, L. M. (2018, 1 septiembre). *Evidencias actuales sobre la estimulación magnética transcraneal y su utilidad potencial en la neurorrehabilitación postictus: Ampliando horizontes en el tratamiento de la enfermedad cerebrovascular | Neurología*. <https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-295-articulo-evidencias-actuales-sobre-estimulacion-magnetica-S0213485316300305>
- Ruiz-Vargas, J.M. (2010). Introducción: ¿Qué es la memoria? En Ruiz-Vargas, J.M. (2010). *Manual de psicología de la memoria*. (pp 19-40) Madrid: Síntesis

- Ries, A., Trout, J. (2000). *Las 22 Leyes Inmutables de La Marca*. MC Graw Hill.
- Sánchez, A. A. (2012). *La utilización del Test de Asociación Implícita en los procesos electorales*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4725555>
- Shepherd, H. (2011). The Cultural Context of Cognition: What the Implicit Association Test Tells Us About How Culture Works. *Sociological Forum*, 26(1), 121-143.
- Simpson D. (2005). Phrenology and the neurosciences: Contributions of FJ Gall and JG Spurzheim. *ANZ Journal of Surgery*, 75 (6), 475–482.
- Swanson, E., Barnes, M., Fall, A. M. & Roberts, G. (2017). Predictors of Reading Comprehension Among Struggling Readers Who Exhibit Differing Levels of Inattention and Hyperactivity. *Reading & Writing Quarterly*, 34(2), 132-146. <https://doi.org/10.1080/10573569.2017.1359712>
- Vivas, L., Gonzales R. Contribución desde la neuropsicología al estudio de la memoria semántica. *Av. Psicol. Latinoam.* [online]. 2010, vol.28, n.2, pp.239-250. ISSN 1794-4724.

Anexo A. Google Forms

Investigación de NeuroMarketing UMH

Muchas gracias por acceder a este formulario, solo te llevará unos minutos completarlo.

Este cuestionario permite evaluar la inclusión o exclusión en el estudio que se llevará a cabo en la Universidad Miguel Hernández de Elche.

¿Qué se pretende con el estudio? El objetivo del estudio es analizar la actividad cerebral en pruebas relacionadas con la memoria.

¿Podré ver mi actividad cerebral? Sí, al final de la prueba, si te interesa, te podremos explicar un poco más que representa cada zona.

¿Cómo se realizará? Mediante el uso de un casco EEG (electroencefalograma) que permite medir la actividad eléctrica del cerebro de forma no intrusiva. Además, se utilizará la técnica tDCS para estimular la zona de la memoria.

¿Me puede causar dolor la prueba? Absolutamente no, estarás cómodo en todo momento y tendrás libertad de movimiento.

¿Cuál será la duración de la prueba? Está programada alrededor de 1 hora.

¿Dónde se realizará la prueba? En la universidad Miguel Hernández de Elche, en el edificio Innova.

En caso afirmativo de cumplir los criterios de inclusión te contactaremos vía mail para confirmar una fecha para el día de la prueba. O si lo prefieres, también puedes dejarnos tu número de teléfono.

Recuerda: toda la información es completamente confidencial, no se compartirán tus datos personales o las respuestas a las preguntas, tampoco hay respuestas buenas o malas. Intenta responder con la mayor sinceridad posible.

SECCIÓN 1

¡Empezamos!

***Obligatorio**

Correo electrónico*

Tu respuesta

Nombre y apellidos*

Tu respuesta

Edad*

Tu respuesta

Lugar de residencia (ciudad)*

Tu respuesta

¿Con qué género te identificas?*

Mujer

Hombre

Otro

SECCIÓN 2

Información de interés

¿Empleas sistemas para mejorar la visión?*

Nada

Gafas

Lentillas

Lateralidad (con qué mano escribes principalmente)*

Diestro

Zurdo

Ambidiestro

¿Estás embarazada o crees que podrías estarlo?*

Sí

No

¿Consumes medicación que afecte a la atención?*

Sí

No

¿Sufres de alguna enfermedad neurológica?*

Sí

No

¿Sufres migrañas severas o frecuentes?*

Sí

No

¿Sufres problemas crónicos en la piel? De ser sí, ¿Has tenido algún brote recientemente?*

