



Trabajo de Fin de Grado de Psicología

Curso 2016-2017

Efectos de la Estimulación con tDCS en rIFG sobre la comprensión y el recuerdo de negaciones

Alumna: Ana Carolina Rodríguez Cruz

Tutor académico: Manuel de Vega

Departamento de Psicología Cognitiva, Social y Organizacional

Facultad de Psicología de la Universidad de La Laguna

Resumen

Los estudios sobre la negación lingüística han demostrado que ésta reduce la activación de los conceptos negados en el contexto de frases. Además, las frases negativas de acción reducen la activación del córtex motor comparado con las frases de acción afirmativas. Éste estudio plantea la hipótesis de que la comprensión de frases negativas reutiliza la red neural de la inhibición motora, verificando si el giro frontal inferior derecho (rIFG) desempeña un papel funcional en la comprensión y recuerdo de frases negativas. Para ello, se estimuló eléctricamente (tDCS) dicha área, esperando que la reducción de activación (estimulación catódica) mejoraría el recuerdo de frases negativas, mientras que el incremento de activación (estimulación anódica) disminuiría su recuerdo. Los resultados no confirmaron las hipótesis, probablemente debido a falta de potencia estadística o a la dificultad de la tarea de memoria (efecto suelo), relacionada a su vez con la alta demanda cognitiva de las tareas distractivas.

Palabras clave: tDCS, rIFG, negaciones, control inhibitorio, teorías corpóreas.

Abstract

Studies on linguistic negation have shown that it reduces the activation of negated concepts in the context of sentences. Moreover, negative action sentences reduce motor cortex activation compared to affirmative action sentences. This study addresses the hypothesis that the comprehension of negative sentences reuses the neural network of motor inhibition, verifying whether the right inferior frontal gyrus (rIFG) plays a functional role in understanding and remembering negative sentences. For this purpose, the rIFG was stimulated electrically (tDCS), hoping that reducing its activation (cathodal stimulation) would improve the recall of negative sentences, whereas increasing its activation (anodal stimulation) would impair memory. The results did not confirm the hypotheses, probably due to lack of statistical power or to the difficulty of the memory task (floor effect) related on its side to the high cognitive demand of the distractive tasks.

Keywords: tDCS, rIFG, negations, inhibition response, embodied

Efectos de la Estimulación con tDCS en rIFG sobre el Recuerdo de Oraciones Negativas y Afirmativas

Estudios sobre la corporeidad del lenguaje

Durante la década de los 80 y 90 se llevaron a cabo una serie de estudios sobre modelos de situación en el ámbito de la psicología cognitiva. Estas investigaciones ya sugerían que, durante la comprensión del discurso, las personas construyen representaciones análogas a la experiencia, incluyendo aspectos espaciales, temporales, emocionales o interpersonales de la situación (de Vega, 2005).

Según las teorías corpóreas, el significado en el nivel de oraciones se rige por los siguientes aspectos (Cuetos, González y de Vega, 2015):

- El significado es referencial, es decir, las personas no hacemos una representación independiente de las palabras y oraciones, sino que elaboramos un modelo de la situación a la que se refieren.
- Las oraciones se refieren a situaciones concretas, como experiencias visuales (“el ordenador esta sobre la silla”), auditivas (“Marta escucha una salsa”), motoras (“Luis lanzó la pelota”) o emocionales (“Marta vio morir a su perro fiel”).
- Según las investigaciones, durante la comprensión de este tipo de oraciones, se movilizan representaciones corpóreas, incluyendo aspectos visuales, motores, etc. de la situación.
- Las teorías corpóreas consideran que la comprensión de oraciones implica simulaciones sensoriomotoras de los eventos, siendo una característica esencial del significado lingüístico.

En la actualidad, los estudios sobre la corporeidad del significado se han podido corresponder con dos claras líneas metodológicas: estudios conductuales y estudios neurológicos.

Entre los estudios conductuales encontramos una diversidad de investigaciones relevantes, entre ellas, la llevada a cabo por Tucker y Ellis (2004; descrito por Dutriaux y Gyselinck, 2016). Los participantes debían indicar si el objeto presentado como una imagen estaba hecho por el hombre, o si, por el contrario, era natural. La respuesta para una de las categorías era de potencia (apretar un dispositivo con el meñique, anular y medio) y de precisión (apretar el dispositivo con el índice y el pulgar) para la otra condición. Algunos de los objetos presentados normalmente pueden ser manipulados mediante el agarre de potencia (ej. una botella o un pepino) y otros con un agarre de precisión (ej. una uva o una llave). En la investigación se observaron tiempos de reacción más rápidos cuando la respuesta y la forma de agarre del objeto eran congruentes.

En otro estudio, realizado por Grezes, Tucker, Armony, Ellis y Passingham (2003), se determinó que las respuestas motoras eran más rápidas cuando el objeto era compatible con la acción motora, mientras que se producía una respuesta más lenta en aquel objeto incompatible con el tipo de agarre. Estos resultados sugieren que la diferencia entre los tiempos de reacción entre ensayos congruentes e incongruentes es debido al efecto de facilitación por las acciones congruentes o a un efecto de interferencia en las acciones incongruentes.

Por otra parte, de Vega, Robertson, Glenberg, Kaschak y Rinck (2004; descrito por de Vega, 2005), llevaron a cabo un estudio en el que los participantes, tanto españoles como norteamericanos, debían leer pequeños textos que contenían una oración que describía a un personaje realizando dos acciones manuales, sucesiva o simultáneamente, a través del uso de

adverbios “después de” o “mientras” (“el campesino después de cortar leña con el hacha, pintó la valla de blanco” o bien, “ El campesino mientras cortaba leña con el hacha, pintó la valla de blanco). Tras registrar el tiempo de lectura, se observó una lectura más lenta en la segunda cláusula de la condición de simultaneidad que en la segunda cláusula de sucesión. Esto puede indicar que el lector tiene dificultades a la hora de simular mentalmente la realización de dos acciones simultáneas que implican la misma actividad muscular.

Los paradigmas de doble tarea también han aportado evidencia empírica a estas teorías. En éstos, los sujetos deben comprender oraciones de acción, mientras que realizan simultáneamente una acción motora que puede ser similar o no con la oración mencionada. De esta forma, nos encontramos con el paradigma de compatibilidad oración-acción (COA) propuesto por Glenberg y Kaschak (2002; descrito por Cuetos et al., 2015). Los participantes debían leer oraciones que, o bien, describía un movimiento de transferencia hacia sí mismo (“Raúl te entregó la pizza”) o hacia otro (“tú le entregaste la pizza a Raúl”). Además, se les presentaban oraciones de relleno que resultaran incoherentes (“Mónica te cantó un reloj”). Los sujetos debían juzgar si la oración era coherente o no. La mitad de ellos respondían <sí>, moviendo una palanca hacia delante, mientras que la otra mitad respondía <sí> moviendo la palanca hacia atrás. Estas respuestas resultaron más rápidas en las condiciones en que la dirección del movimiento motor y la dirección de la transferencia coincidían (Transferencia hacia otro-movimiento hacia adelante y transferencia hacia sí mismo- movimiento hacia atrás).

En general, los estudios de COA muestran un efecto de facilitación entre significado y acción cuando ambos implican acciones similares o compatibles (Cuetos et al., 2015).

En cuanto los estudios neurológicos, numerosas investigaciones han demostrado que durante el procesamiento de verbos o de oraciones de acción se produce una activación automática de la corteza motora o premotora, indicando una simulación neural.

Como señalan Dutriaux y Gyselinck (2016), es posible que, en esta simulación de la acción, intervenga el sistema de neuronas espejo. Estas neuronas fueron descubiertas por el equipo de Giacomo Rizzolatti de la Universidad de Parma, mientras realizaban estudios con macacos. Inicialmente, implantaron microelectrodos en neuronas específicas de la corteza premotora del cerebro de los macacos, específicamente sobre el área F5, homóloga del área de Broca en los humanos. A través de estos electrodos se registró actividad en algunas de las neuronas cada vez que el animal realizaba un movimiento, pero lo más llamativo fue comprobar que esas neuronas también se activaban cuando el mono veía un movimiento, indicando que estas neuronas también se utilizan para comprender las acciones de otros (descrito en Cuetos et al., 2015).

