



Facultad de Psicología y Logopedia
Universidad de La Laguna

Trabajo Final de Grado

Psicología

Proyecto ACE: Cognición Social y Cerebro

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Psicología y Logopedia

Curso Académico: 2022-2023

Tahiche Martínez Figueroa
Betty María San Gil Hernández
Hipólito Marrero Hernández
Francesca Vitale

Índice

1.-Resumen.....	1
2.-Introducción.....	3
3.- Metodología.....	7
4.- Resultados.....	10
5.- Discusión.....	14
6.- Conclusiones.....	16
7.- Referencias.....	17
8.- Anexos.....	20

1.- Resumen

La teoría de la simulación incorporada (EST) sugiere que la comprensión del lenguaje implica simular acciones motoras en el cerebro. El presente estudio pretende conocer el papel de las representaciones motoras en la comprensión de oraciones actitudinales. Para ello, se plantea la hipótesis de que la congruencia entre la oración y la dirección de la acción motriz modularía la latencia de ejecución de la acción motriz. Hemos utilizado un paradigma de compatibilidad acción-oración (ACE), que examina la interacción entre la comprensión de oraciones y la ejecución de acciones motoras concurrentes. Los participantes se dividían en 2 grupos: 60 (30 en condición de estimulación y 30 en condición placebo). Posteriormente los sujetos de ambos grupos debían leer una serie de frases planteadas en la pantalla del ordenador e indicar con las flechas del teclado “hacia adelante-flecha arriba” o “ hacia atrás-flecha abajo”. En general, el estudio busca investigar cómo las representaciones motoras contribuyen a la comprensión de oraciones actitudinales y cómo la congruencia entre el significado de la oración y las acciones motrices influye en el procesamiento cognitivo. En nuestra investigación hemos encontrado efecto significativo en la “Dirección” en las condiciones “Anodal” y “Sham” y, en el grupo “Anodal” se encontró un efecto marginalmente significativo en la interacción. Por lo que, concluimos que el paradigma utilizado sirve como facilitador en la comprensión de frases que describen una acción con las mismas características motoras que la respuesta de la tarea. Sin embargo, en nuestra investigación la hipótesis solo se cumple con las frases de evitación.

PALABRAS CLAVE: Aproximación/Evitación, ACE, Tiempo de Reacción, Embodiment, tDCS.

Abstract

Embodied simulation theory (EST) suggests that language comprehension involves simulating motor actions in the brain. The present study intends to know the role of motor representations in the comprehension of attitudinal sentences. For this, the hypothesis is proposed that the congruence between the sentence and the direction of the motor action would modulate the latency of execution of the motor action. We have used an action-sentence compatibility (ACE) paradigm, which examines the interaction between sentence comprehension and the execution of concurrent motor actions. The participants were divided into 2 groups: 60 (30 in the stimulation condition and 30 in the placebo condition). Subsequently, the subjects of both groups had to read a series of sentences displayed on the computer screen and indicate with the keyboard arrows "forward-up arrow" or "backward-down arrow". Overall, the study seeks to investigate how motor representations contribute to attitudinal sentence comprehension and how congruence between sentence meaning and motor actions influences cognitive processing. In our research we have found a significant effect in the "Direction" in the "Anodal" and "Sham" conditions and, in the "Anodal" group, a marginally significant effect was found in the interaction. Therefore, we conclude that the paradigm used serves as a facilitator in the comprehension of phrases that describe an action with the same motor characteristics as the task response. However, in our research the hypothesis is only fulfilled with the avoidance phrases.

KEYWORDS: Approach/Avoidance, ACE, Reaction Time, Embodiment, tDCS

2.- Introducción

¿Por qué actuamos? ¿Por qué hacemos lo que hacemos? La búsqueda de objetivos en los seres humanos implica una motivación asociada a una valencia ya sea negativa o positiva. Nos acercamos a los estímulos agradables, evitando los desagradables, es por ello que a lo largo de la historia, uno de los principios fundamentales que han explicado la conducta humana (y animal) ha sido la distinción entre los motivos de aproximación y evitación.

Las personas interactúan con su entorno y con los demás a través de una combinación de aproximación y evitación, estos conceptos están presentes tanto en las interacciones verbales como no verbales, y se reflejan en el lenguaje que utilizamos para describir nuestras conductas y experiencias. Previamente, experimentos basados en técnicas de neuroimagen han evidenciado que la comprensión de oraciones y verbos está íntimamente vinculada con los procesos cognitivos afectivos y motores implicados en la experiencia de llevar a cabo esas acciones. Por ejemplo, Tettamanti y cols (2005) revelaron que la comprensión y la producción del lenguaje utilizan una red neuronal que se extiende hasta el área 44 de Brodmann, la cual podría contener neuronas espejo implicadas en la producción de acciones propias y la comprensión de acciones hechas por otros, tal como se encontró en las investigaciones con monos. De acuerdo con este enfoque, la lectura o escucha de una oración como "Juan martilló un clavo contra la pared" activaría brevemente funciones visuales, auditivas e imágenes motoras de la escena en la mente. Esto convierte al lenguaje en una herramienta para examinar científicamente la relación entre la dirección del comportamiento y la valencia del estímulo al que se dirige el comportamiento, es por ello que este estudio tiene el objetivo de vincular el comportamiento humano y la proactividad del lenguaje a través del uso de expresiones de aproximación y evitación. Estudios como el de López (2015) dónde se estudia la relación entre el cuerpo y el lenguaje, además de cómo esta interacción puede dar forma a nuestra cognición desde una perspectiva "embodiment" muestran cómo nuestras acciones y experiencias corporales moldean nuestra comprensión del mundo y nuestro uso del lenguaje.