Sí sufro, pero no he tenido brote recientemente

Si sufro y he tenido un brote recientemente

No sufro ningún problema de piel

¿Presentas placas de metal en la cabeza?*

Sí

No

¿Haces uso de algún estimulador o implante?*

Sí

No

¿Sufres epilepsia o has sufrido traumatismo craneoencefálico grave?*

Sí

No

Unas preguntas más

A continuación unas preguntas relacionadas con la investigación, recuerda que esta información es totalmente confidencial.

Indica tu nivel de estudios*

Graduado Escolar

Formación Profesional

Estudios universitarios

Maestría

Doctorado

¿Cómo describirías tu interés por la política?*

No me interesa nada

Me es indiferente

Me interesa un poco

Estoy muy interesado

¿Participas activamente en política?*

Sí

No

¿A qué partido político te identificas?*

PP

PSOE

PODEMOS

VOX

Otro

¿A qué partido votaste en las últimas elecciones? *

PP

PSOE

PODEMOS

VOX

Otros

No voté

¿Tienes intención de voto para las próximas elecciones?*

Sí

No

No lo sé

¿A lo largo del día ves al menos 1 noticia o lees al menos 1 artículo relacionado con política?*

Sí

No

¿Aproximadamente cuánto tiempo inviertes a la semana en temas relacionados con política?

Ya sea viendo las noticias en los telediarios, con noticias o artículos de internet, con los debates, asistiendo a actos políticos, participando activamente, etc...*

No invierto nada de tiempo ni consumo ningún tipo de noticia política

Menos de 1 hora a la semana

Entre 1 hora y 3 horas a la semana

Entre 3 horas y 7 horas a la semana

Más de 7 horas a la semana

Disponibilidad de horario

Muchas gracias por tu tiempo.

Solo falta que nos indiques tu disponibilidad horaria.

¿Cuál es tu disponibilidad para la realización de la prueba?

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tarde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si lo deseas, también puedes dejarnos tu número de teléfono para ponernos en contacto contigo.

Anexo B. Protocolo de la prueba

Explicación detallada de los pasos a seguir:

Durante esta hora que vamos a compartir junto, vamos a realizar una prueba que consiste en lo siguiente:

1. *Empezaremos con la colocación de aparataje propio. Consiste en el casco de EEG, que es un casco de neopreno al que irán enganchados unos electrodos con sus cables correspondientes. Estos nos permitirán leer las señales eléctricas de tu cerebro para poder estudiar tu respuesta cerebral, te iré comentando lo que vamos haciendo y el aparataje que vamos a utilizar conforme se sucedan los pasos. La prueba tendrá una duración de aproximadamente 1h, que es el tiempo previsto. Primero harás dos tests de unos 5 min cada uno, luego haremos 20 min de estimulación o de no estimulación (sham) y volveremos a repetir los tests.*

Es importante que antes de comenzar leas la hoja “información del paciente”, en ella aparece toda la información relacionada con el estudio y después se firme el consentimiento informado, donde se contempla que comprendes que tu participación es voluntaria y que confirma que sabes que puedes abandonar el estudio cuando quieras, además que también has recibido la información necesaria de lo que vamos a hacer. (una vez se firma se empieza a preparar el aparataje y se le explica en qué consiste el TAI).

(Mientras se realizan los siguientes pasos explicamos en qué consistirá la prueba).

El test que tienes que responder consiste en la realización de dos test, para hacerlos sólo necesitas dos teclas del teclado del ordenador, la tecla “e” y la tecla “i”.

Aquí tienes una lista de palabras, el test se pasará primero en castellano y después en inglés, en la pantalla irás viendo todas las instrucciones para que no tengas ninguna duda sobre cómo realizarlo. Es un test sobre política, donde aparecerán el PP y PODEMOS.