Por medio de técnicas de neuroimagen, se ha determinado también en los humanos que durante la observación de acciones que conllevan la manipulación de objetos se produce una activación neuronal en la circunvolución temporal media y la parte caudal de la circunvolución frontal inferior izquierda -área de Broca- (Rizzolatti, Fadiga, Matelli, Bettinardi, Paulesu, Perani y Fazio, 1996). Por otro lado, Grezes et al. (2003) encontraron una mayor actividad en el parietal y en el córtex prefrontal y premotor inferior en estudios con fMRI. Estos estudios sugieren que en los humanos también existe un sistema de neuronas espejos, probablemente más extenso y complejo que en los macacos.

En cuanto al papel de la corteza motora y de las neuronas espejo en la comprensión del lenguaje de acción, Tettamanti, Buccino, Saccuman, Gallese, Danna, Scifo, Fazio, Rizzolatti, Cappa y Perani (2005; descrito en Cuetos et al., 2015) demostraron, a través del uso de fMRI,

que se activaba una región específica de la corteza frontal inferior izquierda -opérculo central- cuando se comprendían las oraciones con verbos de acción, pero no en las oraciones abstractas. Esta región pertenece al área de Broca, que se ha relacionado con la planificación y observación de acciones motoras.

Finalmente, a través de los resultados obtenidos mediante fMRI de Pulvermüller (2005) se comprobó que durante la escucha pasiva de verbos de acción correspondientes a las manos (lanzar, coger, etc.), de los pies (saltar, bailar, etc.) o de la boca (comer, soplar, etc.) las áreas somatotópicas del córtex se activaban parcialmente al igual que cuando se ejecutaban las acciones correspondientes que previamente se habían registrado.

El rol de la memoria en los estudios de corporeidad

Actualmente, la memoria está siendo introducida como una nueva variable en los estudios sobre la corporeidad del lenguaje.

Dutriaux y Gyselinck (2016) llevaron a cabo un experimento (Exp. 2) especialmente relevante para el presente estudio. Intentaban determinar si la simulación motora que subyace a la comprensión del lenguaje de acción tiene un impacto en la representación conceptual almacenada en la memoria a largo plazo.

En el experimento cada participante era expuesto a una fase de aprendizaje, luego a una tarea distractora y finalmente a una fase de recuerdo que se realizaba de forma oral. Los participantes debían memorizar una serie de palabras relativas a objetos manipulables o no manipulables mientras adoptaban una postura específica. En la condición control debían colocar las manos enfrente de ellos, mientras que, en la condición experimental las manos iban detrás de la espalda, sujetando una de ellas la muñeca de la otra.

Con este experimento se demostró que, en esta última postura, el recuerdo de palabras de objetos manipulables era inferior que, en la postura de control, mientras que con las palabras de objetos no manipulables no había diferencia entre ambas posturas. Esto sugiere que la memoria relativa a nombres de objetos manipulables comparte recursos con el sistema motor, como evidencia el hecho de que la postura de bloque motor -las manos detrás de la espalda- interfiera selectivamente con el recuerdo de nombres de objetos manipulables.

Control inhibitorio en rIFG

Una característica común del ser humano es la habilidad para revertir decisiones antes de ser ejecutadas. Este proceso de control cognitivo, denominado respuesta inhibitoria, permite a las personas evitar situaciones potencialmente dañinas (Jacobson, Javitt y Lavidor, 2011). Por ejemplo, en situaciones de la vida cotidiana detenemos la conducción del automóvil cuando el semáforo se pone en rojo, o interrumpimos a marcha cuando un niño se atraviesa en el camino.

La respuesta inhibitoria se ha podido relacionar con una amplia red de estructuras cerebrales interconectadas, entre las cuales destaca el papel del giro frontal inferior derecho (rIFG). Las investigaciones sobre este tema se dividen en dos tipos de acercamientos: imágenes cerebrales y lesiones cerebrales.

Por ejemplo, en un estudio de laboratorio con fMRI, Li, Huang, Yan, Paliwal, Constable y Sinha (2008; mencionado por Jacobson et al., 2011), mostraron que cuando los sujetos se ven forzados a realizar una inhibición de una respuesta dominante (por ejemplo, en una tarea Go/NoGo) se producía una mayor activación de múltiples áreas corticales, entre ellas el rIFG y el giro frontal medial.

Asimismo, Aron, Fletcher, Bullmore, Sahakian y Robbins (2003), decidieron estudiar una región específica del prefrontal que estuviese dañada en pacientes cerebrales. Los sujetos, que presentaban lesiones en el lóbulo frontal derecho, debían realizar una tarea de stop-signal (SST), que tiene una gran demanda de procesos inhibitorios. En esta tarea los sujetos siempre reciben una señal Go (apretar una tecla), pero de vez en cuando recibían seguidamente una señal de stop cuando estaban preparando la respuesta (equivalente a un frenazo brusco) en la que tenían que responder rápidamente en las pruebas de “Go” e inhibir su respuesta en los “Stop”. En el paradigma stop-signal se puede estimar el tiempo de reacción de la inhibición (stop signal reaction time o SSRT). Los resultados mostraron, que aquellos sujetos con lesiones frontales derechas eran significativamente más lentos en la inhibición (SSRT) que los controles. Además, demostraron, a través de los datos obtenidos por MRI, que la respuesta inhibitoria puede ser localizada en una región del córtex prefrontal, específicamente en rIFG.

La negación

El lenguaje dispone de recursos sintácticos y morfológicos para expresar estados diversos de irrealidad, tal es el caso de la negación. La negación tiene la propiedad de alterar los valores de verdad de los enunciados y poseer características pragmáticas y cognitivas llamativas. La verificación de un enunciado negativo, se basa a veces en nuestros conocimientos pre-almacenados en la memoria semántica sin necesidad de contrastarla directamente con un evento concreto del mundo real; por ejemplo, podemos responder correctamente “un águila no es un mamífero” simplemente acudiendo a nuestro conocimiento general del mundo. En cambio, otras negaciones solo se pueden verificar en un contexto episódico particular (Cuetos et al., 2015), como la frase “a mi prima Mariana no le gusta nadar”

MacDonald y Just (1989) hicieron un estudio sobre la comprensión de oraciones negativas donde se les presentaba a los participantes oraciones como: “Todos los fines de semana Alicia no cocina pan sino galletas para los niños” o “todos los fines de semana, Alicia cocina pan, pero no galletas para los niños” o frases en las que no había negación. Tras leer cada oración, los participantes recibían una palabra de prueba. Se pudo observar que el nombre negado siempre se comprobaba más lentamente que el nombre no negado. Esto puso en evidencia que la negación es un reductor de la activación.

Tettamanti, Manenti, Della Rosa, Falini, Perani, Cappa y Moro (2008; descrito por Cuetos et al., 2015), registraron los cambios hemodinámicos del cerebro durante la comprensión de oraciones con un estudio de fMRI. Los participantes oían oraciones relativas a acciones manuales en forma de afirmación o negación (“ahora pulso el botón” o “ahora no pulso el botón”) y acciones abstractas también afirmativas o negativas (“ahora aprecio la lealtad”, “ahora no aprecio la lealtad”). Con este estudio se pudo observar actividad en la corteza motora y premotora (áreas fronto-parietales) durante la comprensión de oraciones afirmativas, mientras que en el análisis de oraciones negativas se obtuvo una reducción de actividad en las mismas áreas, es decir, las negaciones bloquean las representaciones motoras asociadas al lenguaje de acción.

