

**EL EFECTO DE LA ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL SOBRE
EL GIRO FRONTAL INFERIOR EN EL PROCESAMIENTO DE LA
NEGACIÓN EN FRASES ACTITUDINALES**

Trabajo de Fin de Grado de Psicología
Facultad de Psicología y Logopedia

Autoras:

Leila Pérez Louali

María Binita Rodríguez Hernandez

Gabriela Yurley Sánchez Álvarez

Tutor:

Hipólito Marrero Hernández

Co Tutor:

Enrique García Marco

Índice

Resumen	2
Introducción	4
Método	8
Procedimiento	10
Resultados	12
Discusión	15
Conclusiones	17
Referencias	18
Anexos	20

Resumen

El lenguaje maneja un papel importante en nuestras vidas permitiéndonos describir cómo interactuamos con el entorno y facilitándonos la relación entre las actitudes, a favor (aproximación) o en contra (evitación) y los estímulos del ambiente, así las frases actitudinales proporcionan una representación y comunicación de las actitudes de las personas (gustos o disgustos) y la intencionalidad en la vida social. Por otra parte, se ha observado como la negación opera el lenguaje e influye en la comprensión de las frases actitudinales, convirtiendo la actitud aproximativa en evitativa y viceversa, por ejemplo en la frase “Natalia no incluyó la carne en la dieta”, Natalia “excluyó” la carne de la dieta, aquí se produce un cambio de aproximación a evitación. Esta investigación pretende conocer cómo se integra la negación en el significado de esas frases utilizando la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) del giro frontal inferior derecho. En síntesis, los resultados muestran que la estimulación (sham, anodal y catodal) no tiene un papel significativo por sí solo en el lenguaje como habíamos predicho, siendo la interacción entre esta y otros factores lo que muestra mayor importancia estadística cumpliéndose así las hipótesis.

Palabras clave: tDCS, iRFG, negación, aproximación, evitación, lenguaje

Abstract

Language plays an important role in our lives, allowing us to describe how we interact with the environment and facilitating the relationship between attitudes, for (approximation) or against (avoidance) and environmental stimuli, therefore attitudinal sentences provide a representation and communication of people's attitudes (likes or dislikes) and intentionality in social life. On the other hand, it has been observed how negation operates language and influences the understanding of attitudinal sentences, converting the approximative attitude into avoidance and vice versa, for example in the sentence "Natalia did not include meat in the diet", Natalia "excluded" meat from the diet, here there is a change from approximation to avoidance. This research aims to find out how negation is integrated into the meaning of these sentences using transcranial direct current stimulation (tDCS) of the right inferior frontal gyrus (rIFG). In summary, the results show that stimulation (sham, anodal and cathodal) alone does not play a significant role in language as we had predicted, with the interaction between it and other factors showing the greatest statistical significance and thus fulfilling the hypotheses.

Key words: tDCS, rIFG, negations, approach, avoidance, language

Introducción

El lenguaje es una herramienta al servicio de la cognición y la comunicación social, dicha herramienta influye en cómo interactuamos y en cómo nos relacionamos con el mundo. Es decir, el lenguaje permite describir cómo interactuamos afectivamente con el entorno, ya que permite la descripción y comunicación de las actitudes de los individuos a favor (aproximación) o en contra (evitación) de los estímulos del ambiente en diferentes contextos por medio de verbos como “aceptó” o “admitió” y “rechazó” o “excluyó”. La finalidad de estos verbos puede ser la descripción de dinámicas de aproximación-evitación, bien hacia otras personas, hacia objetos, o cosas en un nivel más abstracto. Se ejemplifica en frases como “**Incluir/excluir** a una persona de un grupo de amigos”, “María **eligió/rechazó** el premio ”, y “**eligió/rechazó** el baile como entrenamiento ”, respectivamente. De este modo, y mediante la simulación experiencial (Zwaan, 2004), el lenguaje facilita la representación y comunicación de las actitudes de las personas (gustos o disgustos) y la intencionalidad en la vida social (Marrero, Yagual, Gámez, Urrutia, Díaz y Beltrán 2020).

Por otro lado, la negación constituye un operador lingüístico (véase Horn, 1989) a disposición de la comunicación social; en el caso de las expresiones actitudinales la negación cambia la dirección de aproximación a evitación (por ejemplo, no incluir a excluir) y de evitación a aproximación (por ejemplo, no excluir a incluir), por lo que enriquece significativamente la comunicación de nuestras preferencias y aversiones en la vida social (Marrero et al., 2020). En el presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) se va a examinar la interacción de la dirección actitudinal con la negación en la comprensión de las frases. Específicamente, se examinará el efecto de la estimulación cerebral no invasiva de Estimulación Transcraneal por Corriente Directa (tDCS en su denominación en inglés) en el Giro Frontal Inferior derecho (rIFG, en su denominación en inglés) en la integración de la negación en el significado de las frases actitudinales.

Interacción entre la negación y la dirección en la comprensión de las frases actitudinales

En primer lugar, cuando hablamos de la representación, en los conceptos de aproximación y evitación existen algunas similitudes con la afirmación y la negación, respectivamente, donde la aproximación es semejante a la afirmación y la evitación está presente de manera implícita como negativa, pues los verbos de evitación implican una

actitud de un agente contra la aproximación del estímulo hacia sí mismo. En apoyo a esta idea, la negación tanto corporal como lingüística tiene lugar en la infancia de manera temprana como mecanismo para comunicar rechazo hacia estímulos que no gustan (véase Austin, Theakston, Lieven y Tomasello, 2014; vease tambien Clark, 1978, y Beaupoil-Hordel, Morgenstern y Boutet, 2016). Asimismo es posible que, a través del sobreaprendizaje, las representaciones verbales de las acciones de evitación se presenten como “contra la aproximación del estímulo” (Clark, 1978; Xiang, Grove, y Giannakidou, 2016). Se asume entonces que, puesto que “contra” es negativo, los verbos de evitación se representan implícitamente como negativos, es decir, de “no aproximación”.

