

**Representaciones motoras en las frases actitudinales de
aproximación/evitación: el caso de la estimulación anodal.**

Trabajo Fin de Grado de Psicología

Eloísa Miranda Delgado y Andrea Rebozo González

Tutorizado por: Hipólito Marrero Hernández

Cotutora: Francesca Vitale

Curso Académico 2022-23

Índice

| | |
|--|----|
| Resumen..... | 3 |
| Introducción..... | 6 |
| Hipótesis..... | 12 |
| Método..... | 13 |
| Participantes..... | 13 |
| Diseño de investigación..... | 14 |
| Materiales e Instrumentos..... | 14 |
| Protocolo para la aplicación tDCS..... | 17 |
| Procedimiento..... | 18 |
| Resultados..... | 20 |
| Discusión..... | 24 |
| Conclusiones..... | 29 |
| Referencias..... | 32 |
| Anexos..... | 35 |

Resumen

El lenguaje incorpora el significado a favor y en contra de los estímulos por medio de verbos (por ejemplo, aceptar vs. rechazar), lo que guía la regulación adaptativa de la comunicación e interacciones sociales, por ejemplo: “Carla aceptó (vs. rechazó) que Pedro viniera a la cena de su familia” (aproximación). Se propone que la latencia de ejecución motora se verá facilitada por la comprensión de una frase que describe una acción que tiene las mismas características motoras que la respuesta de tarea (aproximación-delante: evitación-detrás). En este estudio, se hipotetiza que la estimulación tDCS anodal en el área BA6 modulará el efecto de congruencia. La estimulación de esta área es la novedad del experimento ya que, se ha afirmado que la BA6 está involucrada en la comprensión y producción del lenguaje, especialmente en lo que se refiere a la acción y el significado figurado; desempeñando así un importante papel en la representación y comprensión del lenguaje (Schuil, K. D. I., Smits, M., & Zwaan, R. A., 2013). La muestra utilizada fue de 60 estudiantes universitarios, los cuales se sometieron a dicha estimulación tDCS en BA6 y tras la misma, realizar una tarea en el ordenador con frases actitudinales donde los sujetos sólo podían usar el dedo índice para ejecutar la respuesta en el teclado, y una vez contestado tenían que regresar a la tecla de reposo, que se encontraba justo en el medio. En los resultados de la presente investigación, se encontró una importante significación de la dirección (delante-detrás) superior al efecto de congruencia, siendo este último el principal objetivo. Cabe destacar, la diferencia encontrada en la condición de evitación (anodal) entre los movimientos delante-detrás, siendo así los tiempos de reacción menores cuando el movimiento es hacia atrás (congruente), confirmando que a través de la comprensión y las activaciones neuronales las personas representamos las acciones motoras antes de ejecutarlas.

Palabras Clave: Actitudes de aproximación/evitación, tDCS, congruencia, representación motora,, navegación social, BA6.

Abstract

Language incorporates meaning for and against stimuli by means of verbs (e.g., accept vs. reject), which guides adaptive regulation of communication and social interactions, e.g., "Carla accepted (vs. rejected) Peter's coming to her family's dinner" (approach). It is proposed that motor execution latency will be facilitated by the comprehension of a sentence describing an action that has the same motor characteristics as the task response (approach-ahead: avoidance-behind). In this study, it is hypothesised that anodal tDCS stimulation in area BA6 will modulate the congruency effect. The stimulation of this area is the novelty of the experiment since, it has been claimed that BA6 is involved in language comprehension and production, especially with regard to action and figurative meaning; thus playing an important role in language representation and comprehension (Schuil, K. D. I., Smits, M., & Zwaan, R. A., 2013). The sample used was 60 university students, who underwent tDCS stimulation in BA6 and then performed a computer task with attitudinal sentences where subjects could only use their index finger to execute the response on the keyboard, and once answered they had to return to the rest key, which was located right in the middle. In the results of the present investigation, we found an important significance of the direction (front-back) superior to the congruency effect, the latter being the main objective. It is worth highlighting the difference found in the avoidance condition (anodal) between the front-back movements, with reaction times being shorter when the movement is backwards (congruent), confirming that through understanding and neural activations people represent motor actions before executing them.

Key words: *Approach/avoidance attitudes, tDCS, congruence, motor representation, social navigation, embodiment, BA6.*

Introducción

La comprensión del lenguaje ha sido abordada desde la perspectiva de la cognición corporeizada (De Vega, Moreno, Castillo, 2013). La comprensión se basaría en un proceso de simulación experiencial que consiste en ponerse en los zapatos del otro (el protagonista de la frase o de la narración) y simulamos lo que sería hacer cosas que se dice que otro hace de acuerdo a nuestra propia experiencia. Comprender el lenguaje se parece, en muchos sentidos, a estar ahí presente (Bergen, 2013). Experimentos basados en técnicas de neuroimagen han evidenciado que la comprensión de oraciones y verbos está íntimamente vinculada con los procesos cognitivos afectivos y motores implicados en la experiencia de llevar a cabo esas acciones. Por ejemplo, Hauk y cols (2004) utilizaron resonancia magnética funcional (fMRI) y encontraron que leer verbos que se refieren a movimientos hechos con la lengua (“lamer”), las manos (“agarrar”) y las piernas (“patear”), provoca activación en las regiones cerebrales motoras y premotoras involucradas en los movimientos reales de esas partes específicas del cuerpo (Hauk y cols., 2004). Otros estudios como el de Tettamanti y cols (2005) revelaron que la comprensión y la producción del lenguaje utilizan una red neuronal que se extiende hasta el área 44 de Brodmann, la cual podría contener neuronas espejo implicadas en la producción de acciones propias y la comprensión de acciones hechas por otros, tal como se encontró en las investigaciones con monos. Los trabajos de Hauk y Tettamanti (2014) sugieren que las regiones cerebrales implicadas en la realización de acciones también dan soporte a algunas capacidades lingüísticas humanas. En concordancia con el enfoque de la cognición corporeizada, usar el cuerpo para llevar a cabo acciones, tiene algún efecto sobre nuestra capacidad de comprender y producir el lenguaje.

En dicho campo del lenguaje, el enfoque de la cognición corporeizada (CE) postula que la comprensión del significado requiere simulaciones sensoriales y motoras de objetos, acontecimientos y situaciones descritos por palabras y frases. Con el término “simulación” nos referimos a una reactivación de estados perceptivos, motores e introspectivos que se adquieren durante la experiencia con el mundo, el cuerpo y la mente. A nivel de mecanismos neuronales, esto significa que la comprensión del lenguaje implica, en cierta medida, la activación de las mismas regiones cerebrales asociadas a las experiencias del mundo real a las que se refieren las palabras y las frases (Fischer y Zwann, 2008; Gallese y Lakoff, 2005; García e Ibáñez, 2016; Jirak et al., 2010; Taylor y Zwann, 2008). Un número conspicuo de estudios conductuales han aportado pruebas que respaldan el enfoque de la EC (cognición corporeizada) para la comprensión del lenguaje, en particular, los estudios de estimulación magnética transcraneal (EMT) de un solo pulso han demostrado que la comprensión del lenguaje relacionado con la acción modula la excitabilidad cortical motora, medida por los potenciales evocados motores (PEM) (Buccino et al. 2005; Candidi et al. 2012; Oliveri et al. 2004; Papeo et al. 2009; Scorolli et al. 2012). En conjunto, estos estudios muestran una implicación consistente de la corteza motora humana, es decir, un conjunto de áreas cerebrales frontales implicadas en el control de los movimientos corporales y que incluyen la corteza motora primaria (M1) y áreas premotoras, durante la comprensión del lenguaje de acción y apoyan la opinión de que la activación del córtex motor refleja la simulación motora de significados lingüísticos.