No tienes que escribir, solo tienes que relacionar los conceptos que aparecen en la pantalla con la categoría correspondiente. Las palabras e imágenes irán apareciendo sucesivamente en la

pantalla, si en las imágenes no reconocieran una cara, tienes otros elementos identificativos con son los colores del partido y el logo.

No te preocupes por el segundo idioma, las palabras son muy sencillas, tendrás una nota por si necesitas consultarlas y podrás ir pasándolas antes de iniciar la prueba.

Luego dejaremos unos 20 min donde se hará o no estimulación, durante este tiempo tienes que intentar estar relajado, no hablar, si puedes dejar la mente en blanco perfecto, pero es importante que no te duermas.

Una vez transcurrido este tiempo volveremos a realizar los test y tras acabar el último ya habremos finalizado.

A continuación, voy a explicarte un poco más sobre el aparataje, pero si tienes alguna duda sobre la prueba, o sobre cualquier otra cuestión estoy aquí para resolverla.

2. *Si mientras te lo pongo sientes que te aprieta o que no estás del todo cómodo, no dudes en decírmelo.*

(Se le pone el casco, midiendo previamente el perímetro de la cabeza (S= -de 54-55cm; M= 56cm; L=+ de 58cm)) y a la forma del cráneo para evitar posibles bolsas de aire.

Nota: En la colocación del casco hay que tomar varias medidas:

- Para medir el perímetro craneal se coloca el metro entre las cejas, pasando por el hueso de inion hasta el centro de las cejas de nuevo.
- Electrodo “CZ” o electrodo central es el que tiene que quedar justo en el centro de la cabeza, para ello se medirá de nasion a inion y se ajustará al punto medio (con el gorro puesto), luego de la zona superior de cada oreja y se ajustará al punto medio también. Por último, se hará un pequeño ajuste para que la línea central caiga en la nariz.

3. *Para la colocación de los electrodos utilizaremos gel conductor, que es este verde de aquí (se le enseña), similar al que se utiliza en los embarazos para las ecografías, sirve para que el electrodo quede conectado a la señal de tu cabeza. Se pondrá con esta jeringuilla que ves, puedes tocarla, la punta es chata, simplemente la utilizaremos para remover el pelo y poner el*

gel (se le enseña) y se cambia tras cada uso. Lo primero que haremos será limpiar la oreja con gel dermoabrasivo (para quitar posible suciedad), llenaremos de gel los huecos de los electrodos que vamos a usar. Engancharemos primero la pinza de control. (esto nos permitirá medir impedancias), y luego el resto de cables.

Nota: Para engelar la cabeza se llenará la jeringuilla de punta chata.

- Intentar no tocar el electrodo con las manos para evitar interferencia, si se sospecha que se ha tocado, limpiarlo con un poco de papel.
- Se engelarán los puntos base de los electrodos que van unidos al casco, llevando cuidado se hará hueco en el pelo con la jeringuilla de punta chata y se irá introduciendo en el mismo el gel conductor, importante asegurar que el gel toca la piel, una vez vez lleno se asegura que no haya pelo entre el cuero cabelludo y la ubicación del electrodo y se enrosca el electrodo.(para los electrodos de estimulación que tienen una base más grande se pondrá una menor cantidad de gel que para los de registro que son más pequeños).
- Si se pone exceso de gel, para evitar que se derrame al poner el electrodo, se intenta quitar con el exceso con un poco de papel.
- Una vez que se haya hecho con todos los electrodos, se vuelve a comprobar que esté todo “ok”.
- Se engancha el aparato de lectura al velcro y se comprueba que el cable USB está correctamente conectado al aparato y al ordenador. y la señal es adecuada, revisar el celo que refuerza la conexión.
- La pinza se engela (con muy poco gel), se engancha a la oreja derecha posicionando sus cables hacia atrás, se aguanta un poco y se conecta en la clavija de más a la derecha. (el cable de “tierra” el icono de la persona va hacia dentro, en el resto de electrodos el icono del enganche se coloca con la figura del hombre hacia fuera).
- Tras la comprobación se conectan los cables de lectura a los electrodos (comprobando que la posición es la adecuada de acuerdo con la tabla de registro)

4. Ahora comprobaremos que la señal es la adecuada, que no hay interferencias, se conecta Reomed. En el programa de NIC2(programa de registro) tienen que aparecer tantos electrodos conectados como los que se ponen en la configuración.