En relación a ello, el lenguaje proporciona una referencia de las actitudes de los individuos, produciendo aproximación (cuando es a favor) o evitación (si es en contra) en diferentes

contextos a los estímulos ambientales por medio de verbos, como aceptar/rechazar o alabar/despreciar. Por ejemplo, cuando se organiza un evento social, por lo general no reunimos en la misma mesa a personas que hemos oído que se desagradan. El propósito de estos verbos podría ser la descripción de la dinámica de aproximación-evitación ya sea hacia otras personas, por ejemplo, "incluir/excluir a alguien en/de un grupo de amigos"; u objetos (por ejemplo, elegir o rechazar una flor), o cosas en un nivel más abstracto (por ejemplo, elegir o rechazar el deporte como entretenimiento) 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 et al., 2020) incorporando además unas representaciones motoras (Anderson, 2010). En este último estudio, Anderson (2010) plantea la hipótesis de que los verbos actitudinales incorporan representaciones motoras (hacia delante - detrás por el reuso neural de las tendencias motoras básicas de aproximación/evitación). Además, investigaciones anteriores han demostrado que cuando se realiza una evaluación del estímulo (positivo o negativo) está directamente relacionado con acciones motoras automáticas (Phaf et al., 2014) esta suposición fue también apoyada por Chen y Bargh (1999), los cuales demostraron un vínculo directo y automático los estados motivacionales y acciones motoras específicas. Por lo tanto, existe una conexión sobreaprendida entre el enfoque y la valencia de los estímulos (hacia delante o hacia atrás) (ver Eder et al., 2021).

En el campo del lenguaje, el enfoque de la cognición corporeizada (CE) postula que la comprensión del significado requiere simulaciones sensoriales y motoras de objetos, acontecimientos y situaciones descritos por palabras y frases. A nivel de mecanismos neuronales, esto significa que la comprensión del lenguaje implica, en cierta medida, la activación de las mismas regiones cerebrales asociadas a las experiencias del mundo real a las que se refieren las palabras y las frases (Fischer y Zwann, 2008; Gallese y Lakoff, 2005; García e Ibáñez, 2016; Jirak et al., 2010; Taylor y Zwann, 2008). Desde esta perspectiva, diferentes estudios han demostrado la relación entre la comprensión del lenguaje y la excitabilidad cortical motora, medida por los potenciales evocados motores (PEM) (Buccino et al. 2005; Candidi et al. 2012; Oliveri et al. 2004; Papeo et al. 2009; Scorrolli et al. 2012). Apoyando así el enfoque de la cognición corporeizada (EC) para la comprensión del lenguaje

y llegando a la conclusión de que usar el cuerpo para llevar a cabo acciones, tiene algún efecto.

Un paradigma relevante para esta interacción es el denominado compatibilidad acción-oración (ACE, Action Compatibility Effect), el cual actúa como facilitador en los casos en los que la ejecución de una respuesta de tarea se ve facilitada por la comprensión de una frase que describe una acción que tiene las mismas características motoras que la respuesta de tarea, o de interferencia, refiriéndose al efecto contrario (Glenberg & Kaschak, 2002). Por lo tanto, cuando es compatible, se observa un mejor rendimiento y una menor velocidad de respuesta, lo cuál sería más facilitador. Por el contrario, si son incompatibles, se produce una interferencia junto con una disminución en el rendimiento acompañado de una lenta respuesta (Aravena et al., 2010; Diefenbach, Rieger, Massen y Prinz, 2013; Glenberg y Kaschak, 2002), con lo cual se deduce que es más difícil su comprensión. La ACE fue demostrada originalmente por Glenberg y Kaschak (2002) en una tarea en la que los participantes leían y juzgaban la sensibilidad de frases como "Meghan te dio un bolígrafo" (acción hacia ti) o "Tú le diste un bolígrafo a Meghan" (acción lejos de ti). Para indicar que la frase tenía sentido era necesario mover el brazo hacia el cuerpo o alejarlo de él, los resultados mostraron que los participantes ejecutaban más rápido la respuesta motora cuando la dirección de la respuesta coincidía con la dirección del movimiento descrito por la frase (Borreggine y Kaschak, 2006, y Zwaan y Taylor, 2006)