Por otro lado, hay que tener en cuenta la interacción entre la dirección de la motivación actitudinal y la negación en el nivel de procesamiento en la comprensión de las frases actitudinales. Para ello se seguirá el Modelo de Dos Pasos el cuál nos ayuda a comprender las acciones en el lenguaje mediante la simulación de la experiencia situacional que se nos cuenta poniéndonos “en los zapatos” del otro (Zwaan,2004). El modelo nos expone que la comprensión de las frases negativas se realiza en dos pasos secuenciales. En el primer paso se realiza la representación de la situación negada y en el segundo el rechazo de la representación anterior, siendo en este paso donde se inhibe la simulación de la situación negada estando menos accesible, tanto la acción como el objeto. Por ejemplo, en la frase “Juan no incluyó la carne en su lista de compras” se simula “carne incluida” y en ese instante tanto la acción “incluyó” como el objetivo de la acción “carne” están disponibles al igual que en la versión afirmativa de la frase, esto ocurriría en el primer paso, mientras que, en el segundo paso, el procesamiento de la negación llevaría a la inhibición y menor accesibilidad de la representación “carne incluida”. La representación de la situación alternativa solo ocurre cuando los predicadores son contradictorios (Kaup, 2006) o las categorías son binarias, como en el caso de la aproximación/evitación (Marrero et al., 2020). Finalmente, el lector liberaría la inhibición y simularía la situación real “carne excluida”. Mediante el empleo de estudios normativos, se ha comprobado que la negación de la aproximación cambia la dirección actitudinal de la frase que es juzgada como de evitación, y viceversa, la negación de la evitación se juzga como aproximación (Marrero et al., 2020). Dicho modelo asume la teoría de la corporeidad, la misma explica que las personas usamos el lenguaje de manera que sea equivalente a la propia experiencia.

Los efectos de la negación en la accesibilidad de la información negada, así como la representación alternativa, se evidencia mediante el paradigma de reconocimiento inmediato. Dicho paradigma radica en una tarea de reconocimiento de memoria inmediata que consiste en que los participantes deciden si se les ha presentado una palabra (u otro estímulo) en la frase que han leído previamente. Uno de los parámetros clave de la prueba es la latencia en la toma de decisiones, la cual se toma como un indicador del nivel de activación del concepto asociado a la tarea (véase Kaup y Dudschig, 2019). El tiempo que tarda el participante entre la lectura de la frase y el reconocimiento del estímulo es de vital importancia en el efecto de la negación (Kaup et al., 2006; Kaup, 2006; Kaup y Dudschig, 2019).

En estudios anteriores se evidencia que un retraso de 1500 ms es suficiente para que la negación se procese de manera adecuada en relación al significado de la frase, por tanto, se facilita la activación de presentaciones alternativas positivas para su correcta comprensión cuando estas ya están disponibles. En contraposición, cuando no se da el tiempo suficiente para la integración de la negación (latencia de 0ms), lo que quedaría activo es la representación de la situación negada, equivalente al primer paso según el modelo de dos pasos de (Kaup, 2006).

En el presente estudio, se va a investigar la integración de la negación en el significado de las frases actitudinales. Por tanto, se va a examinar la accesibilidad de los verbos tanto mencionados como alternativos en las frases afirmativas y negativas de aproximación y evitación, con un intervalo entre la lectura de la frase y la aparición del verbo de 1500 ms. Como se ha dicho con anterioridad, este intervalo de tiempo es suficiente para que se produzca la integración de la negación en el significado de la frase. Si se ha producido la integración de la negación, los lectores habrán representado la situación alternativa y el menor tiempo se daría en la lectura del verbo alternativo (“excluyo” en la frase “no incluyó” la carne) frente al verbo mencionado “incluyo”. En concreto en este estudio se va a examinar el efecto tDCS en la mejora cognitiva de la integración de la negación en el significado de la frase.

La mejora cognitiva de la integración de la negación en el significado de las frases actitudinales, mediante la estimulación transcraneal con corriente directa (tDCS) en el giro frontal inferior derecho.

En estudios previos se ha examinado si la estimulación cerebral de ciertas áreas cerebrales tiene efecto en el procesamiento de la negación de frases actitudinales. En una investigación anterior (Calvo y Gonzalez 2021) se estimuló el Surco Temporal Superior derecho y se vio un efecto de facilitación de la lectura de los verbos aproximativos. En el presente estudio vamos a examinar el efecto de la estimulación tDCS del rIFG, que forma parte del área de Broca, y se asocia con procesos inhibitorios involucrada en el procesamiento, específicamente en el segundo paso de inhibición de la información negada de acuerdo al modelo de dos pasos (Vitale, Monti, Padron, Avenanti, y de Vega, 2022). En el estudio de Vitale et al., 2022 se examinó el efecto de la estimulación inhibitoria del IFG derecho en cuanto a la supresión del efecto de la negación en la inhibición de la información negada. En este estudio vamos a llevar a cabo estimulación de activación del IFG derecho, por lo que esperamos que su efecto sea de potenciación del efecto de la inhibición en la representación de la información negada.