En el ámbito social, el lenguaje facilita la comunicación de la intencionalidad de aproximación/evitación de nuestras acciones y las de los demás en la vida social, lo que guía la regulación adaptativa de las interacciones sociales. Por ejemplo: “Laura aceptó (vs. rechazó) que María viniera a la cena de sus amigos” (aproximación). Dichas representaciones

(aproximar-evitar) en los verbos actitudinales incorporan representaciones motoras. Investigaciones previas han apoyado que la representación de los verbos utiliza representaciones motoras basadas en las tendencias previas de aproximación/evitación como una forma de reuso neuronal (Anderson, 2010; Marrero et al., 2022; Marrero et al., 2023). De esta forma, la actitud de aproximación (por ejemplo, “aceptar”), se asociaría a una representación motora hacia adelante, a estar más cerca del estímulo. De igual modo, la actitud de evitación (por ejemplo, “rechazar”), se asociaría a una representación motora hacia atrás, en el sentido de distancia del estímulo. La expresión lingüística de las actitudes reutilizaría reacciones motoras de aproximación y evitación que aunque sean filogenéticamente antiguas son indispensables para la conducta adaptativa, es por ello, que la semántica de los verbos actitudinales y la ejecución de acción motoras abiertas compartirán representaciones motoras (hacia delante-aproximación y hacia atrás-evitación).

Un paradigma relevante para el examen de la interacción entre la comprensión de las frases actitudinales y la ejecución de acciones motoras simultáneas es el denominado compatibilidad acción-oración (ACE, *Action Compatibility Effect*). Este puede ser de facilitación, en casos en los que la ejecución de una respuesta de tarea se ve facilitada por la comprensión de una frase que describe una acción que tiene las mismas características motoras que la respuesta de tarea, o de interferencia, refiriéndose al efecto contrario (Glenberg & Kaschak, 2002). Cuando es compatible, se observa un mejor rendimiento y una menor velocidad de respuesta, lo cuál sería más facilitador. Por el contrario, si son incompatibles, se produce una interferencia junto con una disminución en el rendimiento acompañado de una lenta respuesta (Aravena et al., 2010; Diefenbach, Rieger, Massen y Prinz, 2013; Glenberg y Kaschak, 2002), con lo cual se deduce que es más difícil su comprensión.

La ACE fue demostrada originalmente por Glenberg y Kaschak (2002) en una tarea en la que los participantes leían y juzgaban la sensibilidad de frases como "Meghan te dio un bolígrafo" (acción hacia ti) o "Tú le diste un bolígrafo a Meghan" (acción lejos de ti). Para indicar que la frase tenía sentido era necesario mover el brazo hacia el cuerpo o alejarlo de él. Los participantes ejecutaban más rápido la respuesta motora cuando la dirección de la respuesta coincidía con la dirección del movimiento descrito por la frase (por ejemplo, responder hacia el cuerpo a la frase "Meghan te dio un bolígrafo"; véase Borreggine y Kaschak, 2006, y Zwaan y Taylor, 2006, para más demostraciones de los efectos ACE).

El presente estudio se centrará en investigar en qué medida el tiempo de reacción de la acción motora delante-detrás estará modulada por la congruencia del contenido implícito de la frase aproximación(delante)-evitación(detrás). Se quiere examinar si el efecto de congruencia vendrá modulado por la estimulación tDCS concretamente en el área cerebral BA6, ya que, en anteriores estudios se ha demostrado que se activa durante la comprensión de metáforas que implican acción motora.(Schuil, K. D. I., Smits, M., & Zwaan, R. A., 2013).

Un gran número de estudios conductuales, informaron de que el procesamiento de frases que se refieren a una acción direccional influye significativamente en la ejecución de una respuesta motora direccionalmente compatible (ACE), lo que sugiere que las áreas motoras activadas en la ejecución de la acción también están implicadas en la comprensión la acción-lenguaje (Borreggine & Kaschak, 2006; Boulenger et al., 2006; Buccino et al., 2005; Dalla Volta et al., 2009; de Vega et al., 2013; Glenberg & Kaschak, 2002; Kaschak & Borreggine, 2008; Sato et al., 2008; Taylor & Zwaan, 2008; Zwaan & Taylor, 2006).

Según el estudio de (Glenberg, A., Kaschal, M., 2002), la comprensión de una frase implica una acción en una dirección específica. Por ejemplo, entender la frase “cerrar el cajón” implica una acción alejándose del cuerpo, lo cual afecta la realización de una acción en la dirección opuesta. Estos hallazgos respaldan la idea de que la comprensión del lenguaje se basa en la acción corporal. Este estudio ha demostrado que si dicha simulación requiere los mismo sistemas neuronales que la planificación y guía de la acción real, la comprensión de una frase respecto la dirección interfiere en el movimiento alejarse del cuerpo para indicar “sí está lejos” y la comprensión de una frase ausente interfiere con un movimiento hacia el cuerpo “sí está cerca”. En resumen, el ACE demuestra que esta descripción de la comprensión del lenguaje es no metafórica, por lo que, no es simplemente una forma de describir la comprensión, sino que está arraigada en la acción corporal real y tiene un impacto en los movimientos hacia y desde el cuerpo. Lo cual es muy interesante ya que, se demuestra que la comprensión de las frases actitudinales se basa en la acción y que, es muy probable que el lenguaje haya surgido para facilitar la coordinación de la acción (Glenberg, A., Kaschal, M., 2002).

Algunos estudios, como el de Vega y Urrutia (2011), han evidenciado que, incluso, este nivel de representación simbólica estaría vinculado con un componente motor. Los hallazgos de estos autores revelaron que la comprensión de frases en escenarios contrafactuales, donde se especifica cierto tipo de acciones de transferencia fuera del cuerpo (p. ej.: “si yo hubiera entregado el libro”) o hacia el cuerpo (p. ej.: “si hubiera recibido el balón de baloncesto”), se ve modificada si se pide a los participantes manifestar su comprensión con la acción contraria a la comprendida (es decir, hacia el cuerpo o fuera del cuerpo). Entre tanto, otros estudios han comprobado una activación motriz a la hora de

comprender frases contrafactuales en estudios con resonancia magnética funcional (Urrutia, Gennari y Vega, 2012).

Empleando el paradigma ACE, se han encontrado evidencias (Marrero, H. et al., 2023) de que la comprensión de frases actitudinales modula la latencia de la respuesta motora en función de su congruencia (frase de aproximación-movimiento hacia delante, frase de evitación-movimiento hacia atrás). El retraso de tiempo que transcurre entre la visualización de la frase y la ejecución de la acción motora juega un papel importante. Los retrasos más cortos (300 ms) tienden a producir interferencia de la oración en la acción motora, mientras que los retrasos más largos (800 ms) generan una facilitación.

En el experimento que se va a realizar en el presente TFG, se estimuló el área premotora, conocida como el área 6 de Brodmann (BA6). Esta región es crítica para la guía sensitiva del movimiento y para el control de los músculos proximales y del tronco, asimismo contribuye a la planeación de movimientos voluntarios coordinados y complejos, y en la que se almacenan varios programas básicos del movimiento. Esta área juega un papel importante en funciones motoras, de lenguaje y de memoria, incluyendo: secuenciación/planeación motora, reír/sonreír, coordinación entre extremidades, aprendizaje e iniciación de movimiento, imaginería motora, programación motora del habla, percepción del habla... (Navarro, B., 2023).

Asimismo, se ha evidenciado que BA6 está involucrada en la comprensión y producción del lenguaje, especialmente en lo que se refiere a la acción y el significado figurado. En el caso específico de las acciones metafóricas, se ha observado que la activación de BA6 ocurre durante la comprensión de las metáforas que involucran actividades físicas.

