



**Facultad de Psicología y Logopedia**  
Universidad de La Laguna

# **La negación en frases actitudinales de aproximación/evitación: el caso de la estimulación catodal.**

Trabajo de Fin de Grado de Psicología

Facultad de Psicología y Logopedia

Curso Académico: 2020-2021

Alumnas

Laura Calvo Espinosa

Lucía del Carmen González López

Tutor:

Hipólito Marrero Hernández

Co Tutor:

Cristian Reyes Moreno

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	2
<b>Introducción</b> .....	4
<i>Interacción entre la negación y la dirección en la comprensión de las frases actitudinales</i> .....	6
<i>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 áreas del cerebro vinculadas a la red de mentalización.</i> .....	8
<b>Hipótesis</b> .....	9
<b>Método</b> .....	10
<i>Participantes</i> .....	10
<i>Diseño de investigación</i> .....	10
<i>Materiales e Instrumentos</i> .....	10
<i>Protocolo para la aplicación tDCS</i> .....	11
<i>Protocolo Covid-19</i> .....	12
<b>Procedimiento</b> .....	13
<i>Administración de la tDCS</i> .....	13
<i>Análisis Estadístico</i> .....	14
<b>Resultados</b> .....	15
<b>Discusión</b> .....	18
<b>Conclusiones</b> .....	19
<b>Referencias</b> .....	21
<b>Anexos</b> .....	25

## **Resumen**

Estudios previos han demostrado que parte de la red de mentalización del cerebro está involucrada en el procesamiento de la intencionalidad social (aproximación y evitación). Por otro lado, la negación actúa como operador en el lenguaje e influye en la comprensión de las frases actitudinales, cambiando la actitud de aproximativa a evitativa y viceversa de evitativa a aproximativa, por ejemplo: en la frase Juan “no incluyó” la carne en la dieta, Juan “excluyó” la carne (de aproximación a evitación); y en la frase Juan “no excluyó” la carne en la dieta, Juan “incluyó” la carne (de evitación a aproximación). Esta investigación pretende conocer cómo se integra la negación en el significado de esas frases y como la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) del surco temporal superior derecho (rSTS) puede modular este proceso. Los resultados no muestran una mejora de la integración de la negación en ninguna de las condiciones de la tDCS (anodal, sham y catodal). Sin embargo, si se observa un efecto significativo de interacción triple entre la dirección (aproximación-evitación), verbo (mencionado-alternativo) y tDCS que refleja cómo la estimulación anodal facilita la accesibilidad cognitiva de los verbos de aproximación.

***Palabras Clave:*** *Negación, Aproximación, Evitación, tDCS, Intencionalidad Social, Surco Temporal Superior derecho.*

## **Abstract**

Previous studies have shown that a part of the brain's mentalizing network is involved in social intentionality processing (approach and avoidance). On the other hand, negation acts like a linguistic operator in language that influences the understanding of attitudinal sentences changing the attitude from approach to avoidance. For example: in the sentence Juan "does not include" meat in the diet, Juan "excludes" the meat (from approach to avoidance); and in the sentence Juan "does not excludes" meat in the diet, Juan "includes" meat (from avoidance to approach). This research aims to know how negation is integrated into the meaning of those sentences and how the transcranial direct current stimulation (tDCS) on the right superior temporal sulcus (rSTS) might modify this process. The obtained outcome has not proven a better integration of the negation in none of the tDCS conditions (anodal, sham or catodal). However, it shows a triple interaction effect between direction (approach-avoidance), verb (mentioned-alternative) and tDCS that proves how anodal stimulation provides an easier representation of approach sentences.

**Key Words:** *Negation, Approach, Avoidance, tDCS, Social Intentionality, right Superior Temporal Sulcus.*

## Introducción

La vida cotidiana y las relaciones sociales que las personas mantienen a diario están reguladas por dos conceptos importantes: la aproximación y evitación. Estos aspectos se reflejan en el lenguaje proporcionando información sobre las conductas de los individuos, ya sean de aproximación o de evitación de los estímulos de diferentes contextos mediante verbos que reflejan ambas direcciones, por ejemplo: aceptar vs. Rechazar, apoyar vs. censurar, o cuidar vs. abandonar (Marrero, Urrutia, Yagual, Gámez, Urrutia, Díaz, & Beltrán, 2020). Estos verbos pueden estar dirigidos hacia personas, por ejemplo “incluir/excluir a alguien de un grupo de amigos” o bien hacia objetos “incluir/excluir la carne de la lista de la compra”. De esta forma, el lenguaje facilita la comunicación de nuestras preferencias o aversiones y las de los demás en el desarrollo de la vida social.

Por otro lado, otro aspecto importante en el lenguaje es la negación, que actúa como un operador lingüístico (véase Horn, 1989) y que se ha estudiado su función en la comprensión de expresiones y frases verbales (véase Kaup & Dudschig, 2019). Desde una perspectiva cognitiva, la negación podría afectar al procesamiento de la información de diferentes maneras: en primer lugar, la negación produce una inhibición parcial de la representación del concepto negado (por ejemplo, para indicar que no se ha ejecutado una acción en el caso de acciones motoras manifiestas como en "Petra no limpió los platos") (véase Tettamanti, Manenti, Rosa, Falini, Cappa y Moro, 2008); y, en segundo lugar, la negación puede interpretarse en función de sus implicaciones, por ejemplo, cuando la información negada pertenece a una categoría binaria: "si el número no es par", se da a entender espontáneamente que el número es impar (véase Just y Clark, 1973, Kaup, 2006; Orenes, Beltrán y Santamaría, 2014). Estos efectos que produce la negación son coherentes con el modelo cognitivo llamado “Modelo de los dos pasos” (Dudschig y Kaup, 2018; Kaup, 2006; Kaup, Lüdtke y Zwaan, 2006). En este modelo se habla del procesamiento de la negación asumiendo la teoría de la simulación corporeizada (TSC, Barsalou, 2008, 2009; Zwaan, 2004) que descompone la comprensión de las frases negativas en dos pasos secuenciales: el primer paso consiste en la representación de la situación negada (por ejemplo, una "puerta cerrada" para la frase “la puerta no está cerrada”) y el segundo consiste en el rechazo de la representación anterior. Esto puede desencadenar una serie de implicaciones sobre alternativas a la situación rechazada (por ejemplo, una

"puerta abierta") que se representarían para la correcta comprensión de la frase (Ferguson, Sanford, & Leuthold, 2008; Giora, Balaban, Fein, & Alkabetz, 2005; Giora, 2006; Kaup y otros, 2006; Kaup, Yaxley, Madden, Zwaan, & Lüdtke, 2007). Este modelo prevé que esto suceda cuando la negación afecte a una categoría binaria donde los conceptos son contradictorios y permiten la elaboración de alternativas, por ejemplo: una "puerta abierta" para "la puerta no está cerrada" (véase Kaup et al., 2006).

En el presente Trabajo de Fin de Grado, se desarrolla un experimento dentro de un objetivo de la Tesis en curso de Aarón Nuez Trujillo (*El proceso de comprensión de frases actitudinales: Representaciones motoras e interacción con la negación*), que busca examinar el efecto de la estimulación tDCS en el procesamiento de la negación en frases actitudinales de aproximación y evitación. Para ello, se asume el paradigma de la teoría de la simulación corporeizada (véase Zwaan, 2004; Barsalou, 2008, 2009). En este estudio se va a analizar cómo la dirección actitudinal (representada con verbos de aproximación y evitación) podrían interactuar con la negación en el lenguaje, haciendo hincapié en las consecuencias representativas y procesuales de la interacción, además de examinar el efecto de la tDCS (siglas en inglés que significan estimulación transcraneal por corriente directa) en el Surco Temporal Superior Derecho, un área cerebral perteneciente a la red de mentalización (véase Kennedy & Adolphs, 2012), y cómo influye en la integración de la negación en el significado de las frases de aproximación y evitación.

La relevancia de este estudio radica en el papel de la negación como operador lingüístico y su capacidad para modificar la dirección de las frases actitudinales, es decir, de aproximación a evitación (por ejemplo "no incluyó" → "excluyó") y viceversa, de evitación a aproximación ("no excluyó" → "incluyó"). De esta manera la comunicación social se vería enriquecida al posibilitar la negación como otra forma de expresar la aversión o preferencia hacia los estímulos. Simplemente, negando una expresión aproximativa (por ejemplo, "no incluyo la carne en mi dieta") se está describiendo evitación de la carne y, viceversa, negando una expresión evitativa ("no excluyo la carne en mi dieta) se describe aproximación. Por otro lado, examinar el efecto de la estimulación cerebral no invasiva (tDCS) en la integración de la negación en el significado de las frases actitudinales, esperando una mejora cognitiva en la misma. De esta forma se podrá establecer una conexión entre el procesamiento

cognitivo de la información social y la negación con las áreas cerebrales pertenecientes a la red de mentalización.

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

En primer lugar, cuando se habla de representación, los conceptos de aproximación y de evitación presentan algunas similitudes con la afirmación y la negación respectivamente, siendo la aproximación análoga a la afirmación, mientras que la evitación se presenta de manera implícita como negativa, ya que los verbos de evitación implican una actitud de un agente contra la aproximación del estímulo hacia sí mismo. En defensa de esta idea, la negación, tanto corporal (sacudida de cabeza) como lingüística, se desarrolla de manera temprana en la infancia para comunicar rechazo (“protesta”) hacia los estímulos que no gustan (véase Austin, Theakston, Lieven y Tomasello, 2014; véase también Clark, 1978, y Beaupoil-Hordel, Morgenstern y Boutet, 2016). Precisamente por ello, es posible que mediante sobreaprendizaje, las representaciones verbales de las acciones de evitación se presenten como “contra la aproximación del estímulo” (Clark, 1978; Xiang, Grove, y Giannakidou, 2016). Esto da a entender, dado que “contra” es negativo, que los verbos de evitación se representan como implícitamente como negativos, es decir, de “no aproximación”.

En segundo lugar, hay que considerar 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 de Kaup (2006). Según este modelo, en el primer paso, se simula la situación negada (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. A continuación, en el segundo paso, la simulación de la situación negada se inhibe, por lo que, en ese momento, tanto la acción como el objetivo están menos accesibles. 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).

Los efectos de la negación, tanto la inhibición como la representación de la alternativa se evidencian mediante el paradigma de reconocimiento inmediato. Este paradigma consiste en que los participantes deben decidir si se les ha presentado una “prueba” (imagen o palabra) en la frase que han tenido que leer con anterioridad. Se trata de una tarea de reconocimiento de memoria inmediata donde la medida clave es la latencia de la toma de decisión, es decir, el tiempo que tarda el participante en decidir si la “prueba” estaba o no en la frase anterior. Esta medida se toma como un índice del nivel de activación del concepto asociado a la “prueba” (véase Kaup y Dudschig, 2019). El retraso que existe entre la lectura de la frase y la tarea de reconocimiento es importante en el efecto de la negación (Kaup et al., 2006; Kaup, 2006; Kaup y Dudschig, 2019). Se ha evidenciado en estudios previos que un retraso de 1500 ms es suficiente para que la negación se integre de manera adecuada en el significado de la frase, por lo que facilita la activación de las representaciones alternativas positivas para su comprensión cuando estas ya están disponibles. Sin embargo, cuando no se proporciona el tiempo necesario para la correcta integración de la negación en el significado de la frase (retraso de 0 ms), lo que estaría activa sería la representación de la situación negada, lo que corresponde al primer paso según el modelo de los dos pasos (Kaup, 2006).

En el presente estudio, se va a investigar la integración de la negación en el significado de las frases actitudinales. Para ello se va a examinar la accesibilidad de los verbos que describen la acción negada (mencionada en la frase) o la acción alternativa, 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 (“excluyó” en la frase “no incluyó” la carne) frente al verbo mencionado “incluyó”. En concreto en este estudio se va a examinar el efecto de la estimulación cerebral no invasiva (tDCS, siglas por la denominación inglesa de Estimulación Transcraneal por corriente directa) en la mejora cognitiva de la integración de la negación en el significado de la frase. Como se ha mencionado previamente, el presente TFG forma parte de un proyecto de tesis actualmente en desarrollo donde se va a estudiar específicamente el efecto de la estimulación catodal (inhibitoria)



***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 áreas del cerebro vinculadas a la red de mentalización.***

La intencionalidad es un componente básico para comprender la mente y el comportamiento de los demás. En este sentido, el lóbulo temporal (lóbulo temporal anterior, surco temporal superior, circunvolución temporal media y superior) y también el precuneus y la unión temporo-parietal constituyen una red de "mentalización" (Dodell-Feder, Koster-Hale, Bedny y Saxe, 2011; Kennedy y Adolphs, 2012; Spunt, Falk y Lieberman, 2010) que codifica la intencionalidad. Hay que hacer una distinción entre las intenciones como estados mentales y la representación de las intenciones y metas que son inherentes a las acciones percibidas. Esta última implica un sistema neural que está asociado al surco temporal superior (STS) y es reclutado para la comprensión de la acción (véase Gobbini, Koralek, Bryan, Montgomery y Haxby, 2007). Por otra parte, la actuación de la red de mentalización para procesar la información social suele ser más potente en el hemisferio derecho (Watson, Latinus, Charest, Crabbe y Belin, 2014; Wong y Gallate, 2012).

Por otra parte, el lenguaje describe cómo los individuos interactúan con otras personas mediante acciones sociales que implica conceptualmente aproximación (actitud "pro estímulo") y evitación (actitud "contra el estímulo") (Marrero, Urrutia, Beltrán, Gámez, y Diaz, 2017; Marrero, Gámez, Diaz, Urrutia y de Vega, 2015). Por ejemplo, "Alejandro aceptó/rechazó a Marta en su grupo". En el estudio de Marrero et al. (2017), se encontró que la diferencia de aproximación/evitación en la respuesta cerebral evocada durante la lectura de los verbos reclutó el área cerebral temporal derecha anterior a media alrededor del rSTS (BA22, coordenadas de Talairach:  $x = 63$ ,  $y = -16$ ,  $z = 2$ ) asociada a una mayor activación para la aproximación que para la evitación.

Investigaciones previas han afirmado que los aspectos anteriores y medios del STS son reclutados para el procesamiento semántico de los conceptos sociales. El compromiso del área temporal derecha y, en especial, la zona medial situada alrededor del Surco Temporal Superior, en el procesamiento de la información semántica de los verbos de aproximación (aceptar, incluir, valorar, etc.) sugiere que podría estar involucrada en el procesamiento de verbos que tienen un carácter aproximativo y no de evitación.

En este estudio, emplearemos la tDCS para observar si hay una mejora cognitiva en la integración de la negación en las frases actitudinales, atribuible a la estimulación cerebral de la zona de interés, donde se aplicará la corriente no invasiva. Esta zona es la T8 siguiendo el sistema internacional 10/20 que coincide con aspectos mediales y anteriores del Surco Temporal Superior derecho (rSTS). Se aplicarán tres tipos de estimulación: estimulación anodal (excitatoria), Sham (placebo) y estimulación catodal (inhibitoria). En el caso del presente TFG, sus autoras fueron las responsables de la aplicación de la condición de estimulación catodal (inhibitoria).

## **Hipótesis**

**H1.** La estimulación anodal causará en las frases negativas latencias significativamente menores en la lectura de los verbos “alternativos” en comparación con la condición catodal, tanto en frases aproximativas como evitativas, mientras que tDCS no tendrá efecto en las latencias de la lectura de los verbos alternativos en las frases afirmativas.

## **Método**

### *Participantes*

Sesenta y nueve estudiantes universitarios de la Universidad de La Laguna: 23 en la condición de estimulación anodal, 23 en la condición sham (placebo) y 23 en la condición de estimulación catodal. El tamaño de la muestra ha sido calculado con los efectos encontrado en Marrero et al. (2020) para un tamaño del efecto pequeño mediano con una potencia de 0.80, con un alpha de 0.05.

Todos los participantes recibieron un incentivo económico de diez euros por colaborar voluntariamente en el experimento. Los sujetos debían cumplir los siguientes requisitos para participar: no debían sufrir epilepsia (ni familiares cercanos), ni migrañas, ni daños cerebrales o heridas en la cabeza, ni piezas de metal y/o marcapasos, ni estar consumiendo ningún fármaco que pueda alterar la actividad cerebral. Además, los participantes eran diestros y su lengua materna era el español.

### *Diseño de investigación*

Se trata de un diseño factorial 2 x 2 x 2 de tres factores intrasujetos que corresponden a: dirección motivacional de la frase (aproximativa vs. evitativa), la polaridad de la frase (afirmativa vs. negativa) y el tipo de target (verbo mencionado vs. alternativo). Como factor intersujeto está la estimulación tDCS y como variable dependiente está el tiempo de latencia en la que el sujeto lee el verbo.

### *Materiales e Instrumentos*

Las frases seleccionadas se sometieron previamente a estudios normativos sobre la dirección motivacional de las frases (aproximación - evitación), controlando los factores lingüísticos como la longitud de la oración, la longitud del target y el número de sílabas, y factores psicolingüísticos como su imaginabilidad (véase, Marrero et al., 2020). Siguiendo esos datos se elaboraron 220 frases, 20 por condición experimental y 60 frases de relleno. Estas frases actitudinales están dirigidas a cosas u objetos. En la Tabla 1, se muestran ejemplos de las frases experimentales.

**Tabla 1.** Ejemplos de frases en las diferentes condiciones, así como los targets: verbo mencionado y verbo alternativo

Aproximación	Evitación	Target
Julio/ <b>(no) incluyó/</b> el pan/ en la/ lista/ de la compra	Julio/ <b>(no) excluyó/</b> el pan/ de la/ lista/ de la/ compra	EXCLUYÓ/ INCLUYÓ

Los participantes cumplimentaron online los cuestionarios BAS/BIS (Carver y White, 1994) y el PANAS (Watson, Clark y Tellegen, 1988) miden los rasgos de aproximación y evitación conductual, y de afecto positivo y negativo, respectivamente. Los resultados relativos a dichos cuestionarios no serán incluidos en el presente TFG.

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

#### *Protocolo para la aplicación tDCS*

Se utilizó un estimulador alimentado por batería certificado por la CE (neuroConn DCSTIMULATOR) para la conducción no invasiva de la corriente tDCS con una intensidad de 1 mA para la estimulación catodal. Dentro del proyecto de tesis previamente mencionado, se administraron las condiciones de estimulación anodal (excitatoria) con una intensidad de 2 mA y la condición sham (placebo). Los electrodos de los equipos utilizados son de diferente tamaño, uno de 7x5 cm y otro de 5x5 cm. Éstos son de silicona y se introducen en unas alfombrillas de su tamaño que van a ser humedecidas con una solución salina líquida (suero fisiológico) por cada lado, para que puedan transferir una corriente continua que daría como resultado una densidad de 0.08 mA/cm<sup>2</sup> en la estimulación anodal y 0.03 mA/cm<sup>2</sup> en la estimulación catodal. Tras ser humedecidas se introducen los electrodos en sus alfombrillas correspondientes y antes de su colocación la superficie debe ser limpiada con alcohol (en este caso la cabeza y el hombro). Una vez limpiada la zona donde se aplican los electrodos, se añade un gel electrolítico (solución salina concentrada) en la superficie de las alfombrillas que están en contacto con la piel, para disminuir lo máximo posible la impedancia<sup>1</sup> que pueda surgir. En todo el proceso hay

<sup>1</sup> Impedancia: resistencia a la conducción de la electricidad

que tener en cuenta la posición de los electrodos, ya que una mala colocación de éstos puede perjudicar la efectividad de la estimulación.

El electrodo de menor tamaño (5x5) se coloca en el cuero cabelludo por el lado derecho, en concreto en el área T8 de acuerdo con el Sistema Internacional 10-20<sup>2</sup>. El electrodo de mayor tamaño (7x5), se coloca extracranealmente en el hombro contralateral, el hombro izquierdo, para minimizar sus efectos en el cerebro. El tiempo de estimulación tanto en la anodal como en la catodal es de 20 minutos con un “fade in” y “fade out” de 15 segundos cada uno. Este tiempo de estimulación se establece según la base de estudios previos (véase, Zwissler, Sperber, Aigeldinger, Schindler, Kissler, y Plewnia, 2014). Por otro lado, en la condición falsa tDCS (*sham*), la corriente constante dura 30 segundos: 15 segundos de “fade in” y 15 segundos de “fade out”.

### *Protocolo Covid-19*

Debido a la pandemia mundial del Covid-19, se tomaron medidas extras de precaución, higiene, limpieza y mantenimiento.

Los participantes tenían que acudir al lugar provistos de mascarillas y al entrar a la sala se les pedía que se desinfectasen las manos con el gel hidroalcohólico. Cada cubículo fue higienizado con desinfectante de superficies, al igual que el teclado y el ratón (superficies manipulables del ordenador), además de ventilar la sala entre participantes.

Todo el material que se utilizaba de la tDCS se desinfectaba cada vez que se usaba:

- Se empleó alcohol para desinfectar los materiales como: la cinta métrica, el lápiz para hacer las marcas y la cinta para sujetar el electrodo de la cabeza.
- Las alfombrillas de los electrodos y las jeringuillas se lavaban con agua y jabón

La experimentadora constantemente se desinfectaba las manos, el material que utilizaba y las superficies utilizadas para evitar cualquier tipo de contagio. Además, ella también estaba provista de mascarilla en todo momento.

---

<sup>2</sup> T8 en el Sistema Internacional 10-20: Se calcula la T8 mediante la resta del 10% de la medida obtenida entre el punto medio del nasión e inión y los puntos preauriculares.

## Procedimiento

La tarea de los participantes consiste en leer las frases que aparecen en la pantalla de un ordenador mientras están sentados. 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. Después de la lectura de frase, en la pantalla aparecerá una palabra (un verbo, en mayúsculas) que puede ser el verbo negado de la frase anterior, o el verbo alternativo. Este 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, cuando lo hayan leído, presionar la barra espaciadora (indicada en el teclado) para continuar. Un tercio de las frases van seguidas de una pregunta sobre el contenido de las frases. Estas pueden contestarse con una respuesta afirmativa (SI, indicado en el teclado y representada por la letra “q”) o negativa (NO, indicado en el teclado y representada por la letra “p”). La pregunta permanecerá en la pantalla durante 200 ms o hasta que se dé una respuesta. El objetivo de las preguntas es mantener la atención del participante en la comprensión de la lectura. Los sujetos serán asignados a uno de los cuatro conjuntos de frases resultantes del contrabalanceo de las condiciones experimentales.

La secuencia de la sesión experimental era igual en todas las condiciones. En primer lugar, los participantes recibían las instrucciones para la realización de la tarea, y a continuación, realizaban una tarea de entrenamiento con 8 frases. Tras finalizar dicho entrenamiento, y previo a la aplicación de la tDCS, se comenzaba la tarea con 30 frases en las distintas condiciones. Esta medida (latencia de los targets pre-estimulación) es necesaria para comprobar que no hay diferencias en la lectura de las frases actitudinales (aproximación o evitación) entre los diferentes grupos de sujetos asignados a distintas condiciones de la tDCS. Finalmente, y tras la estimulación con tDCS, realizaban la tarea experimental.

### *Administración de la tDCS*

Se les dio la bienvenida a los participantes al llegar al laboratorio y se les pidió que cumplimentaran un cuestionario online de Google Forms que estaba compuesto por: un consentimiento informado, que debían rellenar con sus datos personales; un cuestionario para detectar condiciones de exclusión y, por último, un cuestionario que es una adaptación de las escalas BAS/BIS y PANAS en formato online (véase **Anexo 1**:

**Cuestionario de Google Forms**). El consentimiento informado es un instrumento que tiene como objetivo informar al participante de cuál es el proceso que se va a llevar a cabo durante el experimento, además de la confirmación de los requisitos para participar y las condiciones de anonimato.

A continuación, se les explicó brevemente en qué consistía la técnica y la tarea que iban a realizar (véase **Anexo 2: Guion de Instrucciones**). Posteriormente, el participante comienza el bloque de ensayo y el primer bloque experimental. Cuando finalizan dichos bloques, se procede a la colocación de los electrodos de acuerdo con el protocolo tDCS. Tras los veinte minutos de estimulación, se retiran los electrodos, y el participante sigue con el último bloque experimental.

Al terminar la tarea experimental, se les aconseja no hablar del experimento con otros posibles participantes y se les agradece por su participación. En este momento se le procede a la entrega del dinero y su justificante correspondiente.

El estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad de La Laguna. Los parámetros utilizados en la estimulación se consideraron seguros (Paulus, 2011). No se informó de ninguna reacción adversa evidente por parte de los voluntarios al realizar el experimento. Los registros de respuestas y la presentación de los estímulos se controlaron con el software E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA).

### *Análisis Estadístico*

Para este estudio, se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas sobre la latencia en el reconocimiento de los targets, y pruebas t-test de contrastes de medias en el caso que se muestren interacciones significativas.

Ante de comenzar con el análisis del ANOVA, se realizó un vertido de datos con las respuestas de los participantes que se pasaron a una tabla de Excel para limpiar las medias obtenidas y organizar los datos para su posterior análisis.

## Resultados

Se llevaron a cabo ANOVAs de medidas repetidas con 3 factores intrasujetos: Dirección de la frase (aproximativa vs. evitativa), Polaridad (afirmativa vs. Negativa), y Verbo (mencionado vs. alternativo), y un factor intersujetos, la estimulación tDCS: anodal, sham y catodal.

La interacción dirección x verbo resultó significativa,  $F(1, 66) = 4.031$ ,  $p = 0.049$ ,  $\eta^2 = 0,058$ . Tal y como se muestra en la Tabla 2, en las frases de aproximación, los verbos mencionados presentan menores tiempos de lectura que los verbos alternativos (Difer media = 21,71; DT = 75,18),  $t(68) = 2,40$ ,  $p = 0,019$ , mientras que en las frases de evitación no hay diferencias significativas en la lectura de los verbos.

**Tabla 2.** Medias y desviaciones típicas de los tiempos de lectura de los verbos mencionados y alternativos en las frases de aproximación y evitación.

Dirección	Verbo	Media	Desviación Típica
Aproximación	Alternativo	619.915	142.628
	Mencionado	598.196	136.209
Evitación	Alternativo	604.733	148.077
	Mencionado	605.960	136.865

La interacción polaridad x verbo resultó significativa,  $F(1, 66) = 4.089$ ,  $p = 0.047$ ,  $\eta^2 = 0,058$ . Tal y como se muestra en la Tabla 3, en las frases de negativas, los verbos mencionados presentan menores tiempos de lectura que los verbos alternativos (Difer media = 23,29; DT = 75,47),  $t(68) = 2,56$ ,  $p = 0,013$ , mientras que en las frases afirmativas no hay diferencias significativas en la lectura de los verbos. Este resultado es contrario a nuestra hipótesis. No hemos encontrado que la negación de lugar a menores tiempos de lectura de los verbos alternativos en comparación con los mencionados, asociado a la estimulación anodal.



**Tabla 3.** *Medias y desviaciones típicas de los tiempos de lectura de los verbos mencionados y alternativos en las frases afirmativas y negativas.*

<b>Polaridad</b>	<b>Verbo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Típica</b>
Afirmativo	Alternativo	604.995	150.719
	Mencionado	607.800	125.251
Negativo	Alternativo	619.653	142.235
	Mencionado	596.356	147.626

La interacción dirección x verbo x tDCS resultó significativa,  $F(2, 66) = 3,41$ ,  $p = 0,039$ ,  $\eta^2 = 0,094$ . Tal y como se muestra en la Tabla 4, en la condición anodal los tiempos de lectura de los verbos mencionados son significativamente menores que el de los verbos alternativos en las frases aproximativas (Difer. Media = 57,48, DT = 91,88),  $t(22) = 3,0$ ,  $p = 0,007$ . Asimismo, los tiempos de lectura de los verbos alternativos son significativamente menores en las frases evitativas que en las frases aproximativas, (Difer. Media = 39,51, DT = 83,53),  $t(22) = 2,26$ ,  $p = 0,033$ , mientras que en las condiciones sham y catodal ningún contraste resultó significativo. Dado que los verbos mencionados en las frases de aproximación son verbos aproximativos, y que los verbos alternativos en las frases de evitación son también verbos aproximativos, este efecto debe interpretarse como que la estimulación anodal produce una mejora en la accesibilidad de los verbos de aproximación, tanto cuando estos han sido mencionados en la frase, como cuando no han sido mencionados.

**Tabla 4.** *Medias y desviaciones típicas de los tiempos de lectura de los verbos mencionados y alternativos en las frases de aproximación y evitación, en cada condición de tDCS.*

*a) Anodal*

<b>Dirección</b>	<b>Verbo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Típica</b>
Aproximación	Mencionado	558.666	128.107
	Alternativa	616.149	145.008
Evitación	Mencionado	583.831	129.837
	Alternativo	576.637	138.566

*b) Sham*

<b>Dirección</b>	<b>Verbo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>
Aproximación	Mencionado	629.313	150.843
	Alternativo	634.768	157.668
Evitación	Mencionado	627.983	146.380
	Alternativo	625.847	164.883

*c) Catodal*

<b>Dirección</b>	<b>Verbo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>
Aproximación	Mencionado	606.610	124.322
	Alternativo	608.829	128.906
Evitación	Mencionado	606.066	136.366
	Alternativo	611.715	141.580

Finalmente, se llevó a cabo un contraste de medias de las latencias de lectura de los verbos antes de la estimulación tDCS y no se encontraron diferencias significativamente entre los grupos asignados en la condición anodal, sham y catodal,  $p < 0.05$ .

## Discusión

Este estudio se ha centrado en la integración de la negación en la lectura de frases actitudinales (aproximación y evitación) referentes a objetos. En concreto, se ha investigado como influye la estimulación tDCS en dicha integración. La hipótesis de este estudio plateaba que a diferencia de las condiciones catodal y sham, la estimulación anodal tendría un efecto facilitador en el procesamiento de la negación en el significado de las frases actitudinales.

Los resultados encontrados muestran, que la estimulación anodal no beneficia la integración de la negación en el significado de las frases actitudinales. De esta forma, se deduce que la negación no produce una mejora en la lectura (accesibilidad) de los verbos alternativos, sino al contrario, la dificulta tanto en la condición anodal como en las otras condiciones de tDCS, en contra de la hipótesis planteada. Este resultado no concuerda con los hallazgos previos de Marrero et al. (2020) donde se apoyaba que a los 1500 ms la negación se integra en el significado de las frases actitudinales, en concreto de las frases de aproximación, mientras que en las de evitación la negación retenía un efecto inhibitorio de la accesibilidad de la situación descrita en las frases. Una alternativa que hay que considerar, es que la integración de la negación esté relacionada con otras áreas cerebrales, en particular las áreas prefrontales que se relacionan con los procesos de inhibición, dado que uno de los efectos de la negación es justamente una inhibición de la situación negada. Por lo tanto, se hace necesario que investigaciones posteriores examinen el efecto de la tDCS en integración de la negación en el significado de las frases actitudinales.

Cabe destacar que los efectos de las condiciones catodal y sham en la lectura de los verbos en las distintas condiciones son similares y que, además, las latencias sean similares para verbos mencionados y alternativos en cada una de ellas. Una posible explicación de este resultado, asumiendo que la estimulación tDCS no tiene un efecto en la accesibilidad (lectura) de los verbos alternativos en las frases negativas, es que el protocolo tDCS invita a los sujetos a mejorar su rendimiento a modo de efecto placebo (tanto en la condición catodal como sham, los participantes creían que estaban siendo estimulados). Esta mayor motivación por tener un buen desempeño, unido a la facilidad de la tarea: la lectura de un verbo puede haber originado que el rendimiento en la lectura del verbo haya sido similar en las distintas condiciones: frases aproximativas vs. evitativas, afirmativas vs. negativas, o verbos mencionados vs. alternativos.

Por otro lado, se ha encontrado un efecto claro significativo de la estimulación anodal en la lectura de los verbos de aproximación, ya sean mencionados o sean alternativos (en el caso de las frases de evitación). Este resultado sugiere que la estimulación anodal tiene un efecto en el procesamiento de las frases actitudinales, pero este efecto se restringe a la accesibilidad de los verbos de aproximación, y no tiene efecto en la mejora de la integración de la negación en el significado de la frase. La estimulación anodal produce una mejora cognitiva en las frases aproximativas lo que es coherente con la estimulación del surco temporal superior derecho y alrededores. En investigaciones previas se ha demostrado que estas áreas pertenecientes a la red mentalizadora están involucradas en el procesamiento de la aproximación. En este contexto, los resultados obtenidos refuerzan el compromiso del área temporal derecha, aspectos mediales alrededor del Surco Temporal Superior (T8 en el sistema 10/20) el papel de esta área en la codificación de lo aproximativo. En estos estudios se concluyen que existe una diferencia entre la aproximación y la evitación que radica en el reclutamiento de estas áreas del hemisferio derecho, siendo mayor su actividad en aproximación que en evitación. Esta información se incorpora al lenguaje y a la comunicación de nuestras preferencias y aversiones hacia los estímulos del entorno, de relevancia adaptativa para la cognición y la navegación social.

## **Conclusiones**

A modo de conclusión, 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, donde las frases evitativas negadas actúan como aproximativas). Esta información es importante, ya que permiten la comunicación de las preferencias y aversiones hacia estímulos del entorno que pueden resultar útiles a la hora de relacionarse con otras personas.

Por otro lado, hay que destacar que, aunque no se ha demostrado la hipótesis planteada en este estudio, la estimulación tDCS sí ha aportado información importante en este ámbito. Como ya se mencionó en los resultados y la discusión, la estimulación anodal facilitó la codificación de las frases esencialmente aproximativas (aproximación con verbos mencionados y evitación con verbos alternativos). Este hallazgo es relevante para el conocimiento sobre la comunicación y navegación social.

Para finalizar, hay que mencionar que, al no observarse un efecto de la tDCS en la zona estudiada sobre la integración de la negación, se ha deducido que una futura investigación de áreas que puedan estar relacionadas con la inhibición, como pueden ser las prefrontales, pueden obtenerse los resultados que se buscaban, en otras palabras, si la tDCS puede generar una mejora cognitiva en la integración de la negación en el significado de las frases actitudinales.

## Referencias

- Austin, K., Theakston, A., Lieven, E., y Tomasello, M. (2014). Young children's understanding of denial. *Developmental psychology*, 50(8), 2061-2070. <https://doi.org/10.1037/a0037179>
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded Cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617–645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>
- Barsalou, L.W. (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical Transactions of the Royal society B*, 364, 1281-1289. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0319>
- Beaupoil-Hourdel, P., Morgenstern, A., y Boutet, D. (2016). A child's multimodal negations from 1 to 4: The interplay between modalities. En P. Larrivée y C. Lee (Eds.), *Negation and polarity: Experimental perspectives* (pp. 95–123). Springer.
- Carver, C. S., y White, T.L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and effective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67(2), 319-333. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.2.319>
- Clark, E. V. (1978). From gesture to word: On the natural history of deixis in language acquisition. Human growth and development. En J. S. Bruner y A. Garton (Eds.), *Human Growth and Development* (pp. 85–120).
- Dodell-Feder, D., Koster-Hale, J., Bedny, M. y Saxe, R. (2011). fMRI item analysis in a theory of mind task. *Neuroimage*, 55(2),705-712. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.12.040>.
- Dudschig, C., y Kaup, B. (2018). How does “not left” become “right”? Electrophysiological evidence for a dynamic conflict-bound negation processing account. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 44(5), 716–728. <https://doi.org/10.1037/xhp0000481>

- Ferguson, H. J., Sanford, A. J., y Leuthold, H. (2008). Eye-movements and ERPs reveal the time-course of processing negation and remitting counterfactual worlds. *Brain Research*, 1236, 113–125. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.07.099>
- Giora, R. (2006). Is negation unique? On the processes and products of phrasal negation. *Journal of Pragmatics*, 38, 979–980. <https://doi.org/10.1016/j.pragma.2005.12.007>
- Giora, R., Balaban, N., Fein, O., y Alkabetz, I. (2005). Negation as positivity in disguise. En H. L. Colston y A. Katz (Eds.), *Figurative language comprehension: Social and cultural influences* (pp.233–258). <https://doi.org/10.4324/9781410611628>
- Gobbini, M.I., Koralek, A.C., Bryan, R.E., Montgomery, K.J. y Haxby, J.V. (2007). Two takes on the social brain: a comparison of theory of mind tasks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(11),1803-1814. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.11.1803>
- Horn, L. (1989). *A Natural History of Negation*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Just, M. A., y Clark, H. H. (1973). Drawing inferences from the presuppositions and implications of affirmative and negative sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12(1), 21-31. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(73\)80057-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(73)80057-X)
- Kaup, B. (2006). What psycholinguistic negation research tells us about the nature of the working memory representations utilized in language comprehension. *Language and memory: Aspects of knowledge representation*, 313–357. <https://doi.org/10.1515/9783110895087.313>
- Kaup, B., y Dudschig, C. (2019). Understanding negation: Issues on the processing of negation. En V. Deprez y M.T. Espinal (Eds.): *The Oxford Handbook on Negation*.