Nota: Las pruebas para que sepa si están correctamente conectados sería: comprobación de ondas alfa cuando el sujeto cierre los ojos, visualización de ruido en el EEG cuando el sujeto muerda diente con diente y cuando pestañee.

5. Una vez que se comprueba la señal y está todo “ok” da inicio la prueba
6. *Lo que te va a aparecer en la pantalla es la prueba que vas a tener que responder, se trata de un test de asociación implícita donde aparecerán imágenes y palabras que tendrás que relacionar con lo que se te señale en la pantalla del ordenador. Las instrucciones te irán apareciendo en la misma pantalla y te indicarán lo que tienes que hacer en cada momento, no te preocupes si tienes cualquier duda, estoy aquí para explicártela.*

Es importante que comprendas que no puedes pararte a razonar las respuestas, tienes que responder lo más rápido que puedas, es mejor que falles a que te pares a razonar. Si se te olvida alguna palabra en inglés, te voy a dejar en esta posición una nota para que puedas consultarla rápidamente.

7. *Ahora va a dar comienzo el primer test en castellano (7 min) → esperamos a que termine*
8. *Ahora vas a tener el mismo test en inglés (7 min) → esperamos a que termine*
9. *Ya hemos acabado la primera parte, va a empezar la estimulación. Durante 20 min intenta estar lo más relajado posible, sin hablar. Los ojos tienen que permanecer abiertos, manteniendo la mente en blanco si puedes. Es importante que no te duermas durante esta fase de la prueba, te avisaremos en cuanto termine.*

(Tras 20 minutos)

10. *Ya ha terminado la parte de estimulación, ahora volveremos a repetir las pruebas que habíamos realizado anteriormente. (recordar de nuevo las instrucciones anteriores)*
11. *Ahora va a dar comienzo el segundo test en castellano (7 min) → esperamos a que termine*
12. *Ahora vas a tener el mismo test en inglés (7 min) → esperamos a que termine*

13. *Estupendo, ya hemos finalizado las pruebas, ahora procederemos a la retirada del material. Si tienes interés en tener más información se te volverá a contactar cuando termine el proyecto.*

14. Extracción del material y limpieza de casco y electrodos.

15. Anotar uso de electrodos en posit.

Día previo prueba

- Preparar material:
 - StarStim8 + cable USB de conexión + cargador
 - Gorro + mallas
 - TAI
 - Consentimiento informado
 - Cámara con trípode, USB y cargador a pared
 - Metro
 - Jeringuillas
 - Gel + crema dermoabrasiva
 - Toallas
 - Papel de secado
 - Secador, peines
 - Cubeta, hisopos
 - Cajas para tenerlo todo organizado
 - Lista de palabras en inglés (para repaso previo al inicio)
 - Tabla de electrodos, zonas y cables correspondiente
 - Pantalla accesoria + cables

- Comprobar carga:
 - Starstim
 - Cámara

- Recordatorio usuario:

- poner directamente el email recordatorio al usuario incluyendo los siguientes puntos ya detallados
- Fecha y lugar prueba
- Contraindicaciones prueba:
 - ¿Estás embarazada o crees que podrías estarlo?
 - ¿Consumes medicación que afecte a la atención?
 - ¿Sufres de alguna enfermedad neurológica?
 - ¿Sufres migrañas severas o frecuentes?
 - ¿Sufres problemas crónicos en la piel? De ser sí, ¿Has tenido algún brote recientemente?
 - ¿Presentas placas de metal en la cabeza?
 - ¿Sufres epilepsia o has sufrido traumatismo craneoencefálico grave?
 - ¿Haces uso de algún estimulador o implante?
- Condiciones para realizar la prueba: sin laca, sin gel, sin cafeína, sin teína.