Esto sugiere que BA6 no se limita únicamente a la planificación y ejecución de movimientos motores, sino que también desempeña un papel crucial en la representación y comprensión del lenguaje, especialmente en relación con el significado figurado y simbólico. (Schuil, K. D. I., Smits, M., & Zwaan, R. A., 2013).

En conclusión, el área BA6 está involucrada en la representación y procesamiento de acciones verbales y simbólicas asociadas al lenguaje. Su activación puede reflejar la simulación mental de las acciones descritas en las oraciones y facilitar así, la comprensión del lenguaje, especialmente en el contexto de las acciones motoras y las metáforas de acción.

La estimulación cerebral nos permite investigar cómo una región específica del cerebro está involucrada en diversas funciones cognitivas. En nuestro caso, nos enfocamos en comprender las acciones sociales de aproximación o evitación mediante el uso de verbos actitudinales. Partimos de la hipótesis de que estos verbos contienen representaciones motoras que pueden beneficiarse de la estimulación de la región premotora izquierda (conocida como BA6), la cual está involucrada en el lenguaje de acción. Esta región no solo participa en la comprensión de acciones motoras abiertas, sino también en la interpretación de acciones más abstractas o incluso expresadas de manera metafórica.

Hipótesis

H1. La latencia de ejecución de la acción motora (hacia delante, hacia detrás) estará modulada por la congruencia con el contenido de aproximación/evitación de la frase previa:
aproximación → adelante, evitación → detrás.

H2. El efecto de la congruencia frase-acción motora estará modulado por la estimulación tDCS en el área cerebral BA6.

Método

Participantes

La muestra estaba compuesta por sesenta estudiantes universitarios (edad media: 21.79 y desviación típica: 5.65) de la Universidad de La Laguna, de los cuales 30 sujetos pasaron por la condición de estimulación cognitiva (a través de la tDCS) y los otros 30 por la condición sham (placebo). Los participantes fueron asignados de manera aleatoria a cada condición.

La participación en el experimento fue requerida mediante un correo informativo donde se les pedía colaboración de forma voluntaria en el experimento, en concreto, nos centramos en alumnos de psicología que cursan primero y segundo de carrera. Por otro lado, para completar el número de participantes pedimos colaboración a amigos cercanos, en su mayoría menores de 30 años. Todos los estudiantes dieron su consentimiento informado y recibieron créditos por su participación los que se encontraban cursando primero de la carrera de Psicología.

Los criterios de exclusión para participar fueron los siguientes: no debían sufrir epilepsia (ni familiares cercanos), ni migrañas, ni daños cerebrales o heridas en la cabeza, ni piezas de metal y/o marcapasos, ni estar consumiendo ningún fármaco que pueda alterar la actividad cerebral. De manera que los criterios de inclusión que se requirieron fueron: ser diestros y sanos, tener de lengua materna el español y no sufrir trastornos neurológicos.

Materiales e instrumentos

Las frases seleccionadas se sometieron previamente a estudios normativos sobre el contenido (aproximación-evitación), controlando los factores lingüísticos como el número de sílabas, la longitud de la frase, etc. El experimento constaba de 120 frases en total que se iban presentando de una en una, de las cuales 40 eran fillers (relleno), con el objetivo de obtener más material y 80 de ellas eran experimentales, de la cual 40 de aproximación (e.j. “Marisa ayudó a Alberto en el proceso”) y 40 de evitación (e.j. “Luis desatendió a Avelina en la visita”) Dentro de las frases experimentales se encontraban cuatro condiciones: aproximación-movimiento congruente (flecha hacia arriba), aproximación-movimiento incongruente (flecha hacia abajo), evitación-movimiento congruente (flecha hacia abajo) y evitación-movimiento incongruente (flecha hacia arriba).

Diseño de investigación

Se trata de un diseño factorial mixto 2 x 2 x 2 con la estimulación tDCS (anodal vs sham), como factor intersujetos, y dirección (aproximación-evitación) y la congruencia generada con la dirección de la flecha (congruente-incongruente) como factores intrasujetos. Treinta sujetos recibieron estimulación mediante la tDCS y los otros treinta fueron condición sham (placebo).


Antes de realizar el experimento se indicaba a los participantes que la actividad a realizar consistía en la lectura de frases que aparecían mientras estaban sentados frente a la pantalla de un ordenador. Además, antes de comenzar la tarea experimental se presentaron varias frases a modo de adiestramiento. A su vez, una vez finalizada la toma de contacto, en

la pantalla del ordenador se le indicaba al participante que leyese con atención cada frase e intentase responder siempre con la mayor rapidez posible y de manera acertada. Las frases se presentaron al azar a los participantes en cada uno de los conjuntos de contrabalance.

Tal y como se muestra en tabla 1, las frases se dividen en cinco segmentos y la señal para ejecutar la respuesta motora aparece después del tercer fragmento. Se les explicó a los participantes que la tarea consistía en dos partes, por un lado, apretar la tecla correspondiente a la flecha (arriba o abajo) que aparecía en la pantalla, la cual se presentaba 300 ms después de la proyección del complemento en la oración (por ejemplo: “a Alberto”, “flecha para arriba”).

Tabla 1. Ejemplos de frases experimentales

Ejemplo de congruencia respecto al verbo y la flecha

| | | | | | | |
|----------------------------|-----|--------|-------|--|-------|---------|
| Componentes de la frase | + | Marisa | ayudó |  a Alberto | en el | proceso |
| Milisegundos | 750 | 500 | 500 | Hasta dar una respuesta | 500 | 500 |

En el caso de los verbos de aproximación la flecha sería para arriba lo cual indica congruencia, mientras que si fuera para abajo sería incongruente. Por el contrario, si el verbo fuera de evitación (por ejemplo: “despreció”) la flecha para abajo indicaría congruencia y para arriba incongruencia.

Por otro lado, con la finalidad de asegurar la atención del participante algunas de las frases, tras finalizar su lectura, iban acompañadas de una pregunta sobre su contenido, con una duración en la pantalla de 5000 ms, en la que el participante tenía que responder pulsando la tecla que aparece señalada con un “Sí”, si la respuesta es afirmativa o con un “No”, si la respuesta es negativa (estando estas, a la derecha y a la izquierda de la tecla reposo). Una vez el participante haya respondido, el dedo índice de la mano derecha debía colocarlo de nuevo en la tecla de reposo. Además, una vez respondida la pregunta se les daba retroalimentación positiva (acierto) o negativa (error) dependiendo de la respuesta ejecutada. Por ejemplo; si la frase presentada era “Julio incorporó a Antonio a la pandilla” y la pregunta expuesta “¿Dice que julio incorporó a Antonio en la pandilla?”, si en este caso el sujeto responde “Si”, se entiende que había comprendido bien la frase y por ende había respondido bien la pregunta, mostrando una adecuada atención. Una vez finalizada la pregunta y su respectiva respuesta volvía a aparecer una nueva frase tras 750 ms.

Tabla 2. Ejemplo de preguntas respecto la comprensión

| | | | | |
|-------|-----------|-----------|------|----------|
| Julio | incorporó | a Antonio | a la | pandilla |
|-------|-----------|-----------|------|----------|

| |
|---|
| ¿Dice que Julio incorporó a Antonio en la pandilla? |
| Sí o no |

En el centro de la pantalla aparecía un punto de fijación durante 750 ms antes de la presentación de cada frase. Después de un intervalo de 150 ms, aparecía la frase. La presentación de la frase se dividió en cinco segmentos (Tabla 1): los segmentos 1,2, 4 y 5 tenían un tiempo de exposición prefijado de 500 ms. Tras la exposición del segundo segmento, aparecía la flecha (hacia delante o hacia detrás) y no aparecía el tercer segmento hasta que el participante daba una respuesta, es decir, hasta que pulsará la tecla correspondiente. Es así, como los participantes debían presionar la tecla hacia arriba o hacia abajo en el teclado del ordenador, según la indicación que aparecía en la pantalla, y volver de nuevo a la tecla reposo.