- Kaup, B., Lüdtke, J., y Zwaan, R. A. (2006). Processing negated sentence with contradictory predicates: Is a door that is not open mentally closed? *Journal of Pragmatics*, 38(7), 1033–1050. <https://doi.org/10.1080/17470210600823512>
- Kaup, B., Yaxley, R. H., Madden, C. J., Zwaan, R. A., y Lüdtke J. (2007). Experiential simulations of negated text information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(7), 976–990. <https://doi.org/10.1080/17470210600823512>
- Kennedy. D.P y Adolphs, R. (2012). The social brain in psychiatric and neurological disorders. *Trends Cogn Sci*, 16(11),559-72. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.09.006>
- Marrero, H., Gámez, E., Diaz, J. M., Urrutia, M., y de Vega, M. (2015). Carefully encoding approach and avoidance body locomotion with interpersonal conduct in narrated interactions. *Canadian Journal of Experimental Psychology/ Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 69(2), 190-199. <https://doi.org/10.1037/cep0000046>
- 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. <https://doi.org/10.3758/s13415-017-0500-5>
- 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). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234304>
- Orenes, I., Beltrán, D., y Santamaría, C. (2014). How negation is understood: Evidence from the visual world paradigm. *Journal of Memory and Language*, 74, 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2014.04.001>
- Paulus, W. (2011). Transcranial electrical stimulation (tES - tDCS; tRNS, tACS) methods. *Neuropsychol Rehabil*, 21 (5), 602-617. <https://doi.org/10.1080/09602011.2011.557292>
- Spunt, R.P., Falk, E.B. y Lieberman, M.D. (2010). Dissociable neural systems support retrieval of how and why action knowledge. *Psychological Science*, 21(11),1593-1598. <https://doi.org/10.1177/0956797610386618>



- Tettamanti, M., Manenti, R., Rosa, P. A. D., Falini, A., Perani, D., Cappa, S. F., y Moro, A. (2008). Negation in the brain: Modulating action representations. *Neuroimage*, 43(2), 358–367. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.08.004>
- Watson, D., Clark, L.A., y 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), 1063-1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>
- Watson, R., Latinus, M., Charest, I., Crabbe, F. y Belin, P. (2014). People-selectivity, audiovisual integration and heteromodality in the superior temporal sulcus. *Cortex*, 50(100), 125-136. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.07.011>
- Wong, C. y Gallate, J. (2012). The function of the anterior temporal lobe: a review of the empirical evidence. *Brain Res*, 1449, 94-116. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.017>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2015.11.001>
- Zwaan, R. A. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. En B. H. Ross (Ed.). *The psychology of learning and motivation Advances in research and theory, Vol. 44* (p. 35–62). Elsevier Science.
- Zwissler, B., Sperber, C., Aigeldinger, S., Schindler, S., Kissler, J. y Plewnia, C. (2014). Shaping memory accuracy by left prefrontal transcranial direct current stimulation. *Journal of Neuroscience*, 34 (11), 4022-4026. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5407-13.2014>

## **Anexos**

### ***Anexo 1: Cuestionarios de Google Forms***

#### **CUESTIONARIOS ONLINE ECUADOR\_2021**

##### ***Primera sección***

¡Bienvenida/o! Gracias por participar en nuestro estudio.

Antes de empezar vas a tener que responder a unos cuestionarios muy cortitos.

A continuación, escribe el número de participante que se te ha asignado, los resultados serán anónimos, solo se conocerá el número.

Nº de participante .....

##### ***Segunda sección***

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Protocolo de información oral al paciente o voluntario/a

IP: Hipólito Marrero Hernández

Preparación del paciente o voluntario/a para el estudio

Antes de iniciar el procedimiento tDCS (tACS) el/la voluntario/a debe responder las siguientes preguntas:

¿Has tenido una reacción adversa al tDCS SI NO  
(tACS)?

¿Has tenido alguna vez un ataque (epiléptico)? SI NO

¿Tiene alguna herida en la cabeza o ha tenido SI NO  
alguna cirugía?

¿Ha sufrido de zumbido en los oídos (tinnitus) o tiene un historial médico de zumbido en los oídos? SI NO

¿Tiene algún tipo de metal en la cabeza como clips quirúrgicos, fragmentos de soldadura, etc.? ¿Fuera de la boca? SI NO

¿Tiene algún implante como marcapasos, bombas médicas (medical pumps) o intercardiac lines? SI NO

¿Sufre de dolor de cabeza de forma frecuente o severa? SI NO

¿Tiene o ha tenido alguna otra cuestión relacionada con la cabeza? SI NO

En caso afirmativo, indique la cuestión:

¿Ha tenido alguna enfermedad que le haya causado alguna herida en el cerebro? SI NO

¿Está tomando algún medicamento (que module la actividad cerebral)? SI NO

¿Alguien en su familia ha tenido epilepsia? SI NO

¿Necesita usted más explicación sobre la tDCS? SI NO

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

Estos datos no serán compartidos y el resto del experimento, al igual que sus resultados, serán completamente anónimos. Los datos que se piden a continuación son exclusivamente para el consentimiento de la utilización de la técnica. Muchas gracias.

Nombre .....

DNI .....

*Tercera sección*

CUESTIONARIO 1

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

Clave de respuestas:

1: Muy poco

2: Algo

3: Moderadamente

4: Bastante

5: Mucho

	1 Muy poco	2 Algo	3 Moderadamente	4 Bastante	5 Mucho
1 Motivado/a	1	2	3	4	5
2 Estresado/a	1	2	3	4	5
3 Emocionado/a	1	2	3	4	5
4 Alterado/a	1	2	3	4	5
5 Fuerte	1	2	3	4	5
6 Culpable	1	2	3	4	5
7 Asustado/a	1	2	3	4	5

8 Hostil	1	2	3	4	5
9 Entusiasta	1	2	3	4	5
10 Orgullosa/a	1	2	3	4	5
11 Irritable	1	2	3	4	5
12 Activado/a	1	2	3	4	5
13 Avergonzado/a	1	2	3	4	5
14 Inspirado/a	1	2	3	4	5
15 Nervioso/a	1	2	3	4	5
16 Decidido/a	1	2	3	4	5
17 Atento/a	1	2	3	4	5
18 Inquieto/a	1	2	3	4	5
19 Activo/a	1	2	3	4	5
20 Temeroso/a	1	2	3	4	5

*Cuarta sección*

CUESTIONARIO 2

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 se 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

Responda a cada ítem sin preocuparte por ser "coherente" con tus respuestas, pero se lo más honesto/a posible. Muchas gracias por tu colaboración.

	1 Totalmente de acuerdo	2 Algo de Acuerdo	3 Algo en desacuerdo	4 En total desacuerdo
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 desvíó de mi camino para conseguir lo que quiero	1	2	3	4
4 Cuando lo estoy haciendo bien en algo 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 resulten divertidas	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 lo aprovecho inmediatamente	1	2	3	4
13 Me preocupa bastante o me siento disgustado/a 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 a 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/a 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/as	1	2	3	4
23	Me ilusionaría ganar una competición	1	2	3	4
24	Me preocupa cometer errores	1	2	3	4



Muchas gracias por tu colaboración.

Por favor, NO olvides pulsar "ENVIAR". Una vez que la respuesta está enviada, avisa a la experimentadora.

## ***Anexo 2: Guion de Instrucciones***

Se le da la bienvenida al/a la participante y se le pide que se eche gel hidroalcohólico cumpliendo con las normas de higiene por Covid-19. Se le acompaña hasta el cubículo correspondiente con el experimento ya preparado en el ordenador, se le pide que tome asiento para comenzar la explicación.

### *Parte I: comienzo del experimento*

—*Experimentadora*— Bienvenido/a, muchas gracias por participar. Me presento, mi nombre es XXX y voy a ser la encargada de pasarte el experimento, cualquier duda me preguntas sin problema ¿vale? Ahora te voy a contar en qué consiste la técnica y la tarea que vas a desarrollar.

La técnica que voy a estar utilizando para este experimento es la tDCS que significa estimulación transcraneal por corriente directa, no es invasiva y consiste en que te coloco dos electrodos, uno en el hombro izquierdo y otro en la zona de la cabeza aproximadamente por encima de la oreja derecha, aunque mediremos para encontrar el punto exacto. Con esta técnica lo que vamos a conseguir es modular la actividad cerebral de esa zona precisamente.

La tarea que vas a desarrollar consiste en la presentación de frases descompuestas por palabras de manera muy rápida y tienes que prestar atención a las frases. Justo inmediatamente después te aparecerá una palabra en mayúsculas y para continuar tendrás que pulsar la “Barra Espaciadora” (Señala al Espacio en el teclado, aunque estará señalizado en el propio teclado con una etiqueta). Una vez hayas pulsado la “Barra Espaciadora”, pueden ocurrir dos cosas: la primera opción es que te aparezca una pregunta con relación a la frase que leíste con anterioridad a la cual tendrás que responder sí o no con el teclado (se señala a las letras p y q que están señaladas con una etiqueta

para el sí y el no respectivamente). La otra opción es que el experimento continúe con otra frase. Yo te recomiendo que tengas las manos preparadas en el teclado para que puedas responder lo más rápido que puedas, pero lo importante es que intentes hacerlo lo mejor posible.

El experimento está formado por 3 bloques: el primero es el bloque de ensayo que sirve para que cojas soltura al hacer la tarea, es muy cortito. Tras el primer bloque te aparecerá una pantalla que pone “*FIN DEL BLOQUE DE ENSAYO, PULSA LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR*” pulsas la “Barra Espaciadora” y comienza el primer bloque experimental. Cuando este acaba te sale una pantalla con “*PAUSA, PULSA LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR*” en este momento no pulses la “Barra Espaciadora”, en su lugar, me avisas porque es en este instante donde colocaremos los electrodos e iniciaremos la estimulación. Una vez terminada dicha estimulación pasaremos al último bloque experimental que es ligeramente más largo. Ese sería el final del experimento.

¿Tienes alguna duda?

**\*\*nota\*\*** Si el participante tiene alguna duda se le responde.

Antes de comenzar te voy a enviar mediante Whatsapp un cuestionario online muy breve que incluye un consentimiento informado en el que consta que te he comentado todo el experimento y te vuelve a preguntar por aquellas cuestiones que pregunté para la confirmación de participación al experimento (**ver mensaje de confirmación**). Este es el único documento en el que va a constar tus datos, el resto de los cuestionarios que ahora te explico y el estudio por completo son anónimos, es decir, tus datos no van a estar vinculados a tu nombre, ni tus datos se van a publicar o usar para nada. Justo después te aparecerán dos escalas tipo Likert muy cortas que tendrás que responder lo más honesta/o posible.

¿Vas bien, alguna duda ahora?

**\*\*nota\*\*** Si el participante tiene alguna duda se le responde.

Voy a enviar el cuestionario. Tu número de participante es el XX, me avisas cuando termines ¿de acuerdo?

### **Mensaje de confirmación:**

*“Buenos días!*

*Mi nombre es Laura y soy la persona que llevo a cabo el experimento ECUADOR\_2021.*

*Hay algunas cosas que quiero comentarte:*

*Para CONFIRMAR tu participación en el experimento necesito que: No tengas diagnosticado epilepsia, ni ningún familiar directo tampoco (madre, padre, hermanos/as)*

*No sufras de migrañas*

*No estés tomando ningún psicofármaco\**

*No dispongas de piezas de metal en la cabeza o marcapasos*

*Tu lengua materna debe ser español*

*\*psicofármaco: fármaco que module la actividad cerebral, por ejemplo: antidepresivos, ansiolíticos...*

*Sería necesario que me respondieras a estas cuestiones lo antes posible para confirmar que puedes participar y, en caso contrario, poder avisar a algún compañero/a.*

*En el caso de que te surgiera algún imprevisto y no puedas asistir finalmente al experimento, te rogamos que nos lo comuniques en la menor brevedad posible.*

*Muchas gracias,*

*Un saludo y buen día”*

**\*\*nota\*\*** Los participantes deben haber respondido todas las preguntas de acorde a los requisitos que se piden (ver método, participantes)

### **Parte II: colocación de los electrodos**

—*Experimentadora*— ¿Qué tal ha ido todo? Ahora voy a comenzar a colocarte los electrodos, pero para que sepas qué es lo que voy a hacer te lo voy explicando mientras lo hago. Quiero recordarte que todo el material ha sido desinfectado siguiendo los protocolos de higiene por el Covid-19.

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

de la electricidad, voy a añadir un poco de gel electrolítico (una solución salina concentrada) para que no de problemas. Finalmente ¿has tenido alguna reacción alérgica a nivel cutáneo debido al alcohol?

**\*\*nota\*\*** se deja que el participante responda

Lo pregunto porque las zonas donde se colocarán los electrodos serán desinfectadas con alcohol antes.

Lo normal con la tDCS es que sientas un picor o ganas de rascarte tanto en el hombro como en la cabeza o en una solo. Es incómodo, pero no doloroso y se pasa enseguida. Si por alguna razón te duele, me avisas y te lo retiramos.

Ahora te voy a dejar veinte minutos, recuerda estar lo más quieta/o posible. Vuelvo en un rato.

Tras pasar los veinte minutos, la experimentadora vuelve y le indica al participante que puede continuar con el bloque experimental. Una vez terminado el último bloque se despide al participante, se le agradece su participación y se le da su recompensación económica.