Día prueba

- Antes de que venga el usuario:
 - Conectar todo y comprobar que funcione correctamente
 - Startim
 - TAI
 - Pantalla accesoria con escritorio extendido
 - Preparar al menos 2 jeringuillas con gel y el tapón rojo puesto
 - Se pueden dejar preparados los chupones puestos en 2 gorros con las tallas más comunes.
 - Dejar preparados todos los elementos de la prueba (puntas de jeringuilla, cinta métrica, ...)
 - Situar todos los elementos de la prueba
 - Starstim
 - TAI y hoja de inglés (en pantalla accesoria o en papel)
 - Consentimiento informado

- Abrir Matlab
 - Situarse en el directorio de trabajo
 - Añadir al path las carpetas y subcarpetas
 - Cambiar nombre del usuario en ConfAcquisition
- Abrir NIC
 - Marcar si el usuario será sham o tDCS (mantener aprox. Paridad en los grupos sham/tDCS y hombres/mujeres)
- Abrir TAI
- Quitar enchufes que no se utilicen y monitores.
- Comprobar memoria y carga de la cámara de vídeo.

Al llegar el usuario

- Móviles de todos en modo avión
- Poner cartel de pruebas en la puerta
- Verificar contraindicaciones tanto para el registro como para la estimulación:
 - ¿Llevas gomina, laca en el pelo?
 - ¿Has tomado café, té, coca-cola, red bull u otra bebida estimulante a lo largo del día?
 - ¿Estás embarazada o crees que podrías estarlo?
 - ¿Consumes medicación que afecte a la atención?
 - ¿Has tomado algún tipo de medicación hoy?
 - ¿Sufres alguna enfermedad neurológica?
 - ¿Sufres migrañas severas o frecuentes?
 - ¿Sufres problemas crónicos en la piel? De ser así, ¿has tenido algún brote recientemente?
 - ¿Presenta placas de metal en la cabeza?
 - ¿Haces uso de algún tipo de estimulador o implante?
 - ¿Sufres epilepsia o has sufrido traumatismo craneoencefálico grave?
- Explicaciones:
 - Explicación inicial de la prueba
 - Consentimiento informado

- Preguntar permiso foto y vídeo. Que escriba de puño y letra la frase “Doy consentimiento para fotos y vídeos”.
- Tomar todos los datos necesarios en el Excel (o en papel y luego se traslada al Excel)
 - Medir perímetro cabeza, % desplazamiento electrodos
- Explicación general de la prueba
 - Señal para relajarse, abrir y cerrar los ojos, iniciar los TAI
 - Duración estimada de la prueba
 - Indicarle al usuario sobre la crema dermoabrasiva, enseñarle las puntas de jeringuilla para el gel y el gorro
- Explicar instrucciones generales del TAI. Que lea las instrucciones del TAI para que no dedique ese tiempo al iniciar cada uno de los 4 TAI
- Instrumentación
 - Limpieza de oreja con crema dermoabrasiva
 - Poner gorro al usuario
 - Poner gel y conectar cada electrodo en su posición según tabla (poner electrodos de registro o estimulación en la posición que corresponda)
 - Comprobaciones
 - Comprobar calidad de la señal
 - Revisar referencia, tierra y AF1
 - Revisar señal: parpadeos, mandíbula, ojos cerrados
 - Comprobar impedancias en perfil de estimulación
- Recordarle que si necesita parar para descansar lo indique, pero siempre al terminar cada “mini” prueba

Realización de la prueba experimental:

- Seleccionar en el NIC el perfil de registro EEG de 16 canales
- Registro EEG ojos cerrados 3 minutos. Ejecutar en Matlab: `session=main(1);`
 - Tras salir la ventana y el mensaje de pulsar espacio indicar al usuario que se relaje.
 - Pulsar espacio (10 segundos de tarea)
 - A continuación, cuando llegue a la tarea Wait, indicar al usuario que cierre los ojos y se relaje y pulsar Ctrl+T
 - Comenzarán los 3 minutos y finalizará automáticamente.
 - Comprobar que se ha guardado el registro en la carpeta del usuario WriteResults