En el presente estudio se examina el papel de las representaciones motrices en la comprensión de oraciones actitudinales (representada con verbos de aproximación y evitación), además de examinar el efecto de la tDCS (siglas en inglés que significan estimulación transcraneal por corriente directa) en la área premotora, concretamente BA6 según el Sistema Internacional 10-20 debido a que que BA6 está involucrada en la comprensión y producción del lenguaje, especialmente en lo que se refiere a la acción y el significado figurado, BA6 no se limita únicamente a la planificación y ejecución de movimientos motores, sino que también desempeña un papel crucial en la representación y comprensión del lenguaje, especialmente en relación con el significado figurado y simbólico (Schuil, K. D. I., Smits, M., & Zwaan, R. A., 2013). Para llevar a cabo esta investigación hemos utilizado el paradigma ACE (Acción, Concepto, Experiencia) nombrado anteriormente, el cual es inspirado en el concepto de resonancia motora, e implica presentar a

los participantes oraciones que describen acciones y luego medir su tiempo de respuesta o rendimiento en tareas relacionadas con la comprensión del lenguaje. El objetivo de este es investigar cómo las características de las acciones descritas en las oraciones influyen en la comprensión del lenguaje. Por ejemplo, se puede examinar cómo la congruencia entre el sujeto de la oración y la acción descrita afecta al tiempo de respuesta, además, este paradigma proporciona información sobre cómo las personas integran el conocimiento semántico relacionado con las acciones en el procesamiento del lenguaje ya que al comprender mejor cómo las acciones y las oraciones interactúan en el procesamiento cognitivo, se pueden obtener ideas sobre los mecanismos subyacentes de la comprensión del lenguaje y cómo se representa el conocimiento semántico en nuestra mente (Urrutia & De Vega, 2012).

Para ello, partimos de la hipótesis de que los verbos actitudinales contienen representaciones motoras que pueden beneficiarse de la estimulación de la región premotora izquierda (conocida como BA6), la cual está involucrada en el lenguaje de acción. En general, el estudio busca investigar cómo las representaciones motoras contribuyen a la comprensión de oraciones actitudinales y cómo la congruencia entre el significado de la oración y las acciones motrices influye en el procesamiento cognitivo con la ayuda de la estimulación cerebral, la cual nos permite investigar cómo una región específica del cerebro está involucrada en diversas funciones cognitivas. En nuestro caso, nos enfocamos en comprender las acciones sociales de aproximación o evitación mediante el uso de verbos actitudinales, para ello se generan 4 condiciones de trabajo dadas por la supuesta interacción entre contenido y dirección:

Congruencia: cuando las frases presentan un contenido de aproximación y la dirección de la frase es hacia delante. Además, cuando las frases presentan un contenido de evitación y la dirección de la frase es hacia atrás.

Incongruencia: cuando las frases presentan un contenido de aproximación y la dirección de la frase es hacia atrás. También, cuando las frases presentan un contenido de evitación y la dirección de la frase es hacia delante.

Cuando la condición es congruente esperamos un efecto facilitador en la comprensión del lenguaje y por lo tanto, un tiempo de respuesta menor. Por ende, la condición de incongruencia dificulta la comprensión del lenguaje y los participantes presentan tiempos de respuesta mayores. Al estimular el área BA6 vamos a comprobar si existe un efecto facilitador, tal y como plantea la hipótesis.

3.- Metodología

3.1.-Participantes

60 estudiantes de la Universidad de La Laguna: 30 en la condición de estimulación y 30 en la condición placebo.

Los sujetos debían cumplir una serie de requisitos para poder participar: no debían sufrir epilepsia (ni tener familiares cercanos que la presenten), tampoco migrañas, dolores cerebrales o heridas en la cabeza, ni piezas de metal y/o marcapasos, además para no alterar la actividad cerebral no podían estar consumiendo ningún fármaco que cumpliera esta condición. Por último, los participantes debían ser diestros y su lengua materna el español.

3.2.-Materiales empleados

Al comienzo del experimento, el participante debía sentarse en una **silla** para realizar con la ayuda de un **bolígrafo** el **consentimiento (anexo 1)** y el **PMA (anexo 2)**.

Posteriormente, se hizo uso del **NeuroConn DC STIMULATOR** para generar la estimulación buscada y, junto a **dos electrodos de goma** (cable rojo-azul) con sus **bolsillos de esponja** para evitar la irritación del cuero cabelludo y la piel. Además se utilizó un **marcador (eyeliner)**, una **cinta métrica** y 2 elásticos (**elástico A** y **elástico B**), para la correcta colocación de los electrodos. También, se usó **una solución salina** y **gel conductor** con sus respectivas **jeringuillas** para generar una película electroconductora y protectora para el participante, además de una **toalla** para limpiar los restos y un **cubo** para no manchar el suelo. La elaboración de la prueba **de lenguaje de cognición social** fue realizada en el Neurocog mediante el uso de **ordenador, teclado y ratón**. Para el análisis de datos se usó el

programa **Jasp** (realizamos dos ANOVA de medidas repetidas, uno para cada grupo) y el **Microsoft Excel** para observar los tiempos de reacción y calcular las medias de las diferentes condiciones y de los diferentes grupos.

3.3.- Diseño

Se trata de un diseño factorial 2 x 2 x 2 de dos factores intrasujetos que corresponden a: dirección motivacional de la frase (aproximación vs. evitación), y la congruencia generada con la dirección de la flecha (delante-detrás). Como factor intersujeto está la estimulación tDCS (sham vs. real) y como variable dependiente está el tiempo de latencia en la que el sujeto lee el verbo.

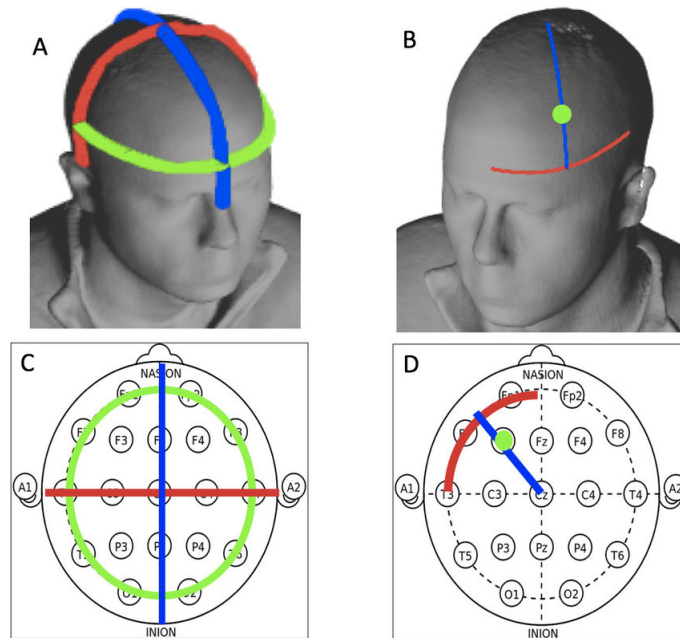
3.4.- Procedimiento: Estimulación transcraneal

Al llegar al laboratorio los participantes debían rellenar el consentimiento de la estimulación, al igual que el cuestionario PMA (Primary Mental Abilities), esta prueba consta de 50 elementos sobre los que los participantes tienen que elegir, de entre cuatro alternativas, aquella que sea sinónimo del estímulo y se realiza con el objetivo de evaluar el contenido léxico de los participantes, posteriormente se comenzaba con la estimulación. Se utilizó el estimulador neuroConn DCSTIMULATOR para la conducción no invasiva de la corriente tDCS con una intensidad de 2mA para la condición estimulación.

Los electrodos de los equipos utilizados son de silicona y se introducen en unas alfombrillas que van a ser humedecidas con una solución salina líquida (suero fisiológico) por cada lado, para que puedan transferir una corriente continua. Tras ser humedecidas se introducen los electrodos en sus alfombrillas correspondientes, 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 que pueda surgir. En todo el proceso hay que tener en cuenta la posición de los electrodos, ya que una mala colocación de éstos puede perjudicar la efectividad de la estimulación.

Para la correcta colocación del electrodo en el cuero cabelludo con una cinta métrica se obtiene la medida de inión a nasion, la mitad de este resultado será, CZ provisorio.

Posteriormente se obtiene la medida de los maxilares, siendo también la mitad del total y calculando así CZ real. Partiendo de CZ real se calcula el 30% de la medida total de los maxilares y se baja ese porcentaje para obtener C3. Por último, desde C3, se calcula el 10% del inión al nasion y se obtiene FC3.



En este último punto, en el área FC3 de acuerdo con el Sistema Internacional 10-20 se colocaría un electrodo, específicamente por el lado izquierdo. El otro, se coloca en el hombro contralateral, el hombro derecho, para cerrar el circuito y minimizar sus efectos en el cerebro.

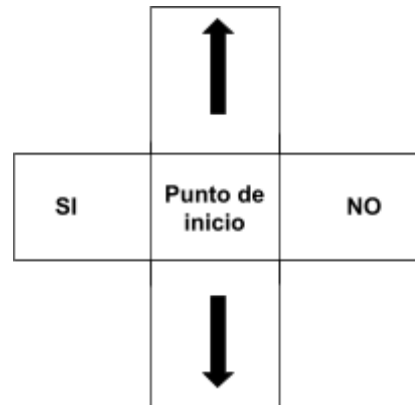
El tiempo de estimulación es de 20 minutos con un “fade in” y “fade out”

de 15 segundos cada uno. Este tiempo de estimulación se establece según la base de estudios previos (Zwissler, Sperber, Aigeldinger, Schindler, Kissler, y Plewnia, 2014). Por otro lado, en la condición sham tDCS, la corriente constante dura 30 segundos con 15 segundos de “fade in” y 15 segundos de “fade out”.

Tras recibir la estimulación en condición sham o anodal, los participantes debían realizar una tarea. Esta consistía en leer las frases que aparecen en la pantalla de un ordenador mientras estaban sentados. Cada frase se presenta con un tiempo prefijado de exposición.

A los participantes se les indicaba que debían leer las frases, apareciendo previamente una flecha arriba o abajo en la pantalla del ordenador para crear el efecto de congruencia. Cuando las habían leído, desde un punto de inicio “tecla número 5”, debían presionar con la mano derecha y responder lo más rápido posible presionando la flecha arriba o abajo indicada en el teclado del ordenador en el lado derecho, donde se encuentran los números de la siguiente forma:

“ tecla número 5”: punto de inicio del experimento, cada vez que los participantes seleccionan una de las posibles respuestas del experimento, debían volver a este punto, sin pulsarlo, solo apoyaban el dedo para que el punto de inicio fuera el mismo y por tanto, el tiempo de reacción del participante también.



“tecla número 8”: flecha arriba-aproximación

“tecla número 2”: flecha abajo-evitación

Además, estas 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 “tecla número 4”) o negativa (NO, indicado en el teclado y representada por “tecla número “6”). La pregunta permanecerá en la pantalla hasta que se dé una respuesta, con el objetivo de mantener la atención del participante en la comprensión de la lectura.

La secuencia de la sesión experimental era igual en todas las condiciones, aunque se pasaron dos listas (A y B) a los participantes según fueran pares o impares en la lista del experimento, simplemente como medida de control de sesgos de contenido y de balanceo.

Tras pasar por el procedimiento de estimulación y realizar la tarea, se da por finalizado el experimento.

4.- Resultados

Antes de la recogida de datos se pasó el PMA a los participantes para comprobar que no hubieran diferencias significativas. Afirmamos que no las hay, aproximadamente todos los participantes cumplimentaron el PMA de una manera adecuada, para saber su capacidad lingüística antes de pasar el experimento, que se desarrolla desde el paradigma ACE. Por lo tanto no asumimos errores por diferencias previas en el lenguaje.

Se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas de dos factores intrasujetos: *contenido* motivacional de la frase (aproximación-evitación), y la congruencia generada con la *dirección* de la flecha (delante-detrás). Como factor intersujeto está la estimulación tDCS (sham vs. anodal), por lo tanto, se realizó un ANOVA para cada grupo de participantes.

N= Tamaño de la muestra	df= Grados de libertad
Mean= Media (M)	Mean Square= Media cuadrática
SD= Desviación típica	F= Estadístico F
Cases= Casos	p= Probabilidad asociada al efecto (F)

A.- En el grupo ANODAL encontramos:

Tabla 1A.- Descriptivos

Contenido	Dirección	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
Aproximación	Delante	29	604.217	143.960	26.733	0.238
	Detrás	29	595.345	132.205	24.550	0.222
Evitación	Delante	29	607.088	141.729	26.318	0.233
	Detrás	29	582.942	127.838	23.739	0.219

Tabla 2A.- Anova de medidas repetidas (ANODAL)

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Contenido	658.734	1	658.734	1.059	0.312
Residuals	17414.315	28	621.940		
Dirección	7903.088	1	7903.088	4.269	0.048
Residuals	51839.441	28	1851.409		
Contenido * Dirección	1691.382	1	1691.382	4.066	0.053
Residuals	11647.055	28	415.966		

Note. Type III Sum of Squares

Podemos observar (Tabla 2), en primer lugar, cómo en la variable “Contenido” no encontramos significación. A continuación, encontramos que la “Dirección” ($p=0.048$) si presenta una significación adecuada $F(1,28)=4.27$; $p<0.05$, y que las medias de dicho efecto (Tabla 1) son de 605.65 para la dirección “Delante” y de 589.14 para la dirección “Detrás”, junto a sus desviaciones típicas respectivamente 142.85 y 130.03. Todo ello nos deja claro de que manera la acción motora influye en los resultados obtenidos. Para terminar, observamos que la interacción ($p=0.053$) es marginalmente significativa $F(1,28)=4.07$; $p<0.05$.

Tabla 3A.- Contraste Post Hoc de la interacción de variables (contenido x dirección)

		Mean Difference	SE	t	Plukey
Aproximación , Delante	Evitación, Delante	-2.871	5.982	-0.480	0.963
	Aproximación , Detrás	8.871	8.842	1.003	0.748
	Evitación, Detrás	21.274	9.235	2.304	0.112
Evitación, Delante	Aproximación , Detrás	11.742	9.235	1.271	0.586
	Evitación, Detrás	24.145	8.842	2.731	0.044
Aproximación , Detrás	Evitación, Detrás	12.403	5.982	2.073	0.175

Note. P-value adjusted for comparing a family of 6

Realizamos este contraste para discernir qué es lo que vuelve a esta interacción significativa marginalmente. Observamos claramente que la comparación entre Evitación-Delante y Evitación-Detrás es significativa.. Podemos asumir que esta comparación es la que más valor estadístico y explicativo nos da a nuestra investigación entre el resto con diferencia. Este efecto se refiere a una congruencia en la condición anodal, pero que se da exclusivamente en las frases con contenido de evitación ($M= 24.15$ y $SE=8.84$).

La interacción contenido de la frase (aproximación-evitación) por la dirección (movimiento hacia delante o hacia detrás) se debe a que en la condición de “Evitación” se puede observar una diferencia (24,14) entre el movimiento delante (607,08) y el movimiento detrás (582,94: $p=0.04$) que es significativamente mayor que en la condición de aproximación (8,87): movimiento delante (607,21), movimiento detrás (595,34); el sentido es de facilitación en la condición congruente “frase evitativa-movimiento detrás”. Es decir, que la hipótesis solo se cumple con las frases de evitación.

B.- En el grupo SHAM encontramos:

Tabla 1B.- Descriptivos

Contenido	Dirección	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
Aproximación	Delante	29	623.283	149.062	27.680	0.239
	Detrás	29	621.431	128.036	23.776	0.206
Evitación	Delante	29	640.359	160.115	29.733	0.250
	Detrás	29	618.934	154.712	28.729	0.250

Tabla 2B.- Anova de medidas repetidas (SHAM)

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Contenido	1541.203	1	1541.203	0.809	0.376
Residuals	53311.663	28	1903.988		
Dirección	3928.047	1	3928.047	4.494	0.043
Residuals	24472.040	28	874.001		
Contenido * Dirección	2777.700	1	2777.700	1.333	0.258
Residuals	58342.543	28	2083.662		

Note. Type III Sum of Squares

En esta condición encontramos que el único factor o variable que resultó significativo es la “Dirección” ($p= 0.043$) con un valor $F(1,28)=4.49$; $p<0.05$. Tanto el Contenido como la Interacción entre variables salieron no significativas.

Volvemos a observar al igual que en la condición Anodal, que los tiempos de reacción van a ser menores siempre cuando la dirección sea hacia Detrás (620.18) frente a cuando la dirección sea hacia Delante (631.82), independientemente del contenido (aproximación-evitación). Cabe mencionar que si que observamos diferencias amplias en los tiempos de reacción entre la condición Anodal (597.4) contra la condición Sham (626), es decir que los tiempos de reacción son mayores en todas las condiciones de variables en el grupo Sham.

5.- Discusión

Este estudio se ha centrado en el papel de las representaciones motoras sobre la comprensión de oraciones actitudinales. En concreto, se ha investigado cómo influye la estimulación tDCS en dicha integración. La hipótesis de este estudio planteaba que la congruencia entre la oración y la dirección de la acción motriz modularía la latencia de ejecución de la acción motriz. Los resultados encontrados muestran que en la estimulación Anodal los tiempos de reacción son menores que en todas las condiciones de variables en el grupo Sham. De esta forma, podemos deducir que la estimulación realizada mejora el rendimiento en la tarea. Conclusiones similares se han encontrado en investigaciones como las de Klaus y Schutter (2018), dónde se llevó a cabo un metaanálisis que reveló que los participantes que recibieron estimulación cerebral mediante tDCS obtuvieron una mejora significativa en el rendimiento del lenguaje en comparación con el grupo placebo.

Además, podemos observar que en el grupo Anodal la variable “Contenido” no fue significativa. Esto reafirma lo propuesto en el paradigma ACE, según el cual el uso del contenido de las palabras presentadas no es significativo, por lo tanto, es la acción motora la que influye en los resultados obtenidos. A continuación, encontramos en el grupo Anodal que la “Dirección” si presenta una significación adecuada. Todo ello nos deja claro de qué manera la acción motora influye en los resultados obtenidos. Por lo tanto, siguiendo la compatibilidad acción-oración (ACE) podemos afirmar que la dirección influye en los tiempos de respuesta cuando se le presentan contenidos de aproximación y de evitación.

En cuanto a la condición Sham encontramos que el único factor significativo es la “Dirección”, por lo que volvemos a observar al igual que en la condición Anodal, que los tiempos de reacción van a ser menores siempre cuando la dirección sea hacia “Detrás” independientemente del contenido (aproximación-evitación). Estos datos son apoyados por otros estudios que muestran desde una perspectiva “embodiment” cómo nuestras acciones y experiencias corporales modelan nuestra comprensión del mundo y nuestro uso del lenguaje (López,2015).

Estos datos demuestran que el paradigma ACE actúa como facilitador en los casos en los que la ejecución de una respuesta de tarea se ve facilitada por la comprensión de una frase que describe una acción que tiene las mismas características motoras que la respuesta de la tarea, o de interferencia si fuera el efecto contrario (Glenberg y Kaschak, 2002). Por lo tanto, se observa un mejor rendimiento y un menor tiempo de respuesta, debido a esta capacidad facilitadora. Además, referente a la estimulación del área BA6 vemos que se cumple la hipótesis de que los verbos actitudinales contienen representaciones motoras que pueden beneficiarse de esta estimulación. Por lo tanto, podemos observar cómo las representaciones motoras contribuyen a la comprensión de oraciones actitudinales.

También sabemos que la congruencia entre el significado de la oración y las acciones motrices influyen en el procesamiento cognitivo con la ayuda de la estimulación cerebral, sin embargo, en nuestro estudio vemos como el sentido es de facilitación en la condición congruente “frase evitativa - movimiento detrás”, es decir, que la hipótesis de ACE solo se cumple en las frases de evitación. Se plantea la hipótesis de que la congruencia entre la oración y la dirección de la acción motriz modularía la latencia de ejecución de la acción motriz. Sin embargo, observamos como la interacción contenido de la frase (aproximación-evitación) por la dirección (movimiento hacia delante o hacia detrás) se debe a que en la condición de “Evitación” se puede observar una diferencia entre el movimiento delante y el movimiento detrás que es significativamente mayor que en la condición de “Aproximación”: movimiento delante - movimiento detrás.

Por lo tanto, no podemos afirmar la hipótesis del paradigma ya que, en nuestra investigación, observamos que la interacción es marginalmente significativa (Anodal). En nuestro caso, nos enfocamos en comprender las acciones sociales de aproximación o evitación mediante el uso de verbos actitudinales, pero observamos claramente que la comparación entre Evitación-Delante y Evitación-Detrás es la única significativa. Podemos asumir que esta comparación es la que más valor explicativo tiene entre el resto, como ya hemos mencionado anteriormente.

6.- Conclusiones

A modo de conclusión, la evitación, independientemente de la dirección o de la interacción con significación marginal en el grupo anodal, dispara respuestas más rápidas y más discriminatorias que la aproximación y su representación motora. Esto nos plantea ¿Por qué la evitación es más llamativa que la aproximación? y, ¿Responde a los mismos sistemas de respuestas que los estímulos aversivos a lo largo de la supervivencia del ser humano?

Por otro lado, podemos concluir en nuestra investigación que, independientemente de la estimulación que reciban los participantes, el factor Dirección (hacia delante y hacia detrás) es el único que marca una diferencia significativa en las respuestas y en los tiempos de reacción. Estudios como el de López (2015) respaldan la idea de la relación entre el cuerpo y el lenguaje, también de cómo esta interacción da forma a nuestra cognición desde una perspectiva "embodiment", y nos demuestran cómo nuestras acciones y experiencias corporales moldean nuestra comprensión del entorno y del uso del lenguaje.

Para finalizar, hay que mencionar que los resultados de este estudio respaldan la efectividad de la tDCS como una herramienta para mejorar el aprendizaje del lenguaje, por lo tanto, la estimulación cerebral no invasiva a través de la tDCS puede tener un impacto positivo en diversas áreas del procesamiento del lenguaje

7.- Referencia Bibliográfica

Aravena, P., Hurtado, E., Riveros, R., Cardona, J. F., Manes, F., & Ibáñez, A. (2010). Applauding with Closed Hands: Neural Signature of Action, Sentence Compatibility Effects. *PLOS ONE*, 5(7), e11751. doi: 10.1371/journal.pone.0011751

Anderson, M. W. (2010). Neural reuse: a fundamental organizational principle of the brain. *Behavioral and Brain Sciences*, 33(4), 245-266. <https://doi.org/10.1017/s0140525x10000853>

Borreggine KL, Kaschak MP. The action-sentence compatibility effect: It's all in the timing. *Cognitive Science*. 2006;30:1097–1112.

Berkman, E. T., & Lieberman, M. D. (2010b). Approaching the bad and avoiding the good: lateral prefrontal cortical asymmetry distinguishes between action and valence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(9), 1970-1979. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21317>

Buccino, G., Riggio, L., Melli, G., Binkofski, F., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2005). Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: a combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research*, 24(3), 355-363. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.02.020>

Carver, C. S., & Harmon-Jones, E. (2009). Anger is an approach-related affect: evidence and implications. *Psychological Bulletin*, 135(2), 183-204. <https://doi.org/10.1037/a0013965>

Chen, M. y Bargh, JA (1999). Predisposiciones conductuales inmediatas para acercarse o evitar el estímulo. *pers. Soc. psicol. toro* _ 25, 215–224. doi: 10.1177/0146167299025002007

Klaus, J., & Schutter, D. J. (2018). Non-invasive brain stimulation to investigate language production in healthy speakers: A Meta-analysis. *Brain and Cognition*, 123, 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.02.007>

Glenberg, AM y Kaschak, MP (2002). Poniendo a tierra el lenguaje en acción. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9 (3), 558–565. <https://doi.org/10.3758/BF03196313>

Phaf, R. H., Mohr, S. E., Rotteveel, M., & Wicherts, J. M. (2014). Approach, Avoidance, and Affect: A meta-analysis of approach-avoidance tendencies in manual reaction time tasks. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00378>

Eder, A. B., Krishna, A., Sebald, A., & Kunde, W. (2021). Embodiment of approach-avoidance behavior: Motivational priming of whole-body movements in a virtual world. *Motivation Science*, 7(2), 133–144. <https://doi.org/10.1037/mot0000205>

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

Hipólito, M. H. (2020). *Aproximación/evitación en el lenguaje cotidiano de acciones y diferencias individuales: medidas conductuales y electrofisiológicas*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=288919>

Marrero, H., Yagual, S. N., Díaz, J. M., Gámez, E., Lemus, A., Urrutia, M., Nuez, A., & Beltrán, D. (2020). Embodied representation of approach and avoidance attitudes by language: pro is forward, against is backward. *Adaptive Behavior*, 31(3), 281-288. <https://doi.org/10.1177/10597123231157787>

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*, 69(2), 190-199.

Matheson, H. E., White, N. C., & McMullen, P. A. (2014). A test of the embodied simulation theory of object perception: potentiation of responses to artifacts and animals. *Psychological research*, 78(4), 465–482. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0502-z>

Urrutia, M., & De Vega, M. (2012). Lenguaje y acción: Una revisión actual a las teorías corpóreas. *Lingüística Teórica Y Aplicada*, 50(1), 39-67.

<https://doi.org/10.4067/s0718-48832012000100003>

Schuil, K. D. I., Smits, M., & Zwaan, R. A. (2013). Sentential context modulates the involvement of the motor cortex in action language processing: An fMRI study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, Article 100. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00100>

Zwaan, R. A. (2004). The Immersed Experiencer: Toward an Embodied Theory of Language Comprehension. In B. H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Vol. 44, pp. 35–62). Elsevier Science.

Zwissler, B., Sperber, C., Aigeldinger, S., Schindler, S., Kissler, J., & Plewnia, C. (2014). Shaping memory accuracy by left prefrontal transcranial direct current stimulation. *The Journal of Neuroscience*, 34(11), 4022-4026. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.5407-13.2014>

8.- Anexos

A.- Consentimiento informado

INTRODUCCIÓN

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

FINALIDAD

En este estudio se pretende investigar la efectividad de los protocolos de estimulación de corriente continua directa para la realización de un experimento en el Neurocog (Trabajo Final de Grado 22/23)

PROTOCOLO tDCS y tACS

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

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

RIESGOS

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

CONFIDENCIALIDAD

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

DERECHO A RETIRARSE DEL ESTUDIO

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

PREGUNTAS

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

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, D/Dña. _____

He leído (o se me ha leído) la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre las características del estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

Presto libremente mi conformidad

Fecha:

Firma del paciente o del participante

PROTOCOLO DE INFORMACIÓN ORAL AL PACIENTE O VOLUNTARIO

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

IP: Manuel de Vega Rodríguez

PREPARACIÓN DEL PACIENTE O VOLUNTARIO PARA EL ESTUDIO

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

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

¿Ha tenido alguna reacción adversa al tDCS/tACS?

¿Ha tenido algún ataque?

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

¿Ha sufrido de zumbido de oídos (tinnitus) o tiene un historial médico de zumbido en los oídos?

¿Tiene algún tipo de metal en la cabeza como clips quirúrgicos, fragmentos de soldadura, etc.? ¿fuera de la boca?

¿Tiene algún implante como marcapasos, bombas médicas (medical pumps) o intracardiac lines?

¿Sufre dolor de cabeza de forma frecuente o severa?

¿Tiene o ha tenido alguna otra cuestión relacionada con la cabeza?

¿Ha tenido alguna enfermedad que le haya causado alguna herida en el cerebro?

¿Está tomando algún medicamento?

¿Alguien en la familia ha tenido epilepsia?

¿Necesita usted más explicación sobre la tDCS?

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

Nombre _____

DNI: _____

B.- PMA

1 HÚMEDO	A) Corto	B) Humano	C) Mojado	D) Moderado
2 RÁPIDO	A) Mayor	B) Ligero	C) Estrecho	D) Vigoroso
3 DIARIO	A) Variable	B) Cotidiano	C) Indiferente	D) Insostenible
4 ESPLÉNDIDO	A) Expansivo	B) Alegre	C) Rígido	D) Magnifico
5 HABITUAL	A) Nocturno	B) Circular	C) Principal	D) Usual
6 FLUIDO	A) Lívido	B) Muerto	C) Líquido	D) Hablador
7 HOLGAZÁN	A) Gandul	B) Travieso	C) Inculto	D) Útil
8 DESAMPARADO	A) Ocre	B) Absurdo	C) Trastornado	D) Abandonado
9 RARO	A) Santo	B) Tosco	C) Escaso	D) Débil
10 CONTENTO	A) Fastidioso	B) Continuo	C) Difamatorio	D) Satisfecho
11 ENOJADO	A) Risueño	B) Pobre	C) Enfadado	D) Domestico
12 BENEFICIOSO	A) Artificial	B) Domesticable	C) Útil	D) Picante
13 MOHOSO	A) Tónico	B) Herrumbroso	C) Informe	D) Mudo
14 TOSCO	A) Áspero	B) Diminuto	C) Cinestésico	D) Fangoso
15 TERAPÉUTICO	A) Diagramático	B) Amorfo	C) Curativo	D) Gramatical
16 SOBRIO	A) Sucio	B) Sombrío	C) Parco	D) Apropiado
17 FESTIVO	A) Delicioso	B) Divertido	C) Potente	D) Forastero
18 AUGUSTO	A) Majestuoso	B) Delgado	C) Digestible	D) Valido
19 DIFAMANTE	A) Deshonroso	B) Forense	C) Hortícola	D) Impresionante
20 EDUCADO	A) Rico	B) Ciudadano	C) Cortes	D) Ignorante
21 ORIGINAL	A) Oral	B) Abandonado	C) Primero	D) Fidedigno
22 NOVEL	A) Costoso	B) Nuevo	C) Hosco	D) Radical
23 FAMOSO	A) Célebre	B) Leal	C) Renovado	D) Ágil
24 SISTEMÁTICO	A) Tembloroso	B) Ordenado	C) Jubiloso	D) Ambicioso
25 FATIGADO	A) Dócil	B) Grave	C) Cansado	D) Fanático
26 RESPLANDECIENTE	A) Fonético	B) Acerbo	C) Brillante	D) Intrépido

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