En una investigación más reciente, realizada por de Vega, Morera, León, Beltrán, Casado y Martín-Loeches (2016) se pretendía estudiar si la comprensión de oraciones negativas usa mecanismos de respuesta inhibitoria a través del estudio del ritmo theta fronto-central obtenido con EEG. Dicho ritmo se conoce como un marcador de procesos inhibitorios. Para ello, se les pidió a los participantes que comprendieran oraciones afirmativas o negativas (ej. “ahora sí cortarás el pan” vs “ahora no cortarás el pan”) en una tarea de Go/NoGo. Cada ensayo experimental consistía en una frase presentada de forma

segmentada y al llegar al verbo se presentaba una señal Go (70% de las ocasiones) ante la cual debían apretar una tecla asignada, o bien una señal NoGo (30% restante) ante la cual debían evitar la respuesta. Los resultados mostraron una gran modulación de ritmos theta causada por la polaridad afirmativa o negativa de las oraciones. Específicamente, en los ensayos NoGo, el incremento en potencia de theta fronto-central era mayor en el contexto de oraciones afirmativas que negativas. Esto indica que las negaciones interactúan con el marcador neurofisiológico de la respuesta inhibitoria en los ensayos NoGo negativos, es decir, reduce la respuesta inhibitoria neural comparada con los ensayos NoGo afirmativos. Además, el estudio plantea la posibilidad de que el proceso de la negación sea corpóreo, ya que, el sistema neural de la inhibición está relacionado con los procesos motores.

Los estudios mencionados ofrecen numerosas evidencias empíricas que sustentan tanto la teoría del significado corpóreo, como la implicación del control inhibitorio en el procesamiento de negaciones y la localización de este proceso inhibitorio en rIFG.

El presente estudio tiene como objetivo añadir nuevas evidencias al respecto. Para llevar a cabo la investigación se empleó *transcranial direct current stimulation* (tDCS), una técnica no invasiva de estimulación del córtex cerebral que ha sido reintroducida en la última década en las investigaciones de neurociencia. Esta técnica se aplicó de forma unilateral y monopolar sobre el giro frontal inferior derecho (rIFG), correspondiente con el control inhibitorio, con el fin de comprobar si dicha estimulación puede modificar de forma selectiva el rendimiento en una tarea de comprensión y recuerdo de oraciones afirmativas y negativas.

En la realización del estudio se utilizó una tarea de memoria análoga a la empleada por Dutriaux y Gyselinck (2016), pero aplicando una serie de cambios para que cumpliera con el objetivo de la investigación. En primer lugar, los sujetos no debían adoptar una postura de interferencia, pudiendo estar en una posición que les resultara cómoda. En segundo lugar,

se empleó la técnica tDCS con el fin de comprobar si el rendimiento podía ser modificado mediante la intervención directa sobre la activación del área crítica (rIFG), y, por último, se manipuló la polaridad afirmativa vs negativa de las oraciones. De este modo, la tarea del sujeto consistía en memorizar y recordar aquellas oraciones que se habían presentado con anterioridad. Ejemplos de estas oraciones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

Ejemplo de oraciones de los dos primeros bloques empleados en el experimento. Cada oración se presentaba en segmentos secuenciales. Los / indican los límites entre dichos segmentos.

Oraciones experimentales			
Bloque 1	Sí /escribirás /un/ resumen	Bloque 2	No /entenderás /un/ problema
	No /admirarás /una/ pulsera		Sí/ adorarás/ un/ bolso
	Sí /apreciarás/ un /libro		No/ conocerás/ una/ cartera
	No/ vigilarás /una /cacerola		Sí /descubrirás/ un/ fusil
	Sí /desearás/ una/ aceitera		No/ despreciarás /la /llave
	No/ distinguirás/ un/ fósforo		Sí /divisarás/ un/ biberón
	Sí /abrirás/ un/ paraguas		No/ agarrarás/ la/ almohada
	No/ agitarás/ la/ castañuela		Sí /apagarás/ la/ aspiradora
	Sí /apretarás/ un/ nudo		No/ tirarás/ un/ dardo
	No/ cogerás/ un/ monedero		Sí /colgarás/ un/ bastón
Sí /colocarás/ un/ compás	No/ darás/ un/ billete		

Un grupo de participantes recibió estimulación anódica y otro grupo recibió estimulación catódica sobre rIFG, mientras que a un tercer grupo se le aplicó estimulación falsa. La hipótesis es que la comprensión de oraciones negativas será mejor y su recuerdo será peor en aquellos sujetos que reciben estimulación anódica (excitadora de la actividad de rIFG) que en los que reciben estimulación catódica (reductora de la actividad de rIFG). El

argumento es que la excitación de rIFG aumenta el efecto inhibitorio de la negación y de ahí el peor recuerdo, mientras que la reducción de activación de rIFG evita la inhibición propia de la negación, y, por tanto, mejora el recuerdo. Sin embargo, no habrá cambios en aquellos sujetos a los que se les aplique estimulación falsa.

Dadas las características del diseño experimental, todos los participantes recibieron inicialmente una serie de bloques de oraciones precedida de estimulación falsa, en cuyo caso no se esperan diferencias entre los grupos. Las diferencias ocurrirán, no obstante, en la segunda serie de bloques de oraciones, en las que los tres grupos recibirán una condición de estimulación diferente.

Método

En este apartado se describen los procedimientos y materiales utilizados para realizar el trabajo experimental, así como a la población requerida para el mismo.

Participantes. En el estudio han participado un total de 33 estudiantes (11 varones y 22 mujeres) de diversas facultades de la Universidad de La Laguna (Psicología, Filología, Historia, Ingeniería Marina y Relaciones laborales) con edades comprendidas entre 18 y 44 años.

Los participantes se seleccionaron a través de una entrevista previa para comprobar que todos eran diestros, no tenían ningún tipo de dificultad o enfermedad neurológica y no consumían medicación que pudiese interferir a la hora de realizar la investigación. Dichos participantes, recibieron toda la información necesaria acerca de la naturaleza del estudio e hicieron constar, por escrito, su consentimiento para formar parte del estudio según las normas y el protocolo del Instituto Universitario de Neurociencia-Centro Neurocog, aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de La Laguna. Además, la participación de aquellos

alumnos pertenecientes a la Sección de Psicología, fue incentivada con una cuantía de 0,2 puntos en el TIPE sobre la nota final de las asignaturas de Lenguaje y pensamiento (para los estudiantes de segundo año) y de Atención y Percepción (para los alumnos del primer año).

Material. Para la realización del experimento hemos contado con un material ya existente, cedido por el tutor.

Consistía en dos tipos de oraciones experimentales, oraciones afirmativas y oraciones negativas que describían una acción motora. Todas ellas escritas en segunda persona para implicar al participante en el contexto narrativo.

Las oraciones eran presentadas, de forma pseudoaleatoria, palabra a palabra por medio de Power Point, donde la secuencias y los tiempos de cada transparencia habían sido programados con anterioridad. No fue necesario implementar un script experimental en una de las aplicaciones estándar (ej. Presentation o Eprime), ya que, el experimento no registraba tiempo de reacción ni pulsaciones de tecla, sino que las respuestas eran orales y no ocurrían en-línea, sino que el experimentador las anotaba en una hoja de registro (ver anexo).

El experimento constó de un número total de 76 ítems divididos en dos series, cada una formada por un bloque de aprendizaje y tres bloques de tarea que seguían la siguiente estructura:

- Bloque de entrenamiento. Formado por 5 ensayos (tres oraciones afirmativas y dos negativas, o viceversa) seguido de una tarea distractora con una duración de un minuto y posteriormente la tarea de recuerdo, donde aparecía la primera parte de la oración y los sujetos debían contestar de forma oral la última palabra de ésta, si la recordaban.

- Bloques de tarea. Consta de 11 ensayos, cinco oraciones afirmativas y seis negativas, o viceversa según la lista de contrabalanceo empleada. Cada palabra se presentaba durante 300ms, con un intervalo entre cada estímulo de 200ms.
- Tarea distractora. Se presenta después del bloque de tarea con una duración total de un minuto. Las tareas fueron diversas: completar series de números, completar series de letras y determinar si una letra específica aparecía o no en un conjunto de letras.
- Prueba de recuerdo. Se realiza al finalizar la tarea distractora. En ella se presentaban las mismas oraciones del bloque de tarea, pero en cada oración faltaba la palabra final, la cual, el sujeto debía intentar recordar en voz alta.