Protocolo para la aplicación tDCS

Para esta investigación se ha utilizado la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS), esta es una técnica no invasiva a través de la corriente eléctrica de baja intensidad para modular la actividad cerebral. Esta se lleva a cabo mediante la colocación de electrodos sobre parches humedecidos, se configura su intensidad, tiempo de estimulación y su unidad es el miliamperio (mA). La corriente anodal es un tipo de estimulación eléctrica utilizada en la estimulación cerebral no invasiva, específicamente en la técnica de estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS). La corriente anodal se caracteriza por

ser de polaridad positiva y se coloca en la zona del cerebro que se pretende estimular, mientras que el electrodo catódico de polaridad negativa se coloca en la zona contralateral al anodal, para así cerrar el circuito. La corriente anodal se utiliza para aumentar la excitabilidad cortical y se ha asociado con efectos beneficiosos en el rendimiento cognitivo, la facilitación del aprendizaje y la modulación de la plasticidad cerebral.

Para ello, se utilizó un estimulador de batería directa constante “NeuroConn DC-Stimulator” para la conducción no invasiva de la corriente tDCS con una intensidad de 2mA. Los electrodos tenían un tamaño de 5 x 5 cm. Éstos son de silicona y se introducen en unas esponjas de su tamaño que van a ser humedecidas con suero fisiológico por cada lado, de manera que puedan transferir una corriente continua. Una vez preparados, se añade un gel electrolítico en la superficie de las alfombrillas que están en contacto con la piel, para que la impedancia (resistencia a la conducción eléctrica) disminuya lo máximo posible. Es importante tener en cuenta la posición de los electrodos porque una mala colocación puede perjudicar la efectividad de dicha estimulación.

Procedimiento

Se les dio la bienvenida a los participantes al llegar al laboratorio y se les pidió que cumplimentaran un cuestionario que estaba compuesto por: un consentimiento informado a rellenar con sus datos personales, que tiene como objetivo informar al participante de cuál es el proceso que se va a llevar a cabo durante el experimento, y otro para detectar criterios de exclusión y confirmar los requisitos para participar. Luego, se cumplimentó un Test de Sinónimos y posteriormente, se procedió a la estimulación.

A pesar de trabajar con diferentes condiciones, la secuencia de la sesión experimental era igual en todas ellas. En primer lugar, los participantes recibían las instrucciones para la realización de la tarea, y a continuación, ejecutaban el “Test de sinónimos” una ficha la cuál consistía en encontrar el sinónimo de la palabra indicada. Posteriormente, se procedió a preparar todo para la estimulación cognitiva.

Para empezar, se midió para situar el electrodo anodal en el área BA6. Primero, se midió de nacimiento (punto de intersección del hueso frontal y de dos huesos nasales del cráneo humano. Su superficie visible en el rostro es una zona notoriamente deprimida que se halla entre los ojos, justo por arriba del puente de la nariz.) a la línea de nacimiento (el último punto del cráneo), los centímetros que nos da los dividimos entre los dos y marcamos la Cz provisional. Luego, se mide de tragus (hueso delante de la oreja) izquierdo a tragus derecho, se vuelve a dividir entre dos y obtendremos el Cz real, obteniendo así el C3 desde donde mediremos 3 centímetros hacia delante, consiguiendo así BA6 donde colocar el electrodo. El electrodo anodal (positivo) se coloca en la zona del cerebro que se pretende estimular, mientras que el electrodo cátodo (negativo) se coloca en el hombro derecho, que es el contralateral. El tiempo de estimulación en ambas condiciones fue de 20 minutos con un “fade in” y “fade out” de 15 segundos cada uno. Cabe especificar, en la condición sham la corriente constante dura 30 segundos, con 15 segundos de “fade in” y otros 15 segundos de “fade out”.

Una vez, tengamos todo colocado, los participantes se sometieron a una estimulación cognitiva durante 20 min (30 de ellos con la condición sham).

Después de la estimulación, se procedió a realizar el experimento el cuál se realizó en un ordenador donde los sujetos se sentaban frente a él.

Los sujetos sólo podían usar el dedo índice para ejecutar la respuesta en el teclado, y una vez contestado tenían que regresar a la tecla de reposo, que se encontraba justo en el medio. Los participantes fueron asignados de manera aleatoria a cada condición.

Para el análisis de los resultados, se utilizó el Microsoft Excel para el vaciado de datos y el JASP para el ANOVA.

Análisis y resultados

El objetivo principal era comprobar si la latencia de la acción motora disminuye en frases en las que la dirección del verbo y la dirección de la flecha eran congruentes cuando los participantes reciben estimulación anodal: (aproximación-flecha hacia delante) (evitación-flecha hacia atrás) en comparación a cuando eran incongruentes (aproximación-flecha hacia atrás) (evitación-flecha hacia delante), que en este caso se deberían dar mayores tiempos de reacción.

Concretar respecto a los resultado expuestos, dos participantes fueron eliminados (uno por anodal y otro por sham) porque fueron muy lentos en ejecutar la respuesta, por ende, en vez de contar con 60 participantes, los resultados se han hecho en base a 58 sujetos.

Se llevaron a cabo dos ANOVA de medidas repetidas con 2 factores intrasujetos: contenido de la frase (aproximación-evitación) y la dirección de la flecha (delante-detrás), uno para la condición sham y otro para el anodal.

Los resultados en el grupo anodal, es decir, los sujetos que recibieron estimulación real se puede observar que el efecto principal “contenido” no es estadísticamente significativo, $F_{(1,28)} = 1.059$, $p > 0.05$. Por lo tanto, esto nos muestra que no hay diferencias significativas en la variable dependiente respecto a las condiciones del contenido (aproximación-evitación) evaluadas. Sin embargo, en el efecto principal “dirección” podemos observar que se produce un efecto significativo, $F_{(1,28)} = 4.269$, $p < 0.05$. Esto nos muestra nuevamente como el tiempo de reacción es mayor cuando la dirección es hacia delante (605.65), comparado con la dirección que indica hacia detrás (589.14).

Por otro lado, podemos observar una interacción marginalmente significativa entre las variables “Contenido*Dirección”, $F_{(1,28)} = 4.066$, $p = 0.0534$. El post hoc (**véase tabla 1**) indica que en la condición de evitación se puede observar una diferencia (24.14) entre el movimiento delante (607.08) y el movimiento detrás (582.94: $p = 0.04$) que es significativamente mayor que en la condición de aproximación (8.87): movimiento delante (607.21), movimiento detrás (595.34); el sentido de facilitación en la condición congruente “frase evitativa-movimiento detrás”. Esto es así, debido a que, la flecha va adelante por lo que es una frase incongruente y los participantes son más lentos que cuando la flecha va hacia atrás (congruente). Lo que respalda que la hipótesis planteada respecto al efecto de facilitación de la congruencia modulada por la tDCS solo se cumple cuando el contenido es evitativo.

Tabla 1. Resultados comparaciones Post Hoc (Anodal). Contenido* Dirección.

| | Mean Diff. | SE | t | Ptukey |
|------------------------------|------------|-------|--------|--------|
| <u>Aproximación, delante</u> | | | | |
| evitación, detrás | 21.274 | 9.235 | 2.304 | 0.112 |
| aproximación, detrás | 8.871 | 8.842 | 1.003 | 0.748 |
| evitación, delante | -2.781 | 5.982 | -0.480 | 0.963 |
| <u>Evitación, delante</u> | | | | |
| aproximación, detrás | 11.742 | 9.235 | -1.271 | 0.586 |
| evitación, detrás | 24.145 | 8.842 | -2.731 | 0.044 |
| <u>Aproximación, detrás</u> | | | | |
| evitación, detrás | 12.403 | 5.982 | -2.073 | 0.175 |

Por lo que podemos observar en los resultados de la tabla 3, las medias y desviaciones típicas de la latencia de ejecución de la respuesta, en la condición anodal, son mayores en frases congruentes (aproximación-delante) e incongruentes (evitación-delante), en la dirección aproximación y evitación respectivamente. Por lo tanto, en la condición de aproximación, los tiempos de reacción son contrarios a los esperados, ya que en las frases congruentes, los tiempos de lectura son mayores que en las frases incongruentes. Sin embargo, en la condición de evitación, los resultados concuerdan con lo esperado, ya que los tiempos de latencia en la ejecución de respuesta son algo menores en las frases de congruencia que en las de incongruencia.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos. Anodal

| Contenido | Dirección | N | media | SD | SE |
|--------------------------|-----------|----|---------|---------|--------|
| aproximación (anodal) | delante | 29 | 604.217 | 143.960 | 26.733 |
| | detrás | 29 | 595.345 | 132.205 | 24.550 |
| evitación (anodal) | detrás | 29 | 582.942 | 127.838 | 23.739 |
| | delante | 29 | 607.088 | 141.729 | 26.318 |

Realizamos un ANOVA de medidas repetidas con el contenido de la frase (aproximación vs. incongruente) y la dirección (delante vs. detrás) como factores intrasujetos. En los resultados en el grupo sham se puede observar que el efecto principal “dirección” no es estadísticamente significativo, $F_{(1,28)} = 0.809$, $p > 0.05$. Por lo tanto, esto nos muestra que no hay diferencias significativas en la variable dependiente respecto al contenido (aproximación-evitación) evaluado.

En esta condición sham, también podemos observar que el efecto principal “Dirección(flecha)” es significativo, $F_{(1,28)} = 4.494$, $p < 0.05$, indicando que cuando la dirección es adelante, los tiempos de reacción son más lentos en comparación cuando la dirección es abajo, independientemente de la dirección de la frase.

Por otro lado, la interacción entre las variables “contenido*dirección”, $F_{(1,28)} = 1.333$, $p > 0.05$ no es significativa.

A la vista de la tabla, podemos observar que únicamente se han encontrado diferencias significativas en la dirección (véase tabla 4), cuando esta es hacia delante (631.82), comparado con la dirección que indica hacia atrás (620.18).

Tabla 4.1. Estadísticos descriptivos. Sham.

| Contenido | Dirección | N | media | SD | SE |
|------------------------|------------------|----------|--------------|-----------|-----------|
| aproximación (sham) | delante | 29 | 623.283 | 149.062 | 27.680 |
| | detrás | 29 | 621.431 | 128.036 | 23.776 |
| evitación (sham) | detrás | 29 | 618.934 | 154.712 | 28.729 |
| | delante | 29 | 640.359 | 160.115 | 29.733 |

Discusión

El presente estudio ha puesto a prueba la hipótesis de que el tiempo que transcurre entre un estímulo (frase) y la respuesta que se produce (pulsar la tecla), en este caso, la flecha hacia delante o atrás, deberá ser menor cuando la dirección de la flecha concuerde con la condición del verbo. En concreto, este estudio se ha centrado en la interacción entre la comprensión de las frases actitudinales y la ejecución de acciones motoras simultáneas (ACE), específicamente, cómo influye la estimulación tDCS. La hipótesis de la presente investigación planteaba que a diferencia de las condiciones anodal/sham la estimulación sería un efecto facilitador en el procesamiento, teniendo así, menor tiempo de reacción en las

frases en las que la dirección del verbo y de la flecha eran congruentes en comparación con cuando eran incongruentes (tanto en frases de aproximación como de evitación).

La cognición corporeizada enfatiza que, si bien la cognición humana y la de otros organismos es moldeada por los mismos factores corporales y ambientales, hay capacidades genuinamente humanas como la comprensión y la producción del lenguaje que, no obstante su complejidad, se han desarrollado a la par de capacidades más básicas. Aunque este campo de estudio aún se encuentra en desarrollo, la naturaleza multidisciplinaria de las ciencias cognitivas sugiere que es posible alcanzar una mejor comprensión sobre el lenguaje y sobre nuestra propia condición humana (Hernández Lopez, 2015).

En vista a los resultados, podemos concluir que tanto en la condición anodal como en la condición sham en la variable dirección se produce un efecto significativo ya que nos muestra una latencia de la acción motora mayor cuando la dirección es hacia adelante vs. detrás.

En la condición anodal, se produce una interacción significativa entre las variables “contenido*dirección”, en concreto, en la condición de evitación, la cuál apoya sólo parcialmente una de las hipótesis planteadas sobre el embodiment (cognición corporeizada). Por tanto, sí se ve una mayor facilitación en el efecto de la congruencia modulado por la estimulación tDCS, aceptando así una de las hipótesis planteadas en el estudio (evitación-detrás).

Según este enfoque, el procesamiento y la comprensión del lenguaje se basan en la activación de representaciones sensoriomotoras y experiencias corporales asociadas. Cuando

leemos o escuchamos palabras relacionadas con acciones o experiencias corporales, se activan en nuestro cerebro las mismas regiones y redes neuronales que se activarán si estuviéramos experimentando físicamente dichas acciones, lo que ayuda a comprender y dar significado al lenguaje (Hernández, 2015). Esta explicación se relaciona con la diferencia encontrada en la condición de evitación entre los movimientos delante-detrás, es decir, los tiempos de reacción son menores cuando el movimiento es hacia atrás (congruente) y mayores cuando el movimiento es hacia delante (incongruente), observando así que los sujetos se han mostrado más lentos, aceptando en este caso particular la hipótesis propuesta en este estudio, lo que confirma que a través de la comprensión y las activaciones neuronales las personas representamos las acciones motoras antes de ejecutarlas.

En estudios anteriores se ha concluido con la posibilidad de que las simulaciones motoras sean solo una consecuencia descendente de los procesos semánticos "reales" (Papeo et al., 2015) que no contribuyen a la comprensión del significado lingüístico (Chatterjee, 2010; Mahon, 2015; Mahon y Caramazza, 2008). Quizás estos datos nos sumergen en la ausencia del efecto de congruencia en los resultados obtenidos, ya que, se esperaba obtener un claro efecto ACE en el presente experimento y se ha visto que no ha sido así.

El ACE apoya la noción de que la comprensión del lenguaje se basa en la simulación de la experiencia de cuando la acción es realmente realizada (embodiment). Es decir, el significado de una oración viene dado por la comprensión de cómo se pueden realizar las acciones descritas por la oración o cómo la oración cambia las posibilidades de acción (Glenberg et al., 2002). En este estudio, se ha visto que el efecto de congruencia sólo se cumple en las frases de contenido evitación, si ha habido un efecto de estimulación. Además,

se ha observado un efecto general del movimiento, donde se ha visto una mayor lentitud en los movimientos hacia adelante vs. hacia detrás.

En algunos estudios de ACE, la respuesta motora se retrasa hasta después de la ejecución de una tarea semántica, además del proceso de comprensión ordinario. Por ejemplo, el juicio de sensibilidad de Glenberg y Kaschak (2002) requiere que los participantes lean toda la frase y luego realicen un proceso metacognitivo para decidir si mueven la mano en una dirección determinada. En otras palabras, no sólo se retrasa la respuesta motora, sino que también se solicita una tarea intermedia.

Nuestros resultados muestran que el procesamiento de las acciones verbales no interfiere con la dirección espacial requerida por la ejecución de una acción motora parcialmente. Dicha interferencia se debería producir cuando ambos tipos de dirección son congruentes: acción aproximativa-movimiento hacia adelante, acción evitativa-movimiento hacia detrás. Por lo tanto, a pesar de la evidencia de que la acción verbal y la ejecución de la acción motora requieren de representaciones motoras compartidas, en el presente estudio, no se ha podido comprobar dicho efecto en su totalidad. En el presente estudio, se obtuvieron unos resultados que recalcan la significación del movimiento (delante-detrás), concretamente en la condición de evitación, por encima de la congruencia (aproximación- delante; evitación-detrás) y de la interacción entre ambos. No se sabe con exactitud la razón de los resultados obtenidos y por ello, se hace recomendable la realización de nuevos experimentos modificando convenientemente la estrategia y técnicas experimentales empleadas.

Teniendo en cuenta esta teoría y los resultados encontrados, en la estimulación anodal, si nos centramos en la “dirección” se muestran unos tiempos de reacción mayores cuando la

flecha es arriba, lo que respalda que la comprensión de la frase dificulta la ejecución de la acción motora solo cuando es adelante, independientemente de la dirección (aproximación/evitación). Este efecto es interesante ya que, por ejemplo, en una simulación para la comprensión de frases de aproximación social tanto la aproximación (aceptar) como la evitación (rechazar) implica un sentido “corpóreo” de aproximación asociado a que se representa una interacción con otros, lo que sería transferencia hacia delante.

Añadir, ningún estudio está exento de errores, ya que estos pueden originarse de forma aleatoria, por azar; y por ende incidir en una menor precisión de los resultados ulteriores (errores aleatorios); o de forma sistemática, impactando en la exactitud, o en la veracidad del fenómeno en estudio. En este estudio, uno de los posibles sesgos caería en manos del propio investigador, ya que al tratarse de alumnas no profesionales en la aplicación del tDCS, influye en la administración del mismo. A su vez, la muestra de participantes utilizada puede que no sea representativa de la población en general, ya que se trataba en su mayoría de estudiantes jóvenes universitarios, lo que desencadenaría resultados poco generalizables. Además, el ambiente donde tuvo lugar la administración de la tDCS era compartido por otros investigadores, influyendo así en la distracción de los sujetos en cierta medida. Y por último, el tiempo transcurrido entre la finalización de la estimulación y el comienzo del experimento era variable de un sujeto a otro debido a factores externos, como el desplazamiento al cubículo donde se encontraba el ordenador para dicha tarea.

Por otro lado, según estudios anteriores el área BA6 está involucrada en la comprensión y producción del lenguaje, concretamente en lo que se refiere a la acción y el significado figurado. A su vez, está implicada en la representación y procesamiento de acciones verbales y simbólicas del lenguaje, cuya activación puede reflejar una simulación

mental de las acciones descritas en las oraciones facilitando así su comprensión (Navarro, B., 2023). La presente investigación apoya parcialmente (sólo en contenido de evitación) que la estimulación de este área cerebral facilita el procesamiento de los componentes motores para la comprensión del significado de la frase, pero solo en las frases de evitación. Esto hace necesario la existencia de futuras nuevas investigaciones para comprobar este efecto y el porqué no se ha producido en las frases de aproximación (sólo en contenido evitativo).

El área BA6 no se limita únicamente a la planificación y ejecución de movimientos motores, sino que también desempeña un papel crucial en la representación y comprensión del lenguaje, especialmente en relación con el significado figurado y simbólico. (Schuil, K., 2013).

Conclusiones

A modo de conclusión, nuestro estudio demuestra que la estimulación anodal administrada sobre la BA6 solo mejora el efecto de congruencia cuando el contenido de la frase es de evitación. Se encuentra un efecto en la dirección que se da tanto en la condición anodal como en la condición sham, esta última no está modulada por la estimulación. Esto apoya parcialmente la modulación del efecto de congruencia por la estimulación anodal en las frases con contenido de evitación.

Es cierto que la simulación motora de la acción durante la lectura, está asociada con la activación neuronal motora. En concordancia con el enfoque de la cognición corporeizada, usar el cuerpo para llevar a cabo acciones, tiene algún efecto sobre nuestra capacidad de comprender y producir el lenguaje, basándose así en la activación de representaciones

sensoriomotoras y experiencias corporales asociadas. Cuando leemos o escuchamos palabras relacionadas con acciones o experiencias corporales, se activan en nuestro cerebro las mismas regiones y redes neuronales que se activarán si estuviéramos experimentando físicamente dichas acciones, lo que ayuda a comprender y dar significado al lenguaje (Hernández, 2015). En relación a los resultados encontrados en la presente investigación, se apoya parcialmente la teoría de la cognición corporeizada (embodiment), ya que solo se ha visto significación en el efecto de congruencia en la condición de evitación. Finalmente, respecto al efecto encontrado en la dirección, puede atribuirse a que los participantes representan la interacción en su conjunto (contenido*dirección) con sentido motor hacia detrás, independientemente si la condición de interacción es aproximación- delante o evitación-detrás.

Es novedad en el presente estudio la estimulación del área BA6 y, esto es así, ya que, esta está implicada en la planificación y la ejecución de movimientos motores, además de, también desempeñar un papel crucial en la representación y comprensión del lenguaje, especialmente en relación con el significado figurado y simbólico. (Schuil et al., 2013). A decir de las implicaciones en la comprensión de lenguaje de acción social del área premotora BA6, dicha área facilita el procesamiento motor para la comprensión del significado de la frase, lo que sólo ocurre en la condición de evitación. Esto sugiere futuros estudios para ver a qué se debe que el efecto sólo ocurre en las frases de contenido de evitación.

Para finalizar, la actual investigación acepta las hipótesis planteadas, ya que se ha visto que el efecto de la congruencia frase-acción motora ha estado modulado por la estimulación tDCS en el área cerebral BA6, en concreto cuando el contenido de la frase es de evitación. Es por ello, que se hace recomendable investigaciones futuras para ver por qué el

efecto sólo se produce en la condición de evitación y no en la de aproximación, ambas de igual relevancia.

Referencias

Berckman, E. T., y Lieberman, M. D. (2010). Approaching the Bad and Avoiding the Good: Lateral Prefrontal Cortical Asymmetry Distinguishes between Action and Valence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(9), 1970-1979.

Bergen, B. K. (2013, Octubre). *El cerebro y el lenguaje*. RBA LIBROS

Carver, C. S., y Harmon-Jones, E. (2009). Anger is an approach-related affect: Evidence and implications. *Psychological Bulletin*, 135, 183– 204.

Chen, M. y Bargh, JA (1999). Consecuencias de la evaluación automática: Predisposiciones conductuales inmediatas para acercarse o evitar el estímulo. *Boletín de Personalidad y Psicología Social*, 25 (2), 215–224.

De Vega, M., Moreno, V., & Castillo, D. (2013). The comprehension of action-related sentences may cause interference rather than facilitation on matching actions. *Psychological Research*, 77, 20–30.

Glenberg, A. M. y Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review* 9: 558.

Hernández López, H. (2015). Cuerpo y lenguaje en la cognición corporeizada. *Elementos*, 98, 11-15.

Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2011). TDCs Polarity Effects in Motor and Cognitive Domains: A Meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216(1), 1-10.

López, H. H. E., & Veladez, J. H. (2014). Sistema motor y comprensión lingüística en la cognición corporizada. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 10(22), 43-50.

Maroto Sánchez, Á. (2017). Estimulación magnética transcraneal y estimulación transcraneal de corriente directa. Dos técnicas novedosas en la intervención del lenguaje (Trabajo de fin de grado). Facultad de Medicina, Grado en Logopedia, [Universidad Valladolid].

Marrero, H., Yagual, S. N., Díaz, J. M., Gamez, E., Lemus, A., Urrutia, M., Nuez, A., & Beltran, D. (2023). Embodied representation of approach and avoidance attitudes by language: Pro is forward, against is backward. *Adaptive Behavior*, 0(0), 1–8.

Navarro, B. (2023, 5 julio). *Áreas de Brodmann*. Kenhub.

Neuropsicología, I. (2020). Funciones de los lóbulos cerebrales. *Terapias de Estimulación Cognitiva*.

Papeo, L., Vallesi, A., Isaja, A., & Rumiati, R. I. (2009). Effects of TMS on Different Stages of Motor and Non-Motor Verb Processing in the Primary Motor Cortex. *Plos one*, 4(2): e4508.

Sánchez, Á. T. L. (2017). *Estimulación magnética transcraneal y estimulación transcraneal de corriente directa. Dos técnicas novedosas en la intervención del lenguaje.*

Schuil, K. D., Smits, M., & Zwaan, R. A. (2013). Sentential context modulates the involvement of the motor cortex in action language processing: an fMRI study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7.

Yagual Rivera, S. N. (2019). *Aproximación/ evitación en el lenguaje cotidiano de acciones y diferencias individuales: medidas conductuales y electrofisiológicas.* (Tesis doctoral).

Facultad de Psicología y Logopedia Departamento de Psicología Cognitiva, Social y Organizacional, Instituto Universitario de Neurociencia (IUNE), Universidad de La Laguna, Tenerife, España.

Yang, J., & Shu, H. (2015). Involvement of the motor system in comprehension of non-literal action Language: a meta-analysis study. *Brain Topography*, 29(1), 94-107.

Yáñez Canal, J., & Perdomo Salazar, A. (Eds.). (2011). *Cognición Corporeizada y Embodiment.* Polisemia, (11), 96-102. Bogotá. ISSN: 1900-4648.

Anexos

Anexo 1: Consentimiento informado para la participación en el estudio de tDCS

INTRODUCCIÓN

Antes de participar en este estudio experimental tiene el derecho de obtener toda la información relativa a los procedimientos que se utilizarán en el mismo. En estas páginas se le proporciona toda la información que deberá leer detenidamente antes de que se decida a participar en el tratamiento. No dude en preguntar al investigador si tiene alguna duda o necesita alguna aclaración bien sea antes, durante o después de leer este documento.

FINALIDAD

En este estudio se pretende investigar la efectividad de los protocolos de estimulación de corriente continua directa para el tratamiento de la depresión.

PROTOCOLO tDCS y tACS

La sesión se basará en protocolos estándar descritos en otros estudios sobre estimulación eléctrica transcraneal y consiste en la estimulación eléctrica continua (tDCS) o de baja intensidad (2 mA) durante un periodo aproximado de 20 minutos. Se colocarán 2 grandes electrodos (anódico y catódico) sobre el córtex prefrontal derecho e izquierdo. Inicialmente notará una sensación de hormigueo al aplicarle la corriente, pero poco a poco dejará de notarla. Por razones de seguridad la estimulación se hace con una batería eléctrica, como la de una linterna, sin que el estimulador esté conectado a la red. Durante el periodo de estimulación deberá permanecer relajado/a siguiendo las instrucciones del experimentador.

Una vez terminado el periodo de estimulación, se desconectarán los electrodos y usted podrá realizar vida normal.

RIESGOS

El protocolo que se llevará a cabo no implica un riesgo para su salud. De hecho, la estimulación eléctrica se utiliza a veces para rehabilitación motora en pacientes con accidente cerebrovascular e incluso para la mejora del aprendizaje. El efecto de la estimulación podría notarse post estimulación, pero es de duración limitada (en torno a una hora) y no altera su actividad normal a lo largo del día. Dada la baja intensidad de la estimulación, apenas se ha informado en la bibliografía científica de efectos adversos por la aplicación de la tDCS.

CONFIDENCIALIDAD

Su identidad como participante en este estudio se mantendrá de forma confidencial, no se revelará bajo ninguna circunstancia y tampoco aparecerá su nombre en ningún informe o publicación derivada de este estudio.

DERECHO A RETIRARSE DEL ESTUDIO

Su participación en el estudio es voluntaria. Tiene derecho a retirarse del estudio en cualquier momento, y su decisión no afectará, bajo ningún concepto, a su relación profesional con los investigadores o profesores.

PREGUNTAS

En cualquier momento, podrá solicitar información adicional al Dr. Manuel de Vega (teléfono 922 317511 o 922317971) sobre cualquier duda o aclaración que necesite.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, D/Dña. _____

- He leído (o se me ha leído) la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre las características del estudio.
- He recibido suficiente información sobre el estudio.
- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.
- Presto libremente mi conformidad

Fecha: _____ Firma del paciente o del participante

PROTOCOLO DE INFORMACIÓN ORAL AL PACIENTE O VOLUNTARIO

Estudio experimental de trastornos neuropsiquiátricos o neurológicos con estimulación cerebral no invasiva.

IP: Manuel de Vega Rodríguez

PREPARACIÓN DEL PACIENTE O VOLUNTARIO PARA EL ESTUDIO

Antes de iniciar el procedimiento de tDCS (tACS) el voluntario debe responder las siguientes preguntas.

CUESTIONARIO DE SCREENING DE TMS (Adapted from Kel et al., 2000)

- ¿Ha tenido alguna reacción adversa al tDCS/tACS?
- ¿Ha tenido algún ataque?
- ¿Tiene alguna herida en la cabeza o ha tenido alguna cirugía?
- ¿Ha sufrido de zumbido de oídos (tinnitus) o tiene un historial médico de zumbido en los oídos?

- ¿Tiene algún tipo de metal en la cabeza como clips quirúrgicos, fragmentos de soldadura, etc.? ¿fuera de la boca?
- ¿Tiene algún implante como marcapasos, bombas médicas (medical pumps) o intracardiac lines?
- ¿Sufre dolor de cabeza de forma frecuente o severa?
- ¿Tiene o ha tenido alguna otra cuestión relacionada con la cabeza?
- ¿Ha tenido alguna enfermedad que le haya causado alguna herida en el cerebro?
- ¿Está tomando algún medicamento?
- ¿Alguien en la familia ha tenido epilepsia?
- ¿Necesita usted más explicación sobre la tDCS?

He comprendido la información que antecede y que me ha sido explicada satisfactoriamente. Fdo: el voluntario:

Nombre _____

DNI: _____

Anexo 2: Test de sinónimo

Cuestionario PMA

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|----------------|-----------------|
| 1 HÚMEDO | A) Corto | B) Humano | C) Mojado | D) Moderado |
| 2 RÁPIDO | A) Mayor | B) Ligero | C) Estrecho | D) Vigoroso |
| 3 DIARIO | A) Variable | B) Cotidiano | C) Indiferente | D) Insostenible |
| 4 ESPLÉNDIDO | A) Expansivo | B) Alegre | C) Rígido | D) Magnifico |
| 5 HABITUAL | A) Nocturno | B) Circular | C) Principal | D) Usual |

| | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| 6 FLUIDO | A) Lívido | B) Muerto | C) Líquido | D) Hablador |
| 7 HOLGAZÁN | A) Gandul | B) Travieso | C) Inculto | D) Útil |
| 8 DESAMPARADO | A) Ocre | B) Absurdo | C) Trastornado | D) Abandonado |
| 9 RARO | A) Santo | B) Tosco | C) Escaso | D) Débil |
| 10 CONTENTO | A) Fastidioso | B) Continuo | C) Difamatorio | D) Satisfecho |
| 11 ENOJADO | A) Risueño | B) Pobre | C) Enfadado | D) Doméstico |
| 12 BENEFICIOSO | A) Artificial | B) Domesticable | C) Útil | D) Picante |
| 13 MOHOSO | A) Tónico | B) Herrumbroso | C) Informe | D) Mudo |
| 14 TOSCO | A) Áspero | B) Diminuto | C) Cinestésico | D) Fangoso |
| 15 TERAPÉUTICO | A) Diagramático | B) Amorfo | C) Curativo | D) Gramatical |
| 16 SOBRIO | A) Sucio | B) Sombrío | C) Parco | D) Apropiado |
| 17 FESTIVO | A) Delicioso | B) Divertido | C) Potente | D) Forastero |
| 18 AUGUSTO | A) Majestuoso | B) Delgado | C) Digestible | D) Válido |
| 19 DIFAMANTE | A) Deshonroso | B) Forense | C) Hortícola | D) Impresionante |
| 20 EDUCADO | A) Rico | B) Ciudadano | C) Cortes | D) Ignorante |
| 21 ORIGINAL | A) Oral | B) Abandonado | C) Primero | D) Fidedigno |
| 22 NOVEL | A) Costoso | B) Nuevo | C) Hosco | D) Radical |
| 23 FAMOSO | A) Célebre | B) Leal | C) Renovado | D) Ágil |
| 24 SISTEMÁTICO | A) Tembloroso | B) Ordenado | C) Jubiloso | D) Ambicioso |
| 25 FATIGADO | A) Dócil | B) Grave | C) Cansado | D) Fanático |
| 26 RESPLANDECIENTE | A) Fonético | B) Acerbo | C) Brillante | D) Intrépido |
| 27 GENEROSO | A) Olvidadizo | B) Ardiente | C) Liberal | D) Provocativo |
| 28 REGIO | A) Blando | B) Facial | C) Reciente | D) Real |
| 29 FLEXIBLE | A) Lastimoso | B) Formal | C) Plegable | D) Pacífico |
| 30 SAGAZ | A) Exótico | B) Aparente | C) Astuto | D) Dócil |

| | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|----------------|-------------------|
| 31 IRREFLEXIVO | A) Paciente | B) Preferible | C) Paralelo | D) Atolondrado |
| 32 DEFICIENTE | A) Constante | B) Triste | C) Falto | D) Peculiar |
| 33 VIGILANTE | A) Alerta | B) Indulgente | C) Valeroso | D) Naciente |
| 34 MÍNIMO | A) Húmedo | B) Restringido | C) Tranquilo | D) Ínfimo |
| 35 GALANTE | A) Caballeroso | B) Auténtico | C) Alevoso | D) Probable |
| 36 ALOCADO | A) Femenino | B) Casual | C) Aturdido | D) Cómico |
| 37 DISCRETO | A) Caustico | B) Fragante | C) Honorable | D) Prudente |
| 38 PREDESTINADO | A) Simplificado | B) Fatal | C) Directivo | D) Afortunado |
| 39 ETERNO | A) Importante | B) Benigno | C) Inestimable | D) Perpetuo |
| 40 PRÓDIGO | A) Compuesto | B) Licencioso | C) Digno | D) Despilfarrador |
| 41 DEFECTUOSO | A) Oculto | B) Mítico | C) Imperfecto | D) Externo |
| 42 VAGO | A) Invalido | B) Oscuro | C) Indecente | D) Vermiforme |
| 43 ESENCIAL | A) Clásico | B) Indispensable | C) Deplorable | D) Veraz |
| 44 IMPULSIVO | A) Impetuoso | B) Petrificado | C) Inmaduro | D) Compulsivo |
| 45 APOCADO | A) Ficticio | B) Tímido | C) Valioso | D) Alfabético |
| 46 ERRÓNEO | A) Solemne | B) Falso | C) Irónico | D) Trágico |
| 47 BENÉVOLO | A) Amable | B) Perfecto | C) Adecuado | D) Modesto |
| 48 LETAL | A) Adusto | B) Mortal | C) Lácteo | D) Abigarrado |
| 49 LACERADO | A) Disgustado | B) Herido | C) Orlando | D) Agobiado |
| 50 INSOLENTA | A) Estudioso | B) Envidioso | C) Altanero | D) Accidenta |

Anexo 3: Guión de Instrucciones

Se le da la bienvenida al/a participante, se le pasa el cuestionario para el consentimiento y la cumplimentación de la ficha “Test de sinónimo”.

Se le acompaña a la sala destinada a realizar el experimento y se le pide que tome asiento para empezar la explicación.

Parte I: colocación de electrodos

-Experimentadora- Ahora vamos a comenzar a colocar los electrodos, mientras te vamos a ir explicando y si tienes alguna duda, inquietudes o te aprieta algo nos lo dices sin problema ninguno.

Estas alfombrillas (se señalan las alfombrillas humedecidas con el electrodo) son los electrodos, la grande va en el hombro izquierdo y la pequeña en la cabeza. Para hallar el punto exacto donde se colocará el electrodo de la cabeza, voy a medirte (se señalan los 4 puntos clave que servirán para medir y encontrar el punto exacto). Además, para reducir un parámetro que se llama impedancia que no es más que la resistencia a la conducción de la electricidad, vamos a añadir un poco de gel electrolítico (una solución salina concentrada) para que no de problemas.

Una vez, tenemos todo colado le comentamos que lo normal con la tDCS es que se sienta un picor o ganas de rascarte tanto en el hombro como en la cabeza o en una solo. Es incómodo, pero no doloroso y se pasa enseguida. Si por alguna razón te duele, nos avisas y te lo retiramos.

Ahora te vamos a dejar veinte minutos, recuerda estar lo más quieta/o posible. Volveremos en un rato y estaremos viniendo para comprobar que la estimulación es correcta.

Tras pasar los veinte minutos, las experimentadoras vuelven y le indican al/a participante que puede continuar con el bloque experimental. Una vez terminado el último bloque se despide al participante y se le agradece su participación.

Parte II: comienzo del experimento

-Experimentadora- Bienvenido/a, muchas gracias por participar, nuestros nombre son Eloísa y Andrea y vamos a ser las encargadas de pasarte el experimento, cualquier duda o consulta nos preguntas sin problemas. Ahora le vamos a contar en qué consiste la técnica y la tarea que se va a desarrollar.

La técnica para este experimento es la tDCS que significa estimulación transcraneal por corriente directa, es no invasiva y consiste en la colocación de dos electrodos (anodal/catodal), uno en el hombro derecho y el otro en la zona izquierda de la cabeza aproximadamente encima de la oreja izquierda, se medirá con unos requisitos específicos. Con esta técnica lo que vamos a hacer es modular la actividad cerebral de esa zona precisamente.

La tarea a desarrollar consiste en la presentación de frases presentadas fragmentadas de manera muy rápida y tienes que prestar atención a las frases. En el tercer segmento de cada una aparecerá una flecha (arriba o abajo) y tú tienes que presionar la que aparezca en la pantalla, mientras que, además, después de algunas frases aparecerá un pregunta en relación a la anterior y tendrás que responder Sí o No (representados con la flechas hacia la derecha y la flecha hacia la izquierda). Tienes que tener el dedo índice reposando en el punto verde (en el centro de todas las flechas) de manera que quede la misma distancia a cada una de ellas para responder, de esta manera podrás responder lo más rápido que puedas, aunque lo importante es hacerlo lo mejor posible. Antes de comenzar el experimento real, hay un bloque de ensayo para que puedas ver el procedimiento más fácil y así si tienes alguna duda podrás preguntarnos.