En resumen, la presente investigación tiene como objetivo observar si hay un efecto modulador en la estimulación con TDCS en la mejora de la integración de la negación en la comprensión de las frases actitudinales, atribuible a la estimulación cerebral de la zona de interés, donde se aplicará la corriente no invasiva. Esta zona es la unión de Fz con T4 y Cz a F8 haciendo un cruce entre las distintas medidas siguiendo el sistema internacional 10/20 que coincide con el giro frontal interior (rIFG). Se aplicarán dos tipos de estimulación: estimulación anodal y catodal (excitatoria) y sham (placebo). Adicionalmente, vamos a explorar la modulación del potencial efecto de la estimulación en IGF derecho sobre el procesamiento de la negación modulado por los rasgos de personalidad afectivos de aproximación/evitación (escalas BIS/BS de Carver y White, 1994) y afecto positivo y negativo (escala PANAS de Watson, Clark y Tellegen, 1988).

El IFG derecho es un área cerebral asociado a procesos inhibitorios, por lo que esperamos que potencie el efecto inhibitorio de la negación en la representación de los verbos durante la comprensión de las frases. Predecimos que su efecto será diferente en las frases de aproximación, la estimulación anodal incrementará la inhibición del verbo negado, y con ello producirá mayores tiempos de lectura de los mismos. En las frases de evitación, al ser los verbos evitativos implícitamente negativos (se representaría como “no aproximación”), la estimulación anodal facilitará en las frases negativas la

representación del verbo alternativo, al potenciarse el efecto de la negación explícita de inhibir la negación de un hecho, y con ello facilitar la representación del mismo: “NO EXCLUYÓ” > “NO (no incluyó)” y de este modo la representación del verbo aproximativo (“incluyó”).

H1. En las frases aproximativas, los tiempos de lectura de los verbos mencionados serán significativamente mayores en las frases negativas en comparación con las afirmativas en la condición Anodal en contraste con la condición Sham.

H2. En las frases evitativas, los tiempos de lectura de los verbos alternativos serán significativamente menores en las frases negativas de evitación que en las frases negativas de aproximación en la condición Anodal en contraste con la condición Sham.

Método

Participantes

En este estudio han participado un total de 64 personas, 46 mujeres (71,87%) y 18 hombres (28,12%), con edades comprendidas entre 18 y 40 obteniendo una media de 21 años, las cuales estaban realizando en el momento de su participación estudios universitarios en la Universidad de La Laguna en diferentes grados.

Para seleccionar a los participantes se tuvo en cuenta su preferencia manual (diestro o zurdo), si sufrían de migraña, si padecían epilepsia (o tenían parientes cercanos que la sufrieran), si tenían daño, heridas o piezas metálicas en el cerebro y si tomaban de psicofármacos. En el caso de responder de manera afirmativa a estas cuestiones quedarían descartados para la investigación.

Antes de comenzar, se les entregó un consentimiento, que debían firmar, informando sobre el protocolo a seguir en la utilización del tDCS, los riesgos que conlleva y su derecho a la retirada en cualquier momento de este estudio.

Al finalizar el experimento, se les entregaba una chocolatina tirma como incentivo y, además, a los participantes pertenecientes al primer curso de Psicología, como añadido, se les sumaba una cuantía de 0,2 puntos sobre la nota final de la asignatura Emoción y Motivación.

Diseño de investigación

En el estudio se ha empleado un diseño experimental 2x2x2 de tres factores intrasujetos correspondiendo: Verbo (Alternativo o Mencionado), la Dirección

(Aproximativo o Evitativo) y la Polaridad de las oraciones (Afirmativa o Negativa). Como variable dependiente el tiempo de latencia en la que el sujeto lee el verbo y como factor intersujeto el tipo estimulación (Sham o Anodal).

Materiales e instrumentos

Las oraciones experimentales fueron sometidas a estudios normativos sobre la dirección motivacional de las oraciones (aproximación-evitación), controlando factores lingüísticos como la longitud de la oración, y factores psicolingüísticos como como imaginabilidad (ver Marrero et al., 2020). En este estudio se utilizaron 220 oraciones, 20 por condición experimental y 60 oraciones de relleno. En la Tabla 1, se muestran ejemplos de frases experimentales. (lo puse tal cual)

Tabla 1.

Ejemplo de frases en las diferentes condiciones: verbo mencionado y alternativo.

Aproximación	Evitación
Cristina/ (no) incluyó/ la carne/ en la /lista/ de la/ compra	Cristina/ (no excluyó)/ la carne/ en la / lista/ de la/ compra

Los materiales utilizados durante la investigación fueron los siguientes: la tDCS, manuales de mapas cerebrales donde se explicaba el sistema utilizado 10/20 y el Programa Ecuador 2021.

Además, al finalizar el experimento, se repartía a cada participante 4 cuestionarios. Dos cuestionarios que miden los rasgos de aproximación y evitación conductual, y de afecto positivo y negativo, el PANAS (Watson, Clark y Tellegen, 1988) y el BIS-BAS (Carver y White, 1994). El Edinburgh Handedness Inventory (Veale, 2014) que mide la preferencia manual del participante y la Escala de síntomas Brunoni (Brunoni, Amadera, Berbel, rizzerio y Fregni, 2011) donde se recogen los síntomas más comunes tras la estimulación.

Protocolo Covid-19

Teniendo en cuenta la situación pandémica en la que nos encontramos, debido al Covid-19, se han llevado a cabo unas medidas de higiene extras.

Todas las personas implicadas durante la realización del experimento, tanto participantes como experimentadoras, debían desinfectarse las manos con gel hidroalcohólico, proporcionado en la entrada, antes de comenzar y acudir provistos de mascarilla. El cubículo utilizado fue higienizado, entre pacientes, con desinfectante de superficies, haciendo hincapié en el ratón y el teclado puesto que eran las partes que manipulaban los participantes. Del mismo modo, el material relacionado con la tDCS era lavado y desinfectado cada vez que se usaba (cinta métricas, cintas de sujeción, las fundas/alfombrillas de los electrodos y las jeringuillas con las que se extraía el suero y el gel).

Procedimiento

Inicialmente se asistió a una formación impartida por el investigador Enrique García Marco acerca de la estimulación transcraneal por corriente directa, tDCS, esto no sólo implica aprender cómo funciona el aparato de estimulación sino también a manejar los mapas cerebrales para saber cómo localizar el área a estimular en cada sujeto. La duración de la formación fue de aproximadamente tres días, en los cuales a la vez que se aprendía el sistema, se realizaban prácticas entre los miembros del equipo, además, se realizó una prueba con una participante voluntaria.

Simultáneamente, se impartió formación con el doctor Hipólito Marrero Hernández acerca del “Programa Ecuador 2021” así como una pequeña explicación acerca de los cuestionarios finales (BIS-BAS, Edinburgh Handedness Inventory, PANAS, Síntomas Brunoni) que se les presentaría al participante al finalizar el experimento. Además, fue necesario traducir el cuestionario “Síntomas Brunoni” para que los participantes lo complementaran en español. Terminada la formación, se elaboró una lista en drive con una introducción que explica el experimento para que los participantes se apuntaran en el día y hora correspondiente.

En el estudio se establecieron cuatro condiciones de frases resultantes del contrabalanceo de las condiciones experimentales, al igual que en la condición de estimulación, y los sujetos eran asignados a cada una de ellas de modo secuencial.

El procedimiento a seguir con cada uno de los participantes consistió en pasar un screening para verificar su aptitud para el experimento, a continuación el participante debía firmar un consentimiento para la participación en el estudio y se le facilitaba cualquier explicación adicional que necesitase el usuario (véase Anexo 1).

Seguidamente, se les acompaña a la sala donde debía ejecutar la tarea con el Programa Ecuador 2021.

La tarea de los participantes consistía en leer las distintas frases que aparecen en la pantalla del ordenador. Cada frase se presenta en siete segmentos, como se muestra en la Tabla 1, con un tiempo prefijado de exposición de 300 ms y un intervalo de 150 ms entre ellos. Tras la lectura de la frase, en la pantalla aparecía una palabra (un verbo, en mayúsculas) que puede ser el verbo negado de la frase anterior, o el verbo alternativo. Dicho verbo se presentará a los 1500 ms después de que termine la presentación de la frase. A los participantes se les indica que deben leer el verbo y, tras leerlo, debían presionar la barra espaciadora (indicada en el teclado) para continuar.

Algunas de las frases van seguidas de una pregunta sobre el contenido de estas que pueden contestarse con una respuesta afirmativa (SI, indicado en el teclado y representada por la letra “p”) o negativa (NO, indicado en el teclado y representada por la letra “q”). La pregunta permanecía en la pantalla durante 200 ms o hasta que se daba una respuesta. El objetivo de las preguntas es mantener la atención del participante en la comprensión de la lectura.

Los participantes leían en el ordenador las instrucciones para la realización de la tarea, seguidamente presentaban 8 frases de entrenamiento. Tras la fase de entrenamiento se les administraba un primer bloque con 30 frases afirmativas y negativas, de aproximación y evitación a efectos de consolidar la familiaridad de los participantes con el procedimiento experimental. Luego, había una pausa donde tenían que avisar al experimentador, en la cual las experimentadoras cogían las medidas para buscar el área de estudio, giro frontal inferior, y colocar los electrodos en el lugar correcto, uno en la zona a estimular y otro en el deltoides, una vez situados y con la debida cantidad de gel para controlar la conductancia, se estimulaba, bien durante 20 minutos o 1 minuto según la condición (anodal o sham, respectivamente).

La modalidad sham consiste en producir un efecto placebo, es decir, se sigue el mismo procedimiento para empezar la estimulación pero en vez de durar 20 minutos, se le estimula 1 minuto, desconectando el aparato y haciéndole creer al participante que sigue estimulando hasta que pasan los 20 minutos.

Tras dicha estimulación, ausente de distractores externos, se le retiraba todo el material utilizado y los participantes procedían con el bloque experimental de frases.

Una vez finalizada la tarea experimental, se les proporcionaba los cuestionarios BIS-BAS (véase Anexo 2) , PANAS (véase Anexo 3) , Edinburgh Handedness Inventory (véase Anexo 4) y la escala de síntomas Brunoni (véase Anexo 5), en la Tabla 2 se muestra el tipo de malestar reportado por los participantes, y su porcentaje, tanto para la condición anodal como para la sham. Al acabar dichos cuestionarios, se les agradecía su participación en el experimento y se les entregaba una chocolatina.

Tabla 2.

Tipo de malestar y porcentaje.

Síntomas	Porcentaje
Dolor de cabeza	28,91%
Dolor de cuello	29,30%
Dolor de cuero cabelludo	27,34%
Hormigueo	46,09%
Comezón	35,94%
Sensación de quemarse/calor	33,98%
Enrojecimiento de la piel	32,81%
Somnolencia	47,27%
Problemas de concentración	44,14%
Cambio de humor agudo	26,95%

Cuando el participante ya se ha marchado desinfectamos todos los materiales y superficies con los que se ha trabajado y se prepara para el siguiente.

Análisis estadístico

En este estudio se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas sobre la latencia de los verbos la lectura de los verbos-target., y pruebas t-test de contrastes de medias en el caso de que se muestre interacciones significativas.

Resultados

Se eliminaron las latencias de la lectura del verbo por encima o por debajo de 2.5 DT de la media en cada participante (27%). Seis sujetos fueron eliminados (3 de la condición anodal y 3 de la condición sham) debido a que tenían más del 50 % de casos

extremos en la mitad o más de las condiciones. Siendo la media total de aciertos de un 85,89% (por lo que solo se utilizaron los sujetos con un porcentaje mínimo de aciertos de 70%).

Se llevaron a cabo ANOVAs de medidas repetidas con 3 factores intrasujetos: Dirección de la frase (Aproximativa vs. Evitativo), Polaridad (Afirmativa vs. Negativa), y Verbo (Mencionado vs. Alternativo), y un factor intersujeto: la estimulación tDCS (Anodal vs. Sham).

Se encuentra un efecto principal de Dirección las frases aproximativas (media=665 ms y dt=128 ms) se leen más lento que las frases Evitativas (media=652 ms, dt=126 ms; $F(1, 56) = 4,24, p=0,04$). No se encuentra un efecto principal de Polaridad ($F(1, 56) = 2,87, p=0,1$) ni de Verbo ($F(1, 56) = 3,63, p=0,06$).

Ninguno de estos factores interactúa con la Estimulación, esto es Dirección:Estimulación ($F(1,56) = 0,27, p=0,60$), Polaridad:Estimulación ($F(1,56) = 0,001, p=0,97$) y Verbo:Estimulación ($F(1,56) = 0,29, p=0,60$). Por otro lado, encontramos un efecto en Dirección:Verbo ($F(1,56) = 4,89, p=0,03$) los verbos aproximativos mencionados se leen más lentos que los mencionados evitativos (estimate = 26 ms; $t(392) = 2,70, p = 0,07$), y también que los aproximativos alternativos (estimate = 25 ms; $t(392) = 2,6, p = 0,009$). No hubo efecto por Dirección:Polaridad ($F(1,56) = 0,22, p=0,64$) ni por Polaridad:Verbo ($F(1,56) = 2,12, p=0,15$).

Los efectos descritos pueden estar mediados por una interacción Dirección:Polaridad:Estimulación ($F(1,56) = 5,33, p=0,02$) (véase tabla 3). En la condición anodal las frases aproximativas negativas se leen más lento que las frases evitativas negativas (estimate = 28 ms; $t(392) = 2,09, p = 0,037$). Mientras que, en la condición sham las frases aproximativas afirmativas se leen más lento que las frases afirmativas evitativas (estimate = 29ms; $t(392) = 2,11, p = 0,035$). No se encuentran efectos de las interacciones Dirección:Verbo:Estimulación ($F(1,56) = 0,38, p=0,54$) ni de Polaridad:Verbo:Estimulación ($F(1,56) = 2,55, p=0,12$).

No se encuentra efectos de Dirección:Polaridad:Verbo ($F(1,56) = 4, p > 0,05$) ni de su interacción con la estimulación ($F(1,56) = 0,46, p=0,50$).

Tabla 3.

Medias y desviaciones típicas de los tiempos de lectura de los verbos en las frases afirmativas y negativas de aproximación y evitación, en las condiciones Sham y Anodal

a) Anodal

Dirección	Polaridad	Media	Desviación típica
Aproximación	Afirmativo	662 ms	109 ms
	Negativo	694 ms	124 ms
Evitación	Afirmativo	670 ms	113 ms
	Negativo	666 ms	124 ms

b) Sham

Dirección	Polaridad	Media	Desviación típica
Aproximación	Afirmativo	651 ms	113 ms
	Negativo	653 ms	121 ms
Evitación	Afirmativo	622 ms	093 ms
	Negativo	649 ms	134 ms

Las comparaciones planificadas muestran que en la condición anodal los verbos mencionados mostraron tiempos mayores de lectura en las frases aproximativas negativas vs. afirmativas (diferencia media = 35,856 ms, DT = 98,21 ms, $t(29) = 2,0$, $p = 0,055$), marginalmente significativa, mientras que no hubo diferencias significativas en los verbos alternativos ($p > .10$). Asimismo, los verbos alternativos mostraron menores tiempos de lectura en las frases evitativas negativas que en las frases aproximativas negativas (diferencia media = 53,821 ms, DT = 94,98 ms, $t(29) = 3,12$, $p = 0,004$), mientras que en los verbos mencionados no hubo diferencias significativas entre las frases evitativas y aproximativas negativas, ($p > 0,10$). En el caso de la condición sham ninguna comparación resultó significativa. Este resultado apoya que en la condición anodal la negación perjudica la lectura de los verbos en las frases afirmativas, en particular de los verbos mencionados, mientras que facilita la lectura de los verbos en las frases evitativas, en particular de los verbos alternativos lo que apoya nuestras hipótesis.

El efecto de la negación en los tiempos de lectura de los verbos alternativos de las frases de evitación en la condición anodal parece modulado por el rasgo de ansiedad. Los participantes fueron divididos de acuerdo a la mediana en altos ($N = 15$) y bajos en ansiedad ($N = 15$), según la escala BIS/BAS de Carver y White (1994). En el caso de los verbos alternativos, los participantes con baja ansiedad mostraron mayor facilitación en la lectura del verbo alternativo en las frases negativas de evitación en comparación con las frases negativas de aproximación (diferencia media = 86,27 ms, DT = 74,49 ms) frente a los sujetos con alta ansiedad (diferencia media: 21,372 ms, DT = 102.83 ms, $t(28) = 1,979$, $p = 0,058$), marginalmente significativo. Este contraste apoya que la baja ansiedad potencia el efecto facilitador de la estimulación anodal en la lectura de los verbos alternativos en las frases negativas de evitación.

Discusión

Según los resultados obtenidos la hipótesis se cumple, ya que los tiempos de lectura de los verbos mencionados en las frases aproximativas son mayores. Los resultados van en la línea de los estudios anteriores de Marrero (2020), donde se apoya el carácter de los verbos evitativos como implícitamente negativos (se representaría como “no aproximación”), asimismo se apoya que la potenciación del efecto inhibitorio de la negación mediante estimulación del rIFG derecho facilita la representación de la situación alternativa (no excluyó \rightarrow incluyó), lo que resulta un hallazgo novedoso donde se produce la facilitación de una operación como la doble negación, que resulta difícil de procesar.

De igual manera, este estudio se apoya en investigaciones anteriores como la de Rodríguez (2016), avalando al giro frontal inferior (IFG) derecho como una área inhibitoria del cerebro que procesa la negación y que tiene que ver con el segundo paso del modelo de Kaup (2006) donde la negación inhibe la representación de la información negada. La novedad en este estudio es que se aplica la estimulación activatoria en el IFG derecho, no la inhibitoria como en estudios previos, esperando un incremento del efecto de inhibición de la negación en la representación de la información negada. Por tanto, las hipótesis ya mencionadas anteriormente para este estudio son: **H1**. En las frases aproximativas, los tiempos de lectura de los verbos mencionados serán significativamente mayores en las frases negativas en comparación con las afirmativas en la condición Anodal en contraste con la condición Sham. **H2**. En

las frases evitativas, los tiempos de lectura de los verbos alternativos serán significativamente menores en las frases negativas de evitación que en las frases negativas de aproximación en la condición Anodal en contraste con la condición Sham.

Por otro lado, se ha encontrado que la ansiedad juega un papel modulador a la hora de integrar la negación, pues una baja ansiedad predice una mayor facilitación en la lectura de los verbos alternativos en las frases negativas de evitación potenciando el efecto facilitador de la estimulación anodal en la lectura de los verbos alternativos en las frases negativas de evitación. Además, hay constancia de estudios que apoyan los resultados obtenidos en esta investigación con respecto al rasgo de ansiedad (Marrero, Yagual, García, Gámez, Beltrán, Díaz y Urrutia, 2017).

La tDCS tiene un papel importante como reforzador en el área terapéutica, aportando beneficios como la mejora del déficit del lenguaje en personas con afasias (Corrales, Gadea y Esperte, 2020) y en otros trastornos relacionados con la salud mental como el TOC u otros tipos de trastornos que impliquen una incapacidad para la inhibición. Por otro lado, esta línea de investigación puede ser de utilidad en el ámbito de la educación, por ejemplo en edades tempranas, la forma en que comunicamos las dobles negaciones puede resultar confuso en cuanto al significado de la frase, de esta manera, se hace necesaria seguir líneas de investigación similares para encontrar la manera más eficaz de comunicación.

Se recomienda en futuras investigaciones estudiar el área cerebral mencionada con un control más exhaustivo de las variables externas o residuales. Así como un incremento de la muestra y de la homogeneidad de las condiciones en ambos grupos.

Conclusiones

Concluyendo, el efecto que tiene la negación sobre la comprensión de las frases actitudinales es, principalmente, el cambio de dirección que produce (donde las frases aproximativas negadas actúan como frases evitativas y viceversa). Esa información es importante puesto que facilita la comunicación de nuestras preferencias y aversiones en la vida social o mejorando la navegación social.

Como se ha mencionado anteriormente los resultados obtenidos sostienen las hipótesis planteadas al principio del estudio, siendo relevante la intervención de la tDCS en el procesamiento de la negación con un efecto facilitador de la integración de la negación.

Asimismo, este trabajo tiene un gran valor en la investigación ya que profundiza en la forma en que nos comunicamos mediante el lenguaje.

Referencias

- Austin, K., Theakston, A., Lieven, E., & Tomasello, M. (2014). Young children's understanding of denial. *Developmental psychology*, 50(8), 2061.
- Beaupoil-Hourdel, P., Morgenstern, A., & Boutet, D. (2016). A child's multimodal negations from 1 to 4: The interplay between modalities. *In Negation and polarity: Experimental perspectives* (pp. 95-123). Springer, Cham.
- Brunoni, A. R., Amadera, J., Berbel, B., Volz, M. S., Rizzerio, B. G., & Fregni, F. (2011). A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 14(8), 1133-1145.
- Calvo, L y Gonzalez, L (2021). La negación en frases actitudinales de aproximación/evitación: el caso de la estimulación catodal.
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: *the BIS/BAS scales*. *Journal of personality and social psychology*, 67(2), 319.
- Clark, E. (1976). From gesture to word: On the natural history of deixis in language acquisition. *Human growth and development*.
- Corrales-Quispircra, C., Gadea, M. E., & Espert, R. (2020). Transcranial direct current stimulation and speech therapy intervention in people with aphasia: a systematic review of the literature. *Revista de neurologia*, 70(10), 351-364.
- Horn, L. R. (1989). A natural history of negation.
- Kaup, B. (2006). What psycholinguistic negation research tells us about the nature of the working memory representations utilized in language comprehension. *Trends in Linguistics Studies and Monographs*, 173, 313.
- Kaup, B., & Dudschig, C. (2020). Understanding negation. *In The Oxford handbook of negation*.
- Kaup, B., Lüdtke, J., y Zwaan, R. A. (2006). Processing negated sentences with contradictory predicates: Is a door that is not open mentally closed? *Journal of Pragmatics*, 38(7), 1033–1050.
- Rodríguez Cruz, AC (2017). Efectos de la estimulación con tDCS en rIFG sobre la comprensión y el recuerdo de negaciones.
- Marrero, H., Urrutia, M., Beltrán, D., Gámez, E., y Diaz, J. M. (2017). Understanding approach and avoidance in verbal descriptions of everyday actions: An ERP study. *Cognitive, Affective, y Behavioral Neuroscience.*, 17(3), 612-624.

- Marrero, H., Yagual, S. N., Gámez, E., Urrutia, M., Díaz, J. M., & Beltrán, D. (2020). Negation interacts with motivational direction in understanding action sentences. *Plos one*, *15*(6).
- Marrero, H., Yagual, S. N., García-Marco, E., Gámez, E., Beltrán, D., Díaz, J. M., & Urrutia, M. (2020). Enhancing memory for relationship actions by transcranial direct current stimulation of the superior temporal sulcus. *Brain Sciences*, *10*(8), 497.
- Veale, J. F. (2014). Edinburgh handedness inventory—short form: a revised version based on confirmatory factor analysis. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, *19*(2), 164-177.
- Vitale, F., Monti, I., Padrón, I., Avenanti, A., & de Vega, M. (2022). *The neural inhibition network is causally involved in the disembodiment effect of linguistic negation. Cortex*, *147*, 72-82.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of personality and social psychology*, *54*(6), 1063.
- Xiang, M., Grove, J., y Giannakidou, A. (2016). Semantic and pragmatic processes in the comprehension of negation: An event related potential study of negative polarity sensitivity. *Journal of Neurolinguistics*, *38*, 71–88.
- Zwaan, R. A. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. *Psychology of learning and motivation*, *44*, 35-62.

Anexos

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

Consentimiento informado experimento ECUADOR 2021

Título del Proyecto: “*Cómo afecta la estimulación cerebral en la lectura*”

IP: Dr. Hipólito Marrero

Esta información debe explicarse de forma oral por parte del investigador a cada paciente o voluntario antes de realizarse su primera exploración, repasando y marcando cada uno de sus puntos para a continuación, proceder a pedirle la firma. Puede aprovechar también el momento para explicarle con detalle qué colaboración se espera de él/ella. El investigador debe mostrarse receptivo a contestar con todo detalle y paciencia cualquier duda que se le genere al paciente o voluntario.

Preparación del paciente o voluntario para el estudio

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

Cuestionario de screening de tDCS (adapted from Keel et al., 2000)

¿Zurdo o diestro?

¿Ha tenido una reacción adversa al TMS?

¿Ha tenido una reacción adversa al tDCS ?

¿Ha tenido algún ataque? (relacionados con ansiedad)

¿Tiene alguna herida en la cabeza o ha tenido alguna cirugía?

¿Ha sufrido de zumbido en los 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 su familia ha tenido epilepsia?

¿Necesita usted más explicación sobre tDCS?

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

Fdo: El voluntario:

Nombre _____

DNI: _____

Anexo 2. Escala Bis-Bas

Escala BIS/BAS

Nombre.....Apellidos.....
.....

A continuación te vamos a presentar una serie de ítems con los que puedes estar de acuerdo o en desacuerdo. Tu tarea consiste en puntuar para cada una de las frases, en qué medida estás de acuerdo o en desacuerdo con lo que dice. Para puntuar cada ítem tienes las siguientes opciones:

- 1: totalmente de acuerdo para ti
- 2: algo de acuerdo para ti
- 3: algo en desacuerdo para ti
- 4: en total desacuerdo para ti

Por favor, responde a todos los ítems, no dejes ninguno en blanco. para cada ítem marca con un círculo la puntuación que consideres. Responde a cada ítem sin preocuparte por ser “coherente” con tus respuestas pero se lo más honesto posible.

¡Muchas gracias por tu colaboración!

	1: totalmente de acuerdo para ti	2: algo de acuerdo para ti	3: algo en desacuerdo para ti	4: en total desacuerdo para ti
1. La familia es una de las cosas más importantes en la vida	1	2	3	4
2. Aún si algo malo está a punto de ocurrirme, raramente experimento miedo o nervios.	1	2	3	4
3. Me desví de mi camino para conseguir lo que quiero	1	2	3	4
4. Cuando lo estoy haciendo bien en elago me gusta seguir haciéndolo	1	2	3	4
5. Siempre deseo intentar algo nuevo si creo que puede ser divertido	1	2	3	4
6. Como me visto es importante para mi	1	2	3	4
7. Cuando consigo algo que quiero me siento ilusionado/a y lleno/a de energía	1	2	3	4

8. Me duelen mucho las críticas o que me regañen	1	2	3	4
9. Frecuentemente, cuando quiero algo voy a tope a por ello	1	2	3	4
10. A menudo hago cosas sin otra razón que el que me resulte divertido	1	2	3	4
11. Me es difícil encontrar tiempo para hacer cosas que quiero como cortarme el pelo	1	2	3	4
12. Si veo una oportunidad para conseguir algo que me gusta la aprovecho inmediatamente	1	2	3	4
13. Me preocupo bastante o me siento disgustado cuando creo o se que alguien está enfadado/a conmigo	1	2	3	4
14. Cuando veo una oportunidad para conseguir algo que me gusta me ilusiono inmediatamente	1	2	3	4
15. A menudo actúo de forma improvisada	1	2	3	4
16. Frecuentemente, me pongo nervioso/a si pienso que algo desagradable me va ocurrir	1	2	3	4
17. A menudo me pregunto porque la gente actúa de la forma en que lo hace	1	2	3	4
18. Me emociono mucho cuando me ocurren cosas buenas	1	2	3	4
19. Me siento preocupado cuando creo que no he hecho bien algo importante	1	2	3	4
20. Tengo necesidad de emociones y nuevas sensaciones	1	2	3	4
21. Cuando voy a por algo mi actitud es que todo vale para conseguirlo	1	2	3	4
22. Tengo pocos miedos en comparación con mis compañeros	1	2	3	4
23. Me ilusionaría ganar una competición	1	2	3	4
24. Me preocupa cometer errores	1	2	3	4

Anexo 3. Cuestionario Panas

Nombre.....

Apellidos.....

Esta escala consta de un grupo de palabras que describen diferentes sentimientos y emociones. Lea cada una de ellas y marque la respuesta más apropiada a lo que usted ha sentido predominantemente en el último mes.

Clave de respuestas

	1	2	3	4	5
	muy poco	algo	moderadamente	bastante	mucho
Motivado/a					1 2 3 4 5
Estresado/a					1 2 3 4 5
Emocionado/a					1 2 3 4 5
Alterado/a					1 2 3 4 5
Fuerte					1 2 3 4 5
Culpable					1 2 3 4 5
Asustado/a					1 2 3 4 5
Hostil					1 2 3 4 5
Entusiasta					1 2 3 4 5
Orgullosa/a					1 2 3 4 5
Irritable					1 2 3 4 5
Activo/a					1 2 3 4 5
Avergonzado/a					1 2 3 4 5
Inspirado/a					1 2 3 4 5
Nervioso/a					1 2 3 4 5
Decidido/a					1 2 3 4 5
Atento/a					1 2 3 4 5
Inquieto/a					1 2 3 4 5
Activo/a					1 2 3 4 5

Motivado/a	1 2 3 4 5
Estresado/a	1 2 3 4 5
Emocionado/a	1 2 3 4 5
Alterado/a	1 2 3 4 5
Fuerte	1 2 3 4 5
Temeroso/a	1 2 3 4 5

Anexo 4. Edinburgh

Indique sus preferencias en el uso de las manos en las siguientes actividades poniendo + en la columna apropiada cuando la preferencia sea tan fuerte que usted nunca intentaría usar la otra mano, salvo que se viera absolutamente forzado a hacerlo, ponga ++. Si en algún caso a usted le es realmente indiferente, ponga + en ambas columnas.

Algunas de las actividades requieren el uso de ambas manos. En estos casos el parte de la tarea o el objeto a lo cual nos referimos se indica entre paréntesis.

	Izquierda	Derecha
1. Escritura		
2. Dibujo		
3. Tirar una pelota		
4. Tijeras		
5. Cepillo de dientes		
6. Cuchillo (sin usar tenedor)		
7. Cuchara		
8. Escoba (mano que se sujeta en parte superior)		
9. Encender un fósforo (mano que sujeta el fósforo)		
10. Abrir una caja (levantar la tapa)		

I. ¿Con qué pie prefiere dar patadas?		
II. ¿Qué ojo usa cuando utiliza un solo ojo?		

Por favor, intente responder todas las cuestiones, y solo deje en blanco las casillas si no tiene ninguna experiencia en absoluta sobre el objeto o la tarea que se le pregunta.

Nombre y apellidos:

Edad:

Anexo 5. Cuestionario de Efectos Adversos sobre la tDCS (Brunoni)

¿Has experimentado alguno de los diferentes síntomas o efectos secundarios?	Elige un valor del 1-4 en el espacio de abajo (1, ausente; 2, leve; 3, moderado; 4, severo)	Si está presente, ¿está relacionado con la tDCS? (1, ninguno; 2, remoto; 3, posible; 4, probable; 5, definitivamente)	Anotaciones
<hr/>			
Dolor de cabeza			
Dolor de cuello			
Dolor de cuero cabelludo			
Hormigueo			
Comezón			
Sensación de quemarse o calor			
Enrojecimiento de la piel			
Somnolencia			
Problemas para concentrarse			
Cambio de humor agudo			
Otros (Especificar)			

Anexo 6. Estadísticos descriptivos anodal

Tipo de frase	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Frase aproximativa afirmativa con verbo alternativo	30	456,33	910,03	676,3275 ms	113,89798 ms
Frase aproximativa afirmativa con verbo mencionado	30	375,54	871,20	647,8491 ms	122,30847 ms
Frase aproximativa negativa con verbo alternativo	30	411,79	969,57	704,8191 ms	137,61928 ms
Frase aproximativa negativa con verbo mencionado	30	444,43	918,17	683,7055 ms	129,40161 ms
Frase evitativa afirmativa con verbo alternativo	30	440,77	914,71	692,2400 ms	119,99598 ms
Frase evitativa aproximativa con verbo mencionado	30	377,84	895,17	648,6069 ms	127,05382 ms
Frase evitativa negativa con verbo alternativo	30	422,50	912,96	650,0076 ms	126,62851 ms
Frase evitativa negativa con verbo mencionado	30	450,75	960,17	682,1634 ms	136,23168 ms
N válido (por lista)	30				

Anexo 7. Estadísticos descriptivos sham

Tipo de frase	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Frase aproximativa afirmativa con verbo alternativo	28	367,66	962,00	658,72 ms	143,61 ms
Frase aproximativa afirmativa con verbo mencionado	28	490,10	851,14	643,36 ms	115,86 ms
Frase aproximativa negativa con verbo alternativo	28	397,13	832,83	670,36 ms	118,80 ms
Frase aproximativa negativa con verbo mencionado	28	365,75	896,32	6235,73 ms	143,65 ms
Frase evitativa afirmativa con verbo alternativo	28	394,90	795,40	621,63 ms	101,93 ms
Frase evitativa aproximativa con verbo mencionado	28	446,13	807,33	622,44 ms	104,74 ms
Frase evitativa negativa con verbo alternativo	28	362,21	903,23	642,31 ms	135,82 ms
Frase evitativa negativa con verbo mencionado	28	397,07	934,29	656,95 ms	148,41ms
N válido (por lista)	28				