

COMPARACIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONES PREMOTORAS Y LA RELACIÓN CON FUNCIONES EJECUTIVAS.

Trabajo Fin de Grado de Psicología

Ariadna Flores Pérez, Laura Guirao Ferrer

Tutorizado por

Lissett González Burgos

Ainhoa González Luis

Curso Académico 2023-24

Resumen

Las funciones premotoras se corresponden con la capacidad de planificación, organización y ejecución secuencial de movimientos y acciones complejas, mientras que las funciones ejecutivas se encargan de los procesos de generación, regulación ejecución efectiva y el reajuste de conductas dirigidas a objetivos. Este estudio tiene dos objetivos: comparar el rendimiento entre jóvenes y adultos en: Clave de Números (WAIS-IV), COWAT, DEX, secuencias motoras manuales (NEPSY-II) y prueba de funciones premotoras de Luria, y por otro lado estudiar la validez convergente de las dos pruebas de funciones premotoras. Los resultados obtenidos, mediante una muestra de 27 participantes divididos por edad: joven ($M= 22.6$, $DT= 1.96$) y adulto ($M=53.3$, $DT=3.10$), indican que los jóvenes presentan mayor rendimiento en funciones atencionales, velocidad de procesamiento, fluidez verbal semántica y funciones premotoras, y que además existe validez convergente entre la prueba de Luria de coordinación recíproca y secuencias motoras manuales de NEPSY-II.

Palabras clave: Funciones premotoras, funciones ejecutivas, velocidad de procesamiento, funciones atencionales, envejecimiento.

Abstract

Premotor functions correspond to the ability to plan, organize, and sequentially execute complex movements and actions, while executive functions are responsible for the processes of generation, regulation, effective execution, and readjustment of goal-directed behaviors. This study has two objectives: to compare the performance between young people and adults in: Number Key (WAIS-IV), COWAT, DEX, manual motor sequences (NEPSY-II) and Luria premotor functions test, and on the other hand to study the Convergent validity of the two tests of premotor functions. The results obtained, through a sample of 27 participants divided by age: young ($M= 22.6$, $SD= 1.96$) and adult ($M=53.3$, $SD=3.10$), indicate that young people present greater performance in attentional functions, processing speed, semantic verbal fluency and premotor functions, and that there is also convergent validity between the Luria test of reciprocal coordination and manual motor sequences of NEPSY-II.

Key words: Premotor functions, executive functions, processing speed, attentional functions, aging.

Introducción

La corteza premotora desempeña un papel fundamental en la planificación, organización y ejecución secuencial de movimientos y acciones complejas (Lázaro y Solís, 2008). Además, es la encargada de registrar y establecer relaciones entre la información visoespacial y las órdenes motoras. Por otro lado, la corteza premotora ventral se encarga tanto de funciones motoras como cognitivas, siendo estas últimas; la percepción del espacio, la comprensión de la acción y la imitación (Rizzolatti, Fogassi y Gallese, 2002). Luria y Homskeya (1962) establecen que el desempeño motor de secuencias de movimiento es un componente esencial para la ejecución de estos de forma voluntaria y la corrección de los errores. Las lesiones en esta área no implican la pérdida de dicha capacidad, sino que se van a observar dificultades a la hora de integrar y coordinar los movimientos complejos. Esto ocasiona descoordinación y un deterioro en las habilidades motoras (Lezak et al., 2004). Así como, se han estudiado las implicaciones de la parte dorsolateral del córtex prefrontal y la corteza premotora en la selección atencional y la formación de secuencias en el procesamiento de series de información (Abe y Hanakawa, 2009), se puede afirmar que las funciones premotoras y ejecutivas están estrechamente relacionadas.

Dentro de las pruebas empleadas para medir las funciones premotoras, se encuentran las pruebas de funciones premotoras de Luria (Luria, 1966) y la prueba de secuencias motoras manuales de la batería NeuroPsychology-II (NEPSY-II; Korkman, Kirk y Kemp, 2007). Se ha observado que, tras la realización de las pruebas de Luria, los pacientes son capaces de ejecutarlas correctamente durante las primeras secuencias y, posteriormente se confunden o presentan perseveraciones (Lezak et al., 2004). Con respecto a la prueba de NEPSY-II, estudios muestran como en niños con madres que tomaron antidepresivos durante el embarazo obtuvieron puntuaciones significativamente más bajas que los niños cuyas madres estaban en el grupo de control (Galbally et al, 2021). Demostrando así la capacidad de la prueba para medir el rendimiento en las funciones premotoras.