- Prueba experimental PRE TAI 1 español (5 minutos). Dejar TAI preparado. Ejecutar en Matlab: `session=main(2);`
 - Tras salir la ventana y el mensaje de pulsar espacio indicar al usuario que se relaje.
 - Pulsar espacio (10 segundos de tarea)
 - A continuación, cuando llegue a la tarea Wait, indicar al usuario que si está listo se prepare para el TAI (hay un margen de 1 minutos para esto). Entonces pulsar Ctrl+T y con el ratón poner el foco en el software del TAI
 - Estar atentos a cuando finalice el TAI para volver a poner el foco en la ventana gris de Matlab y pulsar Ctrl+T para finalizar.
 - Comprobar verificación
- Prueba experimental PRE TAI 2 inglés (5 minutos). Dejar TAI preparado. Ejecutar en Matlab: `session=main(3);`
 - Tras salir la ventana y el mensaje de pulsar espacio indicar al usuario que se relaje.
 - Pulsar espacio (10 segundos de tarea)
 - A continuación, cuando llegue a la tarea Wait, indicar al usuario que si está listo se prepare para el TAI (hay un margen de 1 minutos para esto). Entonces pulsar Ctrl+T y con el ratón poner el foco en el software del TAI
 - Estar atentos a cuando finalice el TAI para volver a poner el foco en la ventana gris de Matlab y pulsar Ctrl+T para finalizar.
 - Comprobar verificación
- Al finalizar escribir en Matlab: `disconnect_app`
- Seleccionar en el NIC el perfil de estimulación (sham o tDCS según corresponda)
 - Cuando esté todo listo indicar al usuario que se relaje y comenzar estimulación 20 minutos y 6 segundos.
- Seleccionar en el NIC el perfil de registro EEG de 16 canales
- Prueba experimental POST TAI 1 español (5 minutos). Dejar preparado TAI. Ejecutar en Matlab: `session=main(4);`
 - Tras salir la ventana y el mensaje de pulsar espacio indicar al usuario que se relaje.
 - Pulsar espacio (10 segundos de tarea)
 - A continuación, cuando llegue a la tarea Wait, indicar al usuario que si está listo se prepare para el TAI (hay un margen de 1 minutos para esto). Entonces pulsar Ctrl+T y con el ratón poner el foco en el software del TAI
 - Estar atentos a cuando finalice el TAI para volver a poner el foco en la ventana gris de Matlab y pulsar Ctrl+T para finalizar.

- Comprobar verificación
- Prueba experimental POST TAI 2 inglés (5 minutos). Dejar preparado TAI. Ejecutar en Matlab: `session=main(5);`
 - Tras salir la ventana y el mensaje de pulsar espacio indicar al usuario que se relaje.
 - Pulsar espacio (10 segundos de tarea)
 - A continuación, cuando llegue a la tarea Wait, indicar al usuario que si está listo se prepare para el TAI (hay un margen de 1 minutos para esto). Entonces pulsar Ctrl+T y con el ratón poner el foco en el software del TAI
 - Estar atentos a cuando finalice el TAI para volver a poner el foco en la ventana gris de Matlab y pulsar Ctrl+T para finalizar.
 - Comprobar verificación
- Registro EEG ojos cerrados 3 minutos. Ejecutar en Matlab: `session=main(6);`
 - Tras salir la ventana y el mensaje de pulsar espacio indicar al usuario que se relaje.
 - Pulsar espacio (10 segundos de tarea)
 - A continuación, cuando llegue a la tarea Wait, indicar al usuario que cierre los ojos y se relaje y pulsar Ctrl+T
 - Comenzarán los 3 minutos y finalizará automáticamente.
 - Comprobar que se ha guardado el registro en la carpeta del usuario WriteResults
- Al finalizar escribir en Matlab: `disconnect_app`

- Fin de la prueba
 - Quitar equipo
 - Subir registros, fotos y vídeos, y resultados del TAI a bmidata.umh.es (resultados TAI que ocupan poco también los puedes subir al a unidad compartida del Drive)
- Cargar baterías
- Limpiar gorro y electrodos
- Anotar número de uso de electrodos.