La estructura de un ensayo experimental se puede observar en la figura 1.

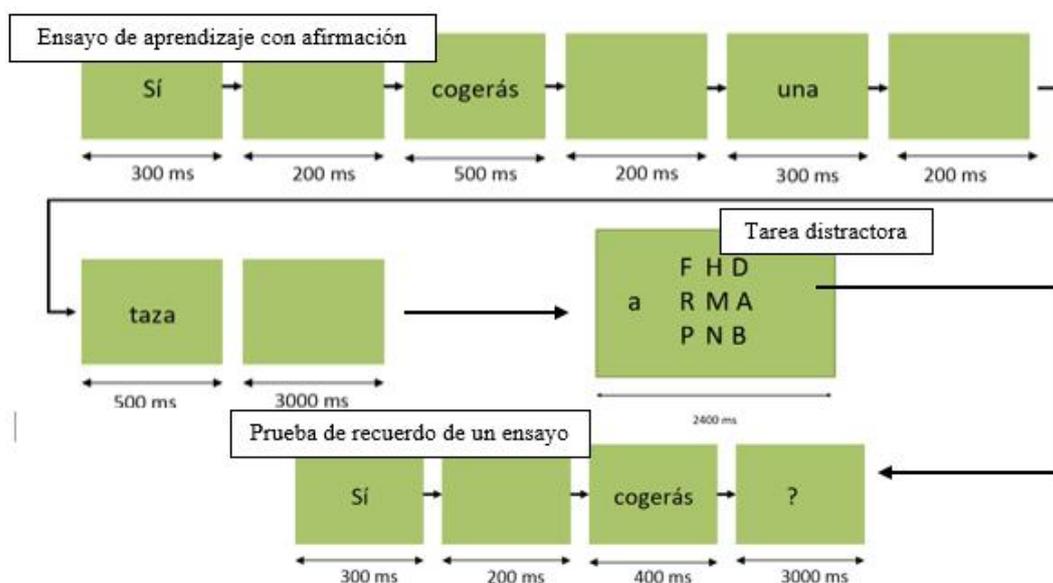


Figura 1. Estructura utilizada en el experimento.

Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). Para llevar a cabo el estudio, fue necesaria la utilización de tDCS, una técnica de estimulación eléctrica cerebral no invasiva, con el fin de poder contrastar la hipótesis experimental planteada. Para ello, se ha aplicado una corriente directa de 2mA de intensidad a través de dos electrodos, que se encuentran

colocados en el interior de una esponja humedecida con solución salina, para obtener una mejor conductancia entre la piel del sujeto y la señal eléctrica transmitida por los electrodos.

El dispositivo empleado (ver figura 2) cuenta con un electrodo anódico -rojo- que tiene carga positiva -excitadora de la actividad neuronal- y un electrodo catódico -azul- con carga negativa-inhibidora de la actividad neuronal-. Cada electrodo se fija en la región que previamente se haya considerado como objeto de estudio, en este caso correspondiendo con rIFG.



Figura 2. Imagen del equipo de tDCS Neuroconn utilizado.

Procedimiento. En primer lugar, se aplicó el cuestionario de Screening de tDCS (ver anexo) para comprobar que los participantes eran diestros y adecuados para el experimento, descartándose aquellos con reacciones adversas en la aplicación con tDCS, toma habitual de medicamentos, padecimiento de migrañas habituales o epilepsia, o que tuviera cualquier tipo de implante o afección relacionada con la cabeza. A continuación, se les solicitó un consentimiento informado en el que se les informaba de la naturaleza del estudio y se les garantizaba la confidencialidad de sus datos, así como que en caso de no querer continuar podría abandonar el experimento en cualquier momento.

Posteriormente, se proporcionaban instrucciones generales de la tarea a los participantes además de explicar el funcionamiento y características de la técnica, la cual no conlleva ningún riesgo para su salud, y las sensaciones que pueden sentir a lo largo de la estimulación (hormigueo, picor) así como puede que no las sienta o que éstas vayan disminuyendo mientras se le estimula.

Tras la explicación, se prosiguió con la toma de medidas correspondientes de la cabeza del participante, empleando la metodología de posicionamiento 10/20 (ver figura 3), la cual nos permite localizar la región de interés para la estimulación de una forma más precisa. Concretamente, rIFG es el punto de intersección entre dos líneas: la que va de T4-Fz y la que se extiende entre F8-Cz. Los pasos a seguir fueron los siguientes:

1. Medir con una cinta métrica la distancia entre Nasion -el puente de la nariz- e Inion -protuberancia del occipital- por encima de la cabeza. La medida obtenida se apunta y se calcula su mitad, siendo este nuestro primer punto.
2. Medir desde la zona preauricular derecha hasta la zona preauricular izquierda. Para que la zona resultara más fácil de localizar se le solicitó al participante que abriera y cerrara la boca. Una vez obtenida la medida, se calcula su mitad, correspondiendo al segundo punto.

La unión de los puntos del primer y segundo paso dan lugar a nuestro punto Cz, correspondiendo con el centro del cráneo.

3. Localizar el punto Fz. Éste se consigue calculando el 20% del total de la medida de Nasion a Inion. Con la cinta métrica colocada sobre el punto Cz, nos desplazamos hacia la parte frontal del cráneo marcando el punto según la medida obtenida.
4. Localizar los puntos Fpz y Oz. Se calcula el 10% de la medida total obtenida de Nasion a Inion. Colocando la cinta métrica en Inion y desplazándonos hacia arriba

Tras haber tomado las medidas correspondientes del participante, se procedió a la colocación de los electrodos, uno -el electrodo activo- situado en la región cerebral de interés (punto de intersección entre T4-Fz y F8-Cz, correspondiendo a rIFG), y otro -el electrodo de referencia- colocado en el hombro izquierdo. Los electrodos se sostienen con dos cintas que se ajustan tanto a la medida de la cabeza como del hombro con el fin de mantenerlos inmóviles durante el periodo de estimulación.

Consecutivamente, se prosiguió con la primera aplicación de estimulación de tDCS durante 6 minutos en estado de reposo. En esta fase, todos los sujetos recibían estimulación falsa, donde el primer minuto correspondía a estimulación activa tDCS, para crear la idea de que estaban siendo realmente estimulados, mientras que, en los 5 minutos restantes el equipo no se encontraba en funcionamiento. Ésta primera estimulación falsa se realiza con el fin de obtener una línea base del participante y poder contrastar posteriormente si la estimulación anódica, catódica o falsa ha ejercido algún cambio en su rendimiento.

Al finalizar estos 6 minutos de estimulación falsa para todos los sujetos, se continuó con la realización de la primera serie de la tarea, formada cuatro bloques de ensayos: uno de entrenamiento y tres bloques experimentales. Las instrucciones de la tarea experimental se les proporcionó a los sujetos de forma oral:

“A continuación, se presentarán una serie de oraciones divididas en partes, tu tarea consistirá en leerlas e intentar recordarlas. Cuando se hayan presentado todas las oraciones, aparecerá una tarea que deberás realizar y cuya respuesta deberás decirme en voz alta. Posteriormente se presentará una prueba de recuerdo de las oraciones que has leído con anterioridad, al final de la oración deberás decirme la palabra faltante si la recuerdas. No es necesario que presiones ninguna tecla ya que las respuestas son orales.

A continuación, se presentará un bloque de ejemplo de la tarea, puedes consultarme cualquier duda al finalizar el bloque de ensayos.”

Al finalizar la primera serie de tarea, los sujetos recibían 12 minutos de estimulación específica: anódica, catódica o falsa, según el grupo experimental al que fueron adjudicados. Finalmente, se recogía todo el material relacionado con el tDCS, dejando un periodo de latencia de dos minutos aproximadamente, para continuar con la segunda serie de tarea, donde al igual que en la primera serie, recibían un bloque de entrenamiento y tres bloques más de ensayos experimentales.

Diseño. En el estudio se ha empleado un diseño experimental mixto con tres factores (3x2x2). Concretamente, la estimulación (falsa, anódica o catódica), la serie (serie 1 y serie 2) y la polaridad de las oraciones (afirmativa <sí> y negativa <no>).

El tipo de estimulación es una variable inter-grupo, mientras que las series de tarea y la polaridad de la oración son intra-grupo. Por otro lado, la variable dependiente es la tasa de recuerdo de las oraciones afirmativas y negativas por parte de los sujetos.

Asimismo, las tareas distractoras diferían entre los bloques de ensayos, de modo que para valorar el impacto de estas diferencias se ha utilizado un diseño con dos factores (3x2). Específicamente, la tarea distractora (tarea de comparación, tarea numérica y tarea de comparación 2) y la polaridad de las oraciones (afirmativa y negativa), siendo ambas variables intra-grupo. La variable dependiente continúa siendo la tasa de recuerdo de las oraciones afirmativas y negativas.

Resultados

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el tipo de estimulación como factor inter-grupo (falsa, anódica y catódica) y dos factores intra-grupo correspondientes a las series (1 y 2) y la polaridad de la oración (afirmativa <sí> y negativa <no>).

Al hacer el ANOVA correspondiente a los datos de la serie 1, no se encontró efecto significativo en el tipo de estimulación ($F(2,30) = 2.47, p > .05$) y tampoco se obtuvo significación en la polaridad de la oración (sí y no) ($F(1,30) = 0.58, p > .05$). Además, no hay efecto entre la interacción entre ambos factores ($F(2,30) = 1.33, p > .05$). Las medias de la polaridad de oración se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.

Medias de la polaridad de la oración (sí y no) en la serie 1 de la tarea experimental.

Media de la polaridad de oración en la serie 1	
Sí	4.27
No	4.33

Por otra parte, en el ANOVA correspondiente a los datos de la serie 2 de la tarea, no se ha encontrado efecto significativo del tipo de estimulación ($F(2,30) = 0.72, p > .05$) al igual que el efecto de la polaridad de las oraciones ($F(1,30) = 0.02, p > .05$). Asimismo, la interacción de ambos factores no es significativa ($F(2,30) = 0.46, p > .05$). Las medias de la polaridad de oración se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.

Medias de la polaridad de las oraciones (sí y no) en la serie 2 de la tarea experimental.

Media de la polaridad de oración en la serie 2	
Sí	5.82
No	5.45

En la figura 4 se puede observar la comparación entre el tipo de estimulación y la polaridad de las oraciones en la serie 1 y la serie 2.

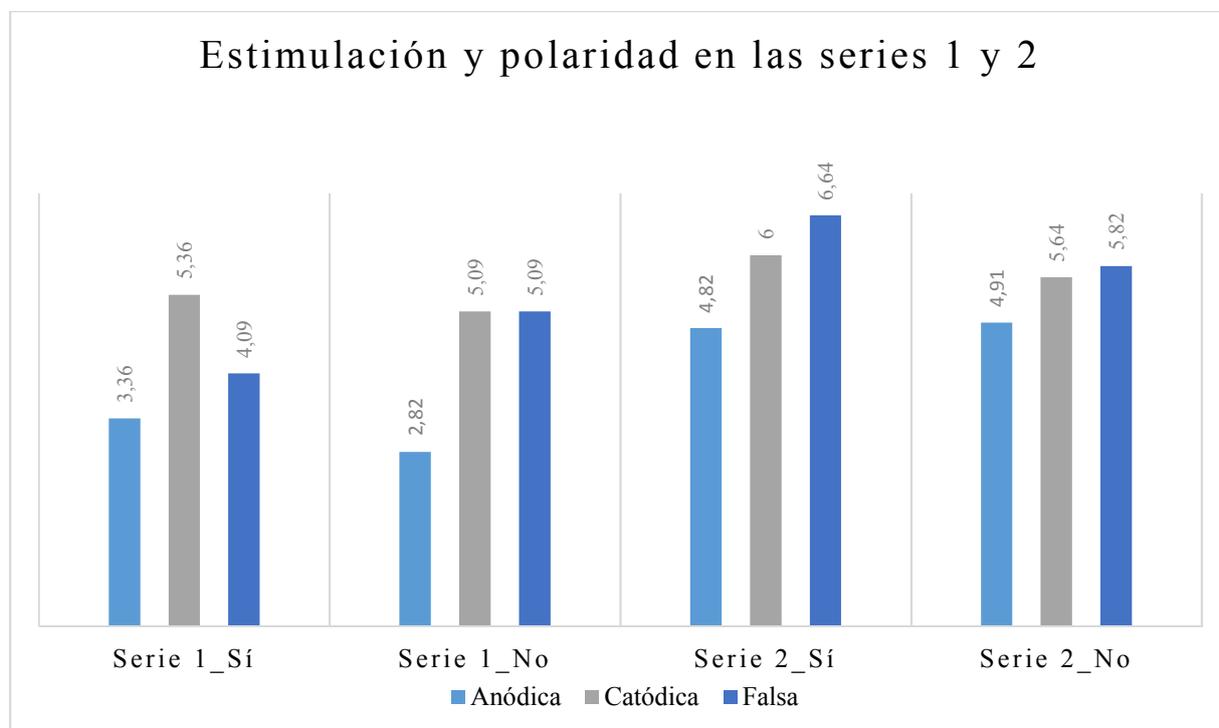


Figura 4. Medias del tipo de estimulación (anódica, catódica y falsa) y de la polaridad de la oración (sí y no) en la serie 1 y la serie 2 de la tarea experimental.

Con la intención de comparar el rendimiento en función de si la oración es afirmativa <sí> o negativa <no>, se realizó una ANOVA Split-plot, con un factor inter-grupo (tipo de estimulación: falsa, anódica y catódica), y un factor intra-grupo correspondiente a la polaridad de la oración (sí y no).

No se detectó efecto del tipo de estimulación ($F(2,63) = 2.45, p > .05$), ni de la polaridad de la oración ($F(1,63) = 0.21, p > .05$) y tampoco de la interacción entre ambas variables ($F(2,63) = 0.19, p > .05$). Las medias del tipo de estimulación y la polaridad de oración se presentan en la tabla 4.

Tabla 4.

Comparación entre el tipo de estimulación y la polaridad de la oración.

Media de tipo de estimulación y polaridad de la oración			
	Anódico	Catódico	Falsa
Sí	4.09	5.68	5.36
No	3.86	5.36	5.46

Por otra parte, se realizó un ANOVA Split-plot con el tipo de tarea distractora (tarea de comparación, tarea numérica y tarea de comparación 2) y la polaridad de la oración (afirmativa <sí> y negativa <no>) como factores intra-grupo. Los datos corresponden a la serie 2 del experimento.

Lo primero que se quiso comprobar con el ANOVA es si había diferencias inter-grupo, es decir, si los tipos de tarea distractora son diferentes entre sí en los resultados de sus medidas. En este caso, los datos fueron significativos ($F(2,96) = 5.96, p < .001$). Por otra parte, no se detectaron diferencias en la polaridad de la oración ($F(1,96) = 0.05, p > .05$), al igual que en el efecto de la interacción entre el tipo de tarea distractora y la polaridad de la oración ($F(2,96) = 0.05, p > .05$). Las medias y desviaciones típicas del tipo de tarea y la polaridad de la oración se muestran en la tabla 5.

Tabla 5.

Medias y desviaciones típicas del tipo de tarea distractora y la polaridad de la oración.

	Sí	No
	Media (DT)	Media (DT)
Tarea de comparación	1.55 (1.37)	2.33 (1.34)
Tarea numérica	1.73 (1.33)	1.61 (1.30)
Tarea de comparación 2	1.55 (1.39)	1.49 (1.56)

Dado que se encontraron diferencias significativas en el tipo de tarea distractora, se realizaron contrastes pos-hoc para detectar la diferencia par a par de dicho factor. Para evitar la elevación del error tipo 1 se utilizó la corrección de Hochberg. Los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6.

Resultados de los contrastes pos-hoc en el tipo de tarea distractora

Tipo de tarea distractora	Resultado
Tarea de comparación vs Tarea numérica	$(t(96) = 2.69, p < .05)$
Tarea de comparación 2 vs. Tarea de comparación	$(t(96) = -3.22, p < .001)$
Tarea de comparación 2 vs Tarea numérica	$(t(96) = -0.54, p > .05)$

En la figura 5 se puede observar la comparación entre el tipo de tarea distractora y como afecta al rendimiento del sujeto.

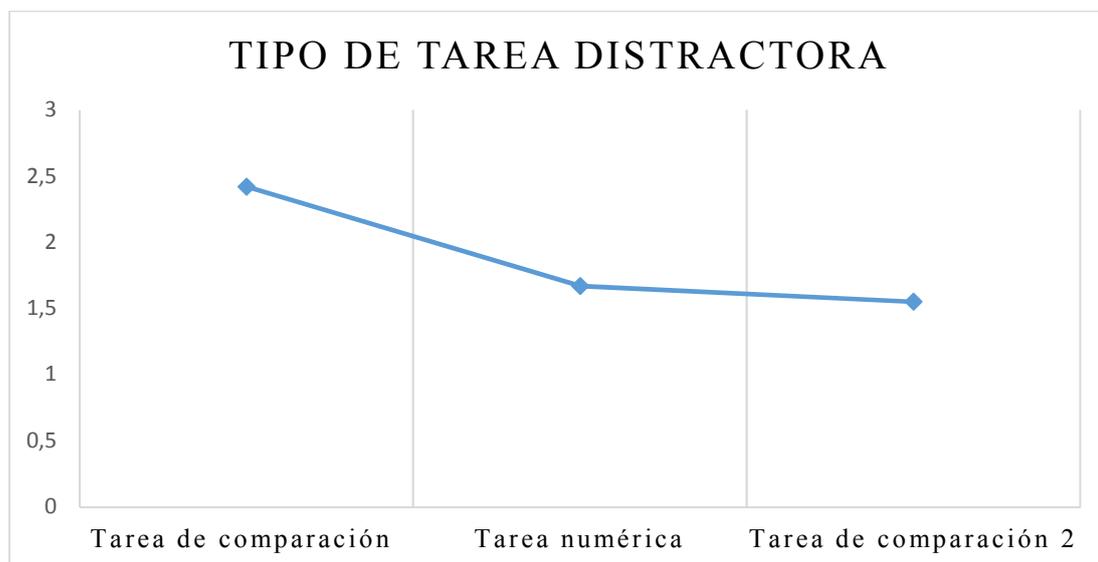


Figura 5. Comparación entre los tipos de tarea distractora (tarea de comparación, tarea numérica y tarea de comparación 2).

Discusión

El presente estudio se realizó con la intención de demostrar que la comprensión y el recuerdo de oraciones negativas están relacionados con el mecanismo del control inhibitorio asociado al rIFG, introduciendo a su vez, el uso de la técnica tDCS para comprobar si el rendimiento de los sujetos puede ser modificable de manera selectiva.

Con este fin se llevó a cabo un experimento en el que los participantes se dividieron en tres grupos de estimulación (falsa, anódica y catódica) y debían comprender una serie de oraciones (afirmativas <sí> y negativas <no>) que se les iban presentando, para, posteriormente, realizar una prueba de recuerdo.

La hipótesis planteada hacía referencia, en primer lugar, a que no habría diferencias entre los tres grupos en el recuerdo de oraciones durante la primera serie, una situación de control en la que los tres grupos recibieron estimulación falsa. Mientras que, durante la segunda serie, la comprensión en la estimulación anódica produciría un incremento del proceso inhibitorio y, por tanto, el recuerdo de las oraciones negativas sería inferior a la condición de estimulación falsa. En el caso de la estimulación catódica ocurrirá el efecto contrario: la reducción de activación en el mecanismo inhibitorio debería mejorar el recuerdo de las oraciones negativas en relación al grupo de estimulación falsa.

De esta forma, teniendo en cuenta los resultados obtenidos podemos decir que la primera hipótesis planteada se cumple al no haber diferencias significativas entre los grupos durante la serie 1, indicando que los tres grupos tienen un rendimiento inicial equivalente. Sin embargo, estos mismos datos rechazan el segundo planteamiento.

El hecho de que no se obtuviesen diferencias entre los grupos en la serie 2 quiere decir que los sujetos asignados a la estimulación anódica, catódica y falsa no muestran diferentes

niveles de comprensión y/o nivel de desempeño en la tarea. Tampoco se obtuvo efecto en la polaridad de la oración, es decir, la polaridad no influye significativamente diferente en el recuerdo de los sujetos.

Por otra parte, la ausencia de interacción entre estimulación y polaridad de la oración, indica que no se obtuvo un efecto selectivo de la estimulación sobre las oraciones negativas.

Los resultados muestran un rendimiento inferior en el grupo de estimulación anódica a diferencia de los otros dos grupos experimentales. Asimismo, el grupo de estimulación falsa muestra datos variables, donde en la serie 1 recuerda más oraciones afirmativas que negativas, mientras que en la serie 2 estos datos se invierten. No obstante, esas tendencias no cumplen criterios estadísticos y no pueden, por tanto, ser concluyentes.

En cuanto al análisis del tipo de tarea distractora y la polaridad de la oración con los datos de la serie 2, no se obtuvieron diferencias significativas en la polaridad ni en la interacción de ambos factores. Sin embargo, se encontraron datos significativos en el tipo de tarea distractora. En ella se observa un decremento del rendimiento de los sujetos de acuerdo a la tarea distractora a la que se enfrentan. El mejor desempeño se produce en la tarea de comparación, sin embargo, en la tarea numérica se produce un decremento significativo, debiéndose a la alta demanda cognitiva que tiene en los participantes, mientras que el rendimiento más bajo se obtiene en la última tarea, tarea de comparación 2, a pesar de ser igual que la primera actividad realizada. Esto puede deberse al aplazamiento de la interferencia producida en la tarea numérica hasta esta tarea o, por otro lado, debido a efectos de fatiga, disminuyendo en el estado de atención de la persona en la ejecución de la tarea.

De acuerdo con los datos encontrados, el presente estudio no respaldaría la evidencia empírica encontrada en investigaciones que han mostrado que al estimular rIFG de forma unilateral y anódicamente, los sujetos inhiben peor en una tarea de stop-signal, aportando de

esta forma un rol específico de rIFG en el control inhibitorio (Jacobson et al., 2011). Asimismo, de Vega et al. (2016) a través del estudio neurofisiológico del ritmo theta fronto-central, obtuvieron que la modulación de este ritmo era más larga en las oraciones afirmativas que negativas, de esta forma, parece que la negación interactúa con el marcador neurofisiológico de la respuesta inhibitoria, además proponen que las oraciones negativas reutilizan una parte de los mecanismos de acción o respuesta inhibitoria. En general, esto quiere decir que las oraciones afirmativas deberían recordarse mejor que las negativas, ya que, en éstas últimas, los mecanismos de control inhibitorio operan reduciendo la activación del concepto negado. Por ese motivo, la estimulación de rIFG, una región significativa del circuito inhibitorio, debería haber modulado el procesamiento y el recuerdo de oraciones negativas.

El presente estudio pretendía establecer un nuevo acercamiento al papel de rIFG dentro del control inhibitorio; al estudio de la negación, ya que, sus mecanismos no han sido explorados en profundidad; a la implicación que puede tener el mecanismo de inhibición o control motor en el procesamiento de la negación; y a la posibilidad de que el procesamiento de la negación estuviese corporeizado como propone de Vega et al. (2016) a través del mencionado mecanismo de inhibición. No obstante, los datos de la investigación referidos al tipo de estimulación y la polaridad de la oración en las diferentes series han resultado no concluyentes. Esto puede deberse a una serie de factores o limitaciones en la investigación. En primer lugar, se ha observado un bajo rendimiento durante la ejecución de la tarea por parte de los participantes, pudiendo deberse a que las condiciones experimentales (luz, ruido, etc.) no eran óptimas, o por variaciones de la persona (cansancio, aburrimiento, nerviosismo, etc.). En segundo lugar, pudo haberse producido un efecto de aprendizaje de la tarea entre la serie 1 y la serie 2, estableciendo de esta forma resultados diferentes a los esperados. Por otro lado, se ha

comprobado que las tareas distractoras, especialmente la tarea numérica y la tarea de comparación 2, han interferido en el recuerdo de las oraciones, afectando directamente al rendimiento de los sujetos como puede observarse en la figura 5. Por último, la limitación principal de la presente investigación ha sido el tamaño muestral (33 sujetos en total, 11 por cada condición de estimulación). La subsanación de estas limitaciones permitirá conseguir resultados más favorables que apoyen la literatura descrita previamente y/o profundizar en el estudio de los efectos de la estimulación tDCS sobre rIFG como región del control inhibitorio en el recuerdo de negaciones.

Referencias bibliográficas

- Aron, A. R., Fletcher, P. C., Bullmore, E. T., Sahakian, B. J., & Robbins, T. W. (2003). Stop signal inhibition disrupted by damage to the right inferior frontal gyrus in humans. *Nature Neuroscience*, 6, 115–116. doi:10.1038/nn1003
- Cuetos Vega, F., González Álvarez, J., & de Vega Rodríguez, M. (2015), *Psicología del Lenguaje* (pp. 219-222 y pp. 226-228). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- De Vega, M. (2005). Lenguaje, corporeidad y cerebro. *Revista Signos*, 38, 157-176.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342005000200002>
- De Vega, M., Morera, Y., León, I., Beltrán, D., Casado, P., & Martin-Loeches, M. (2016). Sentential Negation Might Share Neurophysiological Mechanisms with Action Inhibition. Evidence from Frontal Theta Rhythm. *Journal Of Neuroscience*, 36, 6002-6010. doi: 10.1523/jneurosci.3736-15.2016
- De Vega, M., Robertson, D., Glenberg, A., Kaschak, M. & Rinck, M. (2004). On doing two things at once: Temporal Constraints on Actions in Language Comprehension. *Memory and Cognition*, 32, 1033–1043.
- Dutriaux, L., & Gyselinck, V. (2016). Learning Is Better with the Hands Free: The Role of Posture in the Memory of Manipulable Objects. *PLOS ONE*, 11, e0159108. doi: 10.1371/journal.pone.0159108
- Glenberg, A.M. y Kaschak, M. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 558-565.

- Grèzes, J., Tucker, M., Armony, J., Ellis, R., & Passingham, R. (2003). Objects automatically potentiate action: an fMRI study of implicit processing. *European Journal Of Neuroscience*, 17, 2735-2740. doi: 10.1046/j.1460-9568.2003.02695.x
- Jacobson, L., Javitt, D., & Lavidor, M. (2011). Activation of Inhibition: Diminishing Impulsive Behavior by Direct Current Stimulation over the Inferior Frontal Gyrus. *Journal Of Cognitive Neuroscience*, 23, 3380-3387. doi: 10.1162/jocn_a_00020
- Li, C. S. R., Huang, C., Yan, P., Paliwal, P., Constable, R. T., & Sinha, R. (2008). Neural correlates of post-error slowing during a stop signal task: A functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 1021–1029. doi: 10.1162/jocn.2008.20071
- MacDonald, M.C. y Just, M.A. (1989). Changes in activation levels with negation. *Journal of experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 633-642
- Pulvermüller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. *Nature*. (En prensa)
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Matelli, M., Bettinardi, V., Paulesu, E., Perani, D., Fazio, F. (1996). Localization of grasp representations in humans by PET: 1. Observation versus execution. *Experimental Brain Research*, 111, 246-52. doi:10.1007/BF00227301
- Tettamanti, M., Buccino, G., Saccuman, M., Gallese, V., Danna, M., Scifo, P., Fazio, F., Rizzolatti, G., Cappa, S. y Perani, D. (2005). Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 273-281. doi: 10.1162/0898929053124965

Tettamanti, M., Manenti, R., Della Rosa, P., Falini, A., Perani, D., Cappa, S. y Moro, A.

(2008). Negation in the brain: modulatinng action representations. *NeuroImage*, 43, 358-367. doi: 10.1016/j.neuroimage.2008.08.004

Tucker, M., & Ellis, R. (2004). Action priming by briefly presented objects. *Acta*

Psychologica, 116, 185-203. doi: 10.1016/j.actpsy.2004.01.004.

ANEXOS

Anexo I: Consentimiento informado y cuestionario de Screening

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO DE tDCS

Título del Proyecto: TFG. Efectos de estimulación tDCS en rIFG sobre recuerdo de negaciones.

INTRODUCCIÓN

Antes de participar en este estudio 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 dicho estudio. 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 esta investigación se pretende investigar los procesos de comprensión y recuerdo del lenguaje en personas sanas.

PROTOCOLO TDCS

La sesión se basará en protocolos estándar descritos en otros estudios sobre estimulación eléctrica transcraneal y consiste en la estimulación eléctrica continua (TDCS) de baja intensidad (2 mA) durante un periodo inferior a 15 minutos.

Se colocarán dos electrodos (anódico y catódico) sobre su cabeza. 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, semejante a la de una linterna, sin que el estimulador esté conectado (en ningún momento) a la red eléctrica. 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 realizará usted un experimento sobre lenguaje, similar a otros experimentos realizados en la Facultad de Psicología.

RIESGOS

Los estudios que se llevarán a cabo no implican ningún tipo de riesgo para su salud. De hecho, la estimulación eléctrica se suele utilizar para rehabilitación motora o para la mejora del aprendizaje en personas con dificultades cognitivas.

El efecto de la estimulación podría notarse sobre la tarea experimental que va a realizar a continuación, pero es de duración limitada (en torno a una hora) y no alterará su actividad normal a lo largo del día. Dada la baja intensidad de la estimulación, en la bibliografía científica no se refiere ningún efecto adverso adscrito a esta técnica que se va a utilizar.

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 ó 922 317971) 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 participante

CUESTIONARIO DE SCREENING DE TMS (adaptado de Keel et al., 2000)

- ¿Ha tenido una reacción adversa al tDCS?
- ¿Ha tenido algún ataque?
- ¿Tiene alguna herida en la cabeza o ha tenido alguna cirugía?
- ¿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 su familia ha tenido epilepsia?
- ¿Necesita usted más explicaciones sobre tDCS?
- En las últimas horas, ¿qué ha ingerido (comida, bebida)?
- ¿Cuántas horas durmió anoche, aproximadamente?

He comprendido la información que antecede y que me ha sido explicada satisfactoriamente

Fdo: El voluntario:

Nombre _____

DNI _____

Anexo II: Hojas de registro empleadas.

Hoja de registro 1					
Nombre:		Fecha sesión:		Grupo exp.	
Fecha de nacimiento:		Nivel educativo:			
Bloque 1			Bloque 2		
Frase	Sí/No	Respuesta	Frase	Sí/No	Respuesta
Sí escribirás un resumen			No entenderás un problema		
No admirarás una pulsera			Sí adorarás un bolso		
Sí apreciarás un libro			No conocerás una cartera		
No vigilarás una cacerola			Sí descubrirás un fusil		
Sí deseearás una aceitera			No despreciarás la llave		
No distinguirás un fósforo			Sí divisarás un biberón		
Sí abrirás un paraguas			No agarrarás la almohada		
No agitarás la castañuela			Sí apagarás la aspiradora		
Sí apretarás un nudo			No tirarás un dardo		
No cogerás un monedero			Sí colgarás un bastón		
Sí colocarás un compás			No darás un billete		
Bloque 3			Bloque 4		
Frase	Sí/No	Respuesta	Frase	Sí/No	Respuesta
Sí escucharás un discurso			No lanzarás una piedra		
No verás un sobre			Sí extraviarás un alfiler		
Sí gustarás un plato			No imaginarás un mapa		
No mirarás una taza			Sí necesitarás un tenedor		
Sí observarás un borrador			No oír un interruptor		
No olvidarás un cuaderno			Sí pedirás un salero		
Sí depositarás un mando			No empujarás un carrito		
No encenderás la radio			Sí enjuagarás una cuchara		
Sí guardarás una flauta			No levantarás una bandeja		
No limpiarás un tarro			Sí llenarás una botella		
Sí manejarás un peine			No manipularás un abrelatas		
Bloque 5			Bloque 6		
Frase	Sí/No	Respuesta	Frase	Sí/No	Respuesta
Sí cantarás un villancico			No pintarás una silla		
No perderás un trapo			Sí percibirás una campanilla		
Sí querrás un zapato			No preferirás un cascanueces		
No reclamarás un cuchillo			Sí rechazarás una chincheta		
Sí recordarás un sillón			No reconocerás el martillo		
No tendrás una afeitadora			Sí solicitarás un taladro		
Sí utilizarás un hacha			No moverás un bolígrafo		
No recogerás una goma			Sí ponerse un anillo		
Sí retirarás un móvil			No registrarás un armario		
No vaciarás un balde			Sí sacarás un cinturón		
Sí tatarás un pastel			No sujetarás un clavo		

Hoja de registro 2

Nombre: Fecha sesión: Grupo exp.
 Fecha de nacimiento: Nivel educativo:

Bloque 1			Bloque 2		
Frase	Sí/No	Respuesta	Frase	Sí/No	Respuesta
No escribirás un resumen			Sí entenderás un problema		
Sí admirarás una pulsera			No adorarás un bolso		
No apreciarás un libro			Sí conocerás una cartera		
Sí vigilarás una cacerola			No descubrirás un fusil		
No desearás una aceitera			Sí despreciarás la llave		
Sí distinguirás un fósforo			No divisarás un biberón		
No abrirás un paraguas			Sí agarrarás la almohada		
Sí agitarás la castañuela			No apagarás la aspiradora		
No apretarás un nudo			Sí tirarás un dardo		
Sí cogerás un monedero			No colgarás un bastón		
No colocarás un compás			Sí darás un billete		
Bloque 3			Bloque 4		
Frase	Sí/No	Respuesta	Frase	Sí/No	Respuesta
No escucharás un discurso			Sí lanzarás una piedra		
Sí verás un sobre			No extraviarás un alfiler		
No gustarás un plato			Sí imaginarás un mapa		
Sí mirarás una taza			No necesitarás un tenedor		
No observarás un borrador			Sí oír un interruptor		
Sí olvidarás un cuaderno			No pedirás un salero		
No depositarás un mando			Sí empujarás un carrito		
Sí encenderás la radio			No enjuagarás una cuchara		
No guardarás una flauta			Sí levantarás una bandeja		
Sí limpiarás un tarro			No llenarás una botella		
No manejarás un peine			Sí manipularás un abrelatas		
Bloque 5			Bloque 6		
Frase	Sí/No	Respuesta	Frase	Sí/No	Respuesta
No cantarás un villancico			Sí pintarás una silla		
Sí perderás un trapo			No percibirás una campanilla		
No querrás un zapato			Sí preferirás un cascanueces		
Sí reclamarás un cuchillo			No rechazarás una chincheta		
No recordarás un sillón			Sí reconocerás el martillo		
Sí tendrás una afeitadora			No solicitarás un taladro		
No utilizarás un hacha			Sí moverás un bolígrafo		
Sí recogerás una goma			No ponerse un anillo		
No retirarás un móvil			Sí registrarás un armario		
Sí vaciarás un balde			No sacarás un cinturón		
No taparás un pastel			Sí sujetarás un clavo		

Anexo III: Lista de oraciones empleadas

BLOQUE	Lista 1 de contrabalanceo	BLOQUE	Lista 2 de contrabalanceo
Bloque 1	<p>Sí escribirás un resumen No admirarás una pulsera Sí apreciarás un libro No vigilarás una cacerola Sí desearás una aceitera No distinguirás un fósforo Sí abrirás un paraguas No agitarás la castañuela Sí apretarás un nudo No cogerás un monedero Sí colocarás un compás</p>	Bloque 1	<p>No escribirás un resumen Sí admirarás una pulsera No apreciarás un libro Sí vigilarás una cacerola No desearás una aceitera Sí distinguirás un fósforo No abrirás un paraguas Sí agitarás la castañuela No apretarás un nudo Sí cogerás un monedero No colocarás un compás</p>
Bloque 2	<p>No entenderás un problema Sí adorarás un bolso No conocerás una cartera Sí descubrirás un fusil No despreciarás la llave Sí divisarás un biberón No agarrarás la almohada Sí apagarás la aspiradora No tirarás un dardo Sí colgarás un bastón No darás un billete</p>	Bloque 2	<p>Sí entenderás un problema No adorarás un bolso Sí conocerás una cartera No descubrirás un fusil Sí despreciarás la llave No divisarás un biberón Sí agarrarás la almohada No apagarás la aspiradora Sí tirarás un dardo No colgarás un bastón Sí darás un billete</p>
Bloque 3	<p>Sí escucharás un discurso No verás un sobre Sí gustarás un plato No mirarás una taza Sí observarás un borrador No olvidarás un cuaderno Sí depositarás un mando No encenderás la radio Sí guardarás una flauta No limpiarás un tarro Sí manejarás un peine</p>	Bloque 3	<p>No escucharás un discurso No verás un sobre Sí gustarás un plato No mirarás una taza Sí observarás un borrador No olvidarás un cuaderno Sí depositarás un mando No encenderás la radio Sí guardarás una flauta No limpiarás un tarro Sí manejarás un peine</p>
Bloque 4	<p>No lanzarás una piedra Sí extraviarás un alfiler No imaginarás un mapa</p>	Bloque 4	<p>Sí lanzarás una piedra No extraviarás un alfiler Sí imaginarás un mapa</p>

	<p>Sí necesitarás un tenedor No oír un interruptor Si pedirás un salero No empujarás un carrito Sí enjuagarás una cuchara No levantarás una bandeja Sí llenarás una botella No manipularás un abrelatas</p>		<p>No necesitarás un tenedor Sí oír un interruptor No pedirás un salero Sí empujarás un carrito No enjuagarás una cuchara Sí levantarás una bandeja No llenarás una botella Sí manipularás un abrelatas</p>
Bloque 5	<p>Sí cantarás un villancico No perderás un trapo Sí querrás un zapato No reclamarás un cuchillo Sí recordarás un sillón No tendrás una afeitadora Sí utilizarás un hacha No recogerás una goma Sí retirarás un móvil No vaciarás un balde Sí tatarás un pastel</p>	Bloque 5	<p>No cantarás un villancico Sí perderás un trapo No querrás un zapato Sí reclamarás un cuchillo No recordarás un sillón Sí tendrás una afeitadora No utilizarás un hacha Sí recogerás una goma No retirarás un móvil Sí vaciarás un balde No tatarás un pastel</p>
Bloque 6	<p>No pintarás una silla Sí percibirás una campanilla No preferirás un cascanueces Sí rechazarás una chincheta No reconocerás el martillo Sí solicitarás un taladro No moverás un bolígrafo Sí ponerse un anillo No registrarás un armario Si sacarás un cinturón No sujetarás un clavo</p>	Bloque 6	<p>Sí pintarás una silla No percibirás una campanilla Sí preferirás un cascanueces No rechazarás una chincheta Sí reconocerás el martillo No solicitarás un taladro Sí moverás un bolígrafo No ponerse un anillo Sí registrarás un armario No sacarás un cinturón Sí sujetarás un clavo</p>
Prácticas 1	<p>Si escribirás una carta No descubrirás una pala Si desearás una carpeta No oír un micrófono Si olvidarás un paquete</p>	Prácticas 1	<p>No escribirás una carta Sí descubrirás una pala No desearás una carpeta Sí oír un micrófono No olvidarás un paquete</p>
Prácticas 2	<p>No solicitarás un teclado Si tirarás un papel No cogerás una regla Si llenarás una caja No manipularás una sierra</p>	Prácticas 2	<p>Sí solicitarás un teclado No tirarás un papel Si cogerás una regla No llenarás una caja Sí manipularás una sierra</p>