La primera definición del término funciones ejecutivas se estableció en 1982 por Lezak (Lezak, 1982), estableciéndolas como las capacidades necesarias para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada. Las funciones ejecutivas son aquellas capacidades implicadas en procesos de generación, regulación, ejecución efectiva y el reajuste de conductas dirigidas a objetivos (Verdejo-García y Bechara, 2010). Se activan en

una gran variedad de situaciones cotidianas y tienen una gran importancia en el funcionamiento correcto y adaptativo de las personas. Además, están implicadas tanto en la conducta manifiesta, como en los pensamientos y la conducta implícita de la persona. Se han relacionado estas funciones con el córtex prefrontal, debido a que aquellos pacientes con daño en esta corteza han demostrado fallos en sus funciones ejecutivas. Cuando estas funciones se ven afectadas, se observa el síndrome disejecutivo, caracterizado por cambios en la emoción, la personalidad, la motivación, el comportamiento y los aspectos cognitivos (Chan, 2001). Por ello, se ha considerado el córtex prefrontal como el principal sustrato neuroanatómico de las funciones ejecutivas (Verdejo-García y Bechara, 2010). Aun así, las funciones ejecutivas necesitan de un sistema de participación conjunta formado por la corteza frontal, distintas regiones corticales posteriores, otras estructuras paralímbicas y basales (Verdejo-García y Bechara, 2010). Para la evaluación de las funciones ejecutivas podemos encontrar diferentes baterías, como la Batería de Evaluación Conductual del Síndrome Disejecutivo (BADS, Wilson et al., 1996), y el Cuestionario Disejecutivo (DEX; Wilson et al., 1996). Este último cuestionario ha sido implementado en numerosas investigaciones, tanto para estudiar diferentes adicciones, la enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson, diferentes lesiones cerebrales, epilepsia, esclerosis múltiple y también para población no clínica (Pérez et al., 2009). En un estudio con el objetivo de determinar las posibles diferencias en funciones ejecutivas entre población no patológica y población con problemas de uso de sustancias de abuso, usando el DEX los autores encontraron diferencias significativas entre grupos, donde los adictos, que debían de cumplir los criterios del DSM-IV-TR para abuso o dependencia de al menos una sustancia, puntuaron más en todas las comparaciones que se hicieron (Pérez et al., 2009).

Dentro de las funciones ejecutivas encontramos la velocidad de procesamiento que es la capacidad cognitiva que implica la rapidez con la que se captan los estímulos, se procesan y se responde a ellos (Lezak et al., 2004). Esta capacidad está estrechamente relacionada con la memoria de trabajo y medida de inteligencia general, aumenta durante la infancia y disminuye en la edad adulta. Está implicada en una gran variedad de procesos cognitivos, principalmente, influyendo en tareas que requieren atención, percepción, memoria y toma de decisiones y afectando a la fluidez verbal, memoria visual y verbal y la atención (Lezak, M. D. et. al., 2004). El Controlled Oral Word Association (COWAT, Benton y Hamsher, 1989) es una tarea que evalúa la fluidez verbal, está relacionado con las funciones ejecutivas y con la

velocidad de procesamiento. Se ha demostrado que es una fuente fiable para detectar disfunciones cerebrales, principalmente en pacientes con lesiones en el lóbulo frontal izquierdo y lesiones bilaterales, así como personas con demencias (Lezak et al., 2004). También, factores como la rigidez mental, el uso de estrategias de búsqueda, el acceso a la memoria semántica y el span de memoria de trabajo influyen en la producción de palabras (Lezak et al., 2004). Se ha observado que, en la primera mitad de la tarea, las palabras dichas por las personas implican el rápido acceso a la memoria, mientras que las producidas en la segunda mitad dependen de estrategias de búsqueda, que implican esfuerzos (Lezak et al., 2004). En cuanto a la diferencia entre modalidades de fluidez verbal y la edad, la fluidez semántica resulta menos complicada para adultos que la fonética, mientras que respecto al sexo no se han observado diferencias (Lezak et al., 2004). Con el envejecimiento no patológico la velocidad de procesamiento se ve afectada, siendo este el principal factor de deterioro cognitivo, debido a su implicación en otras funciones. Esto puede ocasionar importantes consecuencias en la vida diaria de las personas, ya que la velocidad de procesamiento promueve la independencia funcional y la calidad de vida de la población mayor (Hehl et al., 2024). En general, estos déficits del envejecimiento no patológico se pueden explicar principalmente por la reducción de volumen cortical y la expansión del sistema ventricular, con principales afectaciones a la corteza frontal y temporal, el tálamo y el núcleo accumbens (Fjell y Walhovd, 2010).

Las funciones atencionales hacen referencia a los procesos implicados en la recepción de estímulos tanto internos como externos (Parasuraman, 1998). Del mismo modo, estas funciones se pueden clasificar en: atención selectiva, atención sostenida/vigilancia, atención dividida y atención alternante. La atención selectiva consiste en mostrar interés en los estímulos más relevantes y ser capaz de omitir los que no lo son. La atención sostenida/vigilancia, esta es la que hace que el organismo pueda mantener la atención durante largos periodos de tiempo. La atención dividida es la que permite responder a varios estímulos al mismo tiempo. Y, la atención alternante es la capacidad de cambiar de enfoque y tareas (Lezak et al., 2004). Tanto las funciones atencionales, sobre todo la atención selectiva y sostenida, como la velocidad de procesamiento se pueden medir a través de la prueba Clave de Números de la batería Wechsler Adult Intelligence Scale-Fourth Edition (WAIS-IV; Wechsler, 2008). Para una persona sin patología, se requerirá de capacidades relacionadas con la persistencia motora, atención sostenida, velocidad de respuesta y coordinación

visomotora para un buen desempeño (Schear y Sato, 1989). Además, se ha encontrado que la velocidad de procesamiento requerida en Clave de Números representa alrededor del 50% de la varianza de la prueba (Joy, Kaplan y Fein, 2004).

Como se ha mencionado, existen variedad de investigaciones que muestran cómo el envejecimiento afecta al rendimiento cognitivo general. Por lo que, el objetivo principal de este trabajo fue comparar el desempeño en funciones premotoras y ejecutivas en dos grupos de edad: jóvenes y adultos, para poder concretar en qué funciones específicas se diferencian. Asimismo, para el objetivo secundario, se comparó el rendimiento en dos pruebas que miden una misma función cognitiva (funciones premotoras): la prueba de secuencias motoras manuales de la batería NEPSY-II y la prueba de funciones premotoras de Luria (coordinación recíproca, alternancia motora izquierda y derecha e inhibición). Debido a que la prueba de secuencias motoras manuales de NEPSY-II se basa en el enfoque de Luria (Korkman, Kirk y Kemp, 2007), se ha querido investigar si ambas pruebas muestran validez convergente.

Método

Participantes

La muestra total fue de 27 participantes, divididos en dos grupos según la edad, un grupo joven de 18-25 años (16 participantes, 8% mujeres) y un grupo adultos de 45-60 años (11 participantes, 54.54% mujeres). Se estableció la clasificación por nivel educativo según los años de estudio: bajo (10 años o menos), medio (entre 10 y 14 años) y alto (más de 14 años) como muestra la tabla 1. Los criterios de inclusión fueron: población no patológica, sin problemas de salud, sin alteraciones visuales o auditivas y que no consumieran drogas. La participación de estos ha sido de manera voluntaria y totalmente anónima.

Materiales

Se realizó una entrevista para recoger información sociodemográfica y de salud, como sexo, edad, nivel educativo, profesión, estado de bienestar, asistencia puntual o continuada a las consultas de psiquiatría o neurología, problemas de visión y audición, o problemas de salud en general, consumo de alcohol, tabaco u otras sustancias.

Cuestionario Disejecutivo (DEX) de la Bateria de evaluación conductual del síndrome disejecutivo (BADS, Wilson et al., 1996) que evalúa las funciones ejecutivas. El Cuestionario Disejecutivo (DEX; Wilson et al., 1996), es uno de los 6 subtests del BADS y consta de dos partes, una heteroinformada y otra autoinformada, que realiza una persona cercana al participante o paciente. En este trabajo solo se utilizó la versión autoinformada. Este cuestionario fue creado para evaluar cualitativamente los síntomas de la vida diaria del síndrome disejecutivo, mediante 20 ítems que miden síntomas relacionados con problemas en las funciones ejecutivas. Las respuestas se dan en una escala tipo Likert en la que se responde la frecuencia en la que se ha experimentado diferentes síntomas disejecutivos desde “Nunca” (0) a “Muy a menudo” (4). La puntuación total se obtiene sumando las puntuaciones directas de cada pregunta, siendo el máximo 80 puntos.

Clave de Números de la batería WAIS-IV (Wechsler, 2008). La batería The Wechsler Adult Intelligence Scale-Fourth Edition, es una versión revisada de la batería WAIS-III y fue publicada en 2008, para aplicarse a personas con edades entre 16 y 89 años. La batería permite obtener una puntuación global del coeficiente intelectual, además de medir índices específicos (comprensión verbal, razonamiento perceptivo, memoria de trabajo y velocidad de proceso) a través de 15 pruebas. En este trabajo se usó la prueba de Clave de Números para evaluar las funciones atencionales y la velocidad de procesamiento. La prueba está compuesta por filas con dos recuadros, uno con un número del 1 al 9 y otro en blanco, donde la persona deberá copiar los símbolos que aparecen asociados a cada número. Primero, el examinador rellena tres recuadros a modo de demostración y luego el participante podrá practicar en los siguientes siete. Tras esto, la persona tendrá 120 segundos para tratar de rellenar el mayor número de recuadros de forma correcta. Para obtener la puntuación directa, se contará cada respuesta correcta como un punto hasta un máximo de 135.

Controlled Oral Word Association (Benton y Hamsher, 1989). Es una prueba de fluidez verbal que permite evaluar fluidez fonética y fluidez semántica, velocidad de procesamiento, capacidad de inhibición, planificación y organización. Forma parte de “*The Multilingual Aphasia Battery*” (Benton y Hamsher, 1976) para evaluar afasias en individuos multilingües. La fluidez fonética se mide a través de las letras F, A y S, para realizar la prueba. Los participantes deben decir todas las palabras que puedan y que comiencen con letra del alfabeto indicada, excluyendo los nombres propios, números y derivados de la misma palabra (ej. mesa, mesita). El participante cuenta con 1 minuto por letra. La fluidez

semántica se evalúa a través de la categoría de animales, contando de la misma manera con 1 minuto. Los errores son de tipo perseveraciones (repetición de palabras) o intrusiones (palabras incorrectas). Para obtener la puntuación total se suma un punto por respuesta correcta.

Prueba de secuencias motoras manuales de la batería NeuroPsychology-II (NEPSY-II) (Korkman, Kirk y Kemp, 2007). La NEPSY-II, se basa en las pruebas de Luria (Luria, 1966) y su enfoque en la evaluación neuropsicológica, indicando que diferentes sistemas cerebrales colaboran en funciones cognitivas complejas y que el daño de sus componentes contribuirá a su afectación, viéndose alterada tanto la función a la que sirve como también otras funciones relacionadas. Esta batería se aplica a niños de entre 5 y 12 años para identificar problemas en su rendimiento académico y en el control de la conducta (Korkman, Kirk y Kemp, 2007). En concreto, la prueba de secuencias motoras manuales, se realizó para medir las funciones premotoras donde se evalúa la capacidad de aprender y automatizar ciertos movimientos, y la capacidad de organizarlos para mantenerlos durante un tiempo determinado a lo largo de la secuencia. Del mismo modo, se requiere cierto nivel de atención y de motivación para proporcionar una respuesta acertada. La prueba permite obtener puntuaciones de cada secuencia (máximo 60 puntos), y seis observaciones conductuales del examinado: “cambio en ritmo y/o velocidad” que sirve para conocer la frecuencia con la que cambia a lo largo de la prueba; “pérdida del movimiento asimétrico” en alguna de las 5 secuencias con asimetría del movimiento; “sincinesias” que se refiere a la realización de movimientos inconscientes de otra parte del cuerpo cuando se está haciendo uno consciente; “movimiento corporal” que esté asociado a la producción de la secuencia; “perseveración” donde se sigue realizando la secuencia tras parar; y “golpeteo enérgico” que hace referencia a producir los movimientos de la secuencia con más fuerza (Korkman, M., Kirk U., Kemp, S., 2007).

Prueba de funciones premotoras de Luria (Luria, 1966). Incluye una tarea de coordinación recíproca, una de alternancias motoras y una tarea de inhibición. Para las dos primeras tareas, la persona dispone de una fase de ensayo, donde podrá repetir las secuencias dos o tres veces, luego se iniciará la tarea donde tendrá 30 segundos para realizar las secuencias a la mayor velocidad posible, intentando no cometer fallos. Se cuantifican los aciertos y los errores. En la tarea de coordinación recíproca la persona debe imitar una secuencia motora, que consiste en colocar una de las manos con la palma hacia abajo y

mantener el puño cerrado con la otra, el participante, simultáneamente, debe alternar el abrir y cerrar las manos. La tarea de alternancias motoras consiste en realizar una secuencia manual (puño-canto-palma), primero con la mano dominante y luego con la no dominante. Del mismo modo que la primera tarea, la persona tendrá una fase de ensayo y 30 segundos para realizar el máximo número de secuencias, contabilizando errores y aciertos. La tarea de inhibición evalúa la alteración en la regulación de respuestas motoras. En la ejecución de la tarea, cuando el examinador da un golpe en la mesa, el participante debe dar dos y cuando el examinador da dos golpes, el participante da uno. Tras hacer un ejemplo, dará comienzo la prueba que consiste en 20 ensayos, siguiendo una secuencia que intercala los dos golpes con un golpe.

Procedimiento

Se aplicó un muestreo por conveniencia en el que los participantes se eligieron según la accesibilidad a ellos. Una vez obtenida la muestra, cada participante realizó la batería de pruebas de manera individual. Las evaluaciones se realizaron en la Universidad de La Laguna, en el Campus de Guajara, y en las viviendas particulares de alguno de los participantes. Antes de iniciar la recogida de datos, se les pidió su consentimiento para el uso de sus resultados en la presente investigación, informándoles de la posibilidad de acceder a los resultados tras la finalización del estudio. Posteriormente, se inició la recogida de datos con la entrevista, seguida del test DEX, Clave de Números de la batería WAIS-IV y COWAT. En último lugar se aplicaron las pruebas de funciones premotoras de Luria y la de secuencias motoras manuales de la batería NEPSY-II.

La administración de pruebas se realizó tanto a papel como en iPad, a través de la aplicación GoodNotes 6. Una vez obtenidos todos los resultados, se volcaron en un Excel y se exportaron a JAMOVI (Love, Dropmann y Selker, 2017).

Análisis de datos

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa JAMOVI, versión 1.8 (Love, Dropmann y Selker, 2017). Se realizaron análisis descriptivos, pruebas T de diferencia de medias para comparar el rendimiento cognitivo de los grupos y correlaciones de Pearson.

Resultados

La Tabla 1 muestra las características demográficas de la muestra.

Tabla 1

Características demográficas de la muestra

	Jóvenes (n=16)	Adultos (n=11)
Edad (Media (DT))	22.6 (1.96)	53.3 (6.10)
(rango)	(18-25)	(45-60)
Sexo (H/M)	8/8	5/6
Nivel educativo (bajo/medio/alto)	0/7/9	0/6/5
Preferencia manual (zurdo/diestro)	0/16	1/10

Nota. n: Número de participantes, DT: Desviación típica, H: hombre, M: mujer.

La tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos y las comparaciones de los dos grupos en todas las variables evaluadas.

Tabla 2

Rendimiento cognitivo en los grupos de jóvenes y adultos

	Jóvenes (n=16)	Adultos (n=11)	t	p
Clave	72,2 (8,48) (56-85)	52,4 (16,9) (33-93)	4,04	<0,001
COWAT-FAS	39.6 (6,92) (22-49)	38 (8,75) (20-49)	0,54	0,595

COWAT-FAS	1,94 (2,35)	1(1,34)	1,16	0,245
Errores	(0-8)	(0-4)		
COWAT-Animales	25 (5,67)	19,7 (4,78)	2,53	0,018
	(16-36)	(12-27)		
COWAT-Animales	0,31 (0,8)	0,36 (0,7)	-0,17	0,863
Errores	(0-3)	(0-2)		
L. Coord.	56,9 (12,5)	38,2 (17,1)	3,29	0,003
	(36, 73)	(12-59)		
Errores L. Coord.	3,25 (1,69)	3,64 (2,73)	-0,46	0,653
	(1-6)	(0-10)		
L. Alt Der	22,4 (3,84)	17,4 (7,62)	2,25	0,033
	(16-28)	(8-36)		
Errores L. Alt Der	1,5 (1,21)	1,64 (0,92)	-0,31	0,755
	(0-4)	(0-3)		
L. Alt Izq	24,1 (3,36)	18 (9)	2,49	0,020
	(18-29)	(11-40)		
Errores L. Alt Izq	1,63 (1,09)	1,55 (1,13)	0,18	0,856
	(0-4)	(0-3)		
L. Inhibición	19,6 (0,5)	19,7 (0,4)	-0,54	0,597
	(19-20)	(19-20)		
Sec. Mot. Man.	56,9 (2,67)	52,6 (6,27)	2,46	0,021
	(50-60)	(43-60)		
DEX	27,4 (7,75)	19,7 (6,96)	2,64	0,014
	(15-43)	(10-32)		

Nota. Clave: Clave de Números (WAIS-IV), COWAT-FAS: Fluidez Fonética del COWAT, COWAT-FAS Errores: errores de Fluidez Fonética, COWAT-Animales: Fluidez Semántica del COWAT, COWAT-Animales Errores: errores de Fluidez Semántica, L. Coord.: Coordinación Recíproca de Luria, Errores L. Cord: errores Coordinación Recíproca de Luria, L. Alt Der: Alternancia Motora Derecha de Luria, Errores L. Alt Der: errores Alternancia Motora Derecha de Luria, L. Alt Izq: Alternancia Motora Izquierda de Luria, Errores L. Alt Izq: errores Alternancia Motora Izquierda de Luria, L. Inhibición: Inhibición de Luria, Sec. Mot. Man.: Secuencias Motoras Manuales de NEPSY-II y DEX.

En la prueba de Clave de Números se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($t(25)=4,03$, $p<0,05$), con un nivel de confianza del 95%, teniendo los jóvenes una mayor destreza en el desarrollo de esta prueba. Los jóvenes también presentaron un mayor rendimiento en fluidez semántica (COWAT-Animales) en comparación con el grupo de adultos ($t(25)=2,52$, $p<0,05$). Los errores en esta misma tarea (perseveraciones e intrusiones), aunque no resultan significativos ($t(25)=-0,17$, $p>0,05$), fueron mayores en los adultos. En fluidez fonética (COWAT-FAS) no se observaron diferencias significativas, ni en los aciertos ($t(25)=0,54$, $p>0,05$), ni en los errores ($t(25)=1,19$, $p>0,05$). En la prueba de funciones premotoras de Luria, en la coordinación recíproca ($t(25)=3,29$, $p<0,05$), alternancia motora izquierda ($t(25)=2,25$, $p<0,05$) y derecha, ($t(25)=2,5$, $p<0,05$), los resultados mostraron diferencias significativas entre ambos grupos, presentando los jóvenes un desempeño mayor en las tres pruebas, aunque cometieron más errores en alternancia motora izquierda ($t(25)=0,18$, $p>0,05$). Por el contrario y pese a no haber desigualdades relevantes en la prueba de inhibición de Luria, los adultos mostraron un mejor rendimiento ($t(25)=-0,54$, $p>0,05$). En las secuencias motoras manuales de NEPSY-II el grupo de jóvenes rindió significativamente mejor que el de adultos ($t(25)=2,46$, $p<0,05$). Por último, en el cuestionario de síntomas disejecutivos (DEX), los adultos obtuvieron una puntuación media menor y significativa que el grupo de jóvenes, ($t(25)=2,64$, $p<0,05$).

Los resultados de los análisis de correlaciones se muestran en la Tabla 3 y 4. La tabla 3 muestra los resultados de correlación entre las pruebas de funciones premotoras, secuencias manuales de Luria y secuencias motoras manuales NEPSY-II, con el resto de la batería.

Tabla 3

Correlación de Pearson entre pruebas de funciones premotoras y resto de la batería

	Clave	COWAT-FAS	COWAT-Anim ales	DEX
Sec. Mot. Man.	0,63 (<0,001)	0,28 (0,149)	0,42 (0,027)	-0,15 (0,460)
L. Coord.	0,57 (0,002)	0,37 (0,051)	0,57 (0,002)	0,06 (0,748)
L. Alt Der	0,47 (0,013)	0,57 (0,002)	0,47 (0,013)	0,10 (0,602)
L. Alt Izq	0,57 (0,002)	0,53 (0,004)	0,53 (0,005)	-0,04 (0,843)
L. Inhibición	-0,29 (0,137)	-0,11 (0,553)	-0,23 (0,234)	0,08 (0,677)

Nota. Clave: Clave de Números (WAIS-IV), COWAT-FAS: Fluidez Fonética del COWAT, COWAT-Animales: Fluidez Semántica del COWAT, L. Coord.: Coordinación Recíproca de Luria, L. Alt Der: Alternancia Motora Derecha de Luria, L. Alt Izq: Alternancia Motora Izquierda de Luria, L. Inhibición: Inhibición de Luria, Sec. Mot. Man.: Secuencias Motoras Manuales de NEPSY-II y DEX.

Clave de Números se correlaciona con las pruebas de Luria; coordinación recíproca ($r=0,57$, $p<0,05$), alternancia motora derecha ($r=0,47$, $p<0,05$) e izquierda ($r=0,05$, $p<0,57$), y con secuencias motoras manuales de NEPSY-II ($r=0,63$, $p<0,05$), siendo esta una correlación alta. La fluidez semántica correlacionó positivamente con coordinación recíproca ($r=0,57$, $p<0,05$), alternancia motora derecha ($r=0,47$, $p<0,05$) e izquierda ($r=0,53$, $p<0,05$), y con secuencias motoras manuales ($r=0,42$, $p<0,05$). Mientras que fluidez fonética, sólo correlaciona, de forma alta y positiva, con alternancia motora, tanto derecha ($r=0,57$, $p<0,05$) como izquierda ($r=0,53$, $p<0,05$). Por último, ni el DEX, ni el apartado de inhibición de Luria se correlacionan significativamente con otras pruebas. Aunque el valor de la correlación es despreciable, es interesante atender a la dirección de esta, siendo negativa para el DEX con la prueba de secuencias motoras manuales y la prueba de alternancia motora izquierda de Luria. En la misma dirección se encuentran las relaciones de la prueba de inhibición de Luria con las pruebas de Clave de Números, COWAT fonético y semántico.

Por último, se realizaron los análisis de correlaciones entre las dos pruebas de funciones premotoras; secuencias manuales de Luria y secuencias motoras manuales de NEPSY-II, presentados en la Tabla 4.

Tabla 4

Correlación de Pearson entre secuencias motoras manuales de NEPSY-II y Secuencias Manuales de Luria

	L. Coord	L. Alt Der	L. Alt Izq	L. Inhibición
Sec. Mot. Man.	0,56 (0,003)	0,29 (0,132)	0,31 (0,110)	-0,18 (0,353)

Nota. L. Coord: Coordinación Recíproca de Luria, L. Alt Der: Alternancia Motora Derecha de Luria, L. Alt Izq: Alternancia Motora Izquierda de Luria, L. Inhibición: Inhibición de Luria y Sec. Mot. Man.: Secuencias Motoras Manuales de NEPSY-II

El único apartado de la prueba de funciones premotoras de Luria que correlacionó de manera significativa con secuencias motoras manuales de NEPSY-II es la de coordinación recíproca ($r=0,56$, $p<0,05$). Aunque no resultó significativo, la alternancia motora derecha ($r=0,29$, $p>0,05$) e izquierda ($r=0,31$, $p>0,05$) presentan una correlación positiva. Se observó una correlación negativa entre secuencias motoras manuales e inhibición de Luria, pero no estadísticamente significativa ($r=-0,18$, $p>0,05$).

Discusión

El primer objetivo de este trabajo fue conocer el rendimiento en las pruebas según la edad: comparando el rendimiento en funciones premotoras y ejecutivas en dos grupos: jóvenes y adultos. Los resultados para las pruebas que evalúan velocidad de procesamiento y procesos de atención, muestran diferencias entre los grupos. Se ha observado que el enlentecimiento general de las funciones cognitivas y motoras está relacionado con el envejecimiento. Esta desaceleración puede afectar negativamente al rendimiento en muchas pruebas neuropsicológicas diseñadas para medir otros dominios cognitivos (p. ej., fluidez verbal) (Harada, Love y Triebel, 2019). Como observa Murman (2015), los cambios más importantes, en los procesos cognitivos en el envejecimiento no patológico, son aquellos que

implican respuestas rápidas, como las tareas que evalúan velocidad de procesamiento, memoria de trabajo y función cognitiva ejecutiva. Este enlentecimiento es perjudicial y lleva a un peor rendimiento para el grupo de mayor edad en aquellas pruebas que conlleven un límite de tiempo (Murman, 2015). Los cambios que implican una velocidad de procesamiento menor están asociados a una disminución en la corteza frontal, especialmente, la corteza cingulada dorsal, que muestra una reducción cortical con la edad (Eckert et al., 2023). Como se mencionó anteriormente, en estas pruebas, también están implicados procesos atencionales complejos, como la atención sostenida y selectiva. El rendimiento en tareas de atención compleja disminuye con la edad. Esto es debido a que el Locus Coeruleus (LC) está estrechamente relacionado con la atención selectiva y, al igual que en la velocidad de procesamiento, con la edad, la capacidad del LC disminuye (Aston-Jones, Rajkowski y Cohen, 2000). Por tanto, este peor rendimiento por parte de los adultos podría explicarse por la velocidad de procesamiento y la atención, y en menor medida por la capacidad visoperceptiva que se ha observado que, en el envejecimiento no patológico, no influye en la copia de figuras simples (Murman, 2015). Mientras que en la prueba COWAT semántico, a pesar de que en los adultos la categoría fonética es más difícil que la semántica (Mitrushina, Boone y D'Elia, 1999), la fluidez verbal disminuye con la edad (Fama et al., 1998), hecho que concuerda con los resultados ya presentados, donde los jóvenes tuvieron un mejor desempeño en fluidez semántica.

En el caso de las funciones premotoras, se obtuvieron resultados significativos entre grupos en las pruebas de coordinación recíproca, alternancia motora izquierda y derecha y en la prueba de secuencias motoras manuales, con un mayor rendimiento del grupo de jóvenes. Esto concuerda con los resultados generales en estudios sobre envejecimiento no patológico y acciones motoras, ya que la capacidad de movimientos motores voluntarios en respuesta a estímulos externos se ve perjudicada progresivamente con la edad (Hehl et al., 2024). Además, se ha evidenciado que aquellas situaciones donde se requiera de estas habilidades, rápida ejecución y funciones ejecutivas (como la organización y la inhibición conductual) son vulnerables a los efectos de la edad (Harada, Love y Triebel, 2019). El proceso de coordinación bimanual para realizar correctamente la actividad se ve deteriorado con la edad. Como demuestran Van Hoornweder et al. (2022), donde los resultados de su estudio revelaron que el rendimiento de coordinación bimanual se ve afectado por la variable edad, en el que los adultos mayores manifestaron un peor rendimiento frente a los adultos jóvenes

(Van Hoornweder et al., 2022). Esta diferencia entre grupos ha sido demostrado por investigaciones conductuales, ya que los adultos presentan una mayor dificultad para realizar las actividades, como también demuestran los datos obtenidos en esta investigación. Una de las causas, mayormente aceptada, de este deterioro de los procesos de coordinación bimanual, es la sobreactivación de la corteza motora en adultos en comparación con la población joven. Los resultados de Daselaar et al. (2003) comprobaron esta hipótesis, demostrando que incluso en tareas de coordinación motora donde el rendimiento entre grupo de jóvenes y adultos era similar, los adultos seguían mostrando una mayor activación neuronal en regiones motoras, sensoriales y cognitivas. Esta sobreactivación lo que indica es una forma de compensación neuronal (Daselaar et al., 2003). Para la capacidad de alternancia motora, tanto izquierda como derecha, se ha revelado que la causa del rendimiento menor del grupo de adultos es debido a la dificultad, que se obtiene con el envejecimiento no patológico, al tener problemas para inhibir los movimientos automáticos pero incorrectos de la mano. Investigaciones anteriores han demostrado que el desempeño de la tarea Puño-Canto-Palma se basa en procesos inhibidores lateralizados hacia la derecha (Varkovetski et al., 2020).

Por último, también se obtuvieron resultados significativos entre grupos en los síntomas disejecutivos. En este caso, los jóvenes mostraron mayores síntomas frente a los adultos. En la literatura, se observa que las funciones ejecutivas disminuyen con la edad, es decir, todas aquellas tareas que impliquen situaciones novedosas, resolver problemas e inhibir conductas, hacen que el rendimiento empeore con el envejecimiento no patológico (Murman, 2015). Del mismo modo, se ven afectados procesos de flexibilidad cognitiva, abstracción y formación de conceptos (Harada, Love y Triebel, 2019). Los resultados del presente estudio son contradictorios con lo que se observa en la mayoría de las investigaciones respecto a los síntomas disejecutivos y la edad. Sin embargo, otras investigaciones como la de Chan (2001), realizada en adultos jóvenes con media de edad de 34 años, demostró que, aunque la mayoría de la muestra presentaba leves conductas disejecutivas en su vida cotidiana, un porcentaje de esta presentó una frecuencia relativamente alta de síntomas disejecutivos, al igual que el grupo de jóvenes de nuestro estudio. Concluyeron que la disfunción cognitiva no se observa solo en tareas novedosas, sino también en las tareas rutinarias y cotidianas (Chan, 2001).

El segundo objetivo, se dividió en dos partes: la primera; ver si las funciones premotoras están relacionadas con las funciones ejecutivas, la segunda; ver si las pruebas de funciones premotoras están relacionadas entre sí y miden la misma función. Los resultados

muestran como la fluidez verbal semántica, velocidad de procesamiento y funciones atencionales manifiestan una correlación significativa con las funciones premotoras, excepto con la regulación de la respuesta motora. Por ello, la correlación de Clave de Números con las funciones premotoras se puede deber a la coordinación motora que ambas requieren (Groth-Marnat, 2009; Lezak et. al., 2004). Además, se ha observado en personas con agrafia, que lesiones en el área motora suplementaria van a provocar déficits en la iniciación y programación de movimientos de la mano (Jonas, 1987; Vuilleumier, 2001). En el caso de fluidez verbal semántica, se puede deber a la relación entre las funciones lingüísticas y la corteza premotora, ya que un estudio realizado con resonancia magnética funcional (fMRI) y lesiones cerebrales, demostró como las funciones lingüísticas están representadas en la corteza premotora (Chang, et al, 2023). Las conclusiones de esta investigación (Chang, et al, 2023), demuestran como la corteza premotora tiene un papel fundamental en las habilidades lingüísticas, debido a que los participantes con daño cerebral en dicha corteza tenían afectadas las funciones lingüísticas (comprensión verbal). Esto podría explicar la correlación significativa entre la fluidez verbal y funciones premotoras. Con relación a las funciones ejecutivas, los resultados no muestran una relación significativa entre estas y las funciones premotoras, siendo esto contrario a lo esperado en la bibliografía. En investigaciones realizadas con pacientes apráxicos, se ha descubierto una relación entre la integración motora y las funciones ejecutivas para aprender secuencias motoras complejas (Lezak et al., 2004). Es por tanto, que los síntomas disejecutivos tienen un impacto directo en tareas cognitivas, ya que influyen en las estrategias utilizadas para la planificación y el seguimiento del desempeño, así como en la inhibición de respuestas automáticas no pertinentes o incorrectas para la prueba y el aprendizaje de nuevos estímulos (Lezak et al., 2004).

Con respecto a la segunda parte del objetivo, confirmar la validez convergente de ambas pruebas premotoras, es decir, si evalúan la misma función. Los resultados confirman que ambas pruebas miden lo mismo, pero solo en el caso de coordinación recíproca de Luria y secuencias motoras manuales. Ni alternancia motora derecha e izquierda ni inhibición se correlacionan con esta última prueba. Una hipótesis posible con respecto a los resultados es que en la prueba de NEPSY-II no existen categorías entre los distintos ejercicios, mientras que la prueba de funciones premotoras de Luria si se divide en apartados. Otra hipótesis, es que la prueba de funciones premotoras de Luria se mide contando el mayor número posible de ejecuciones en un tiempo determinado, mientras que en secuencias motoras manuales es

mediante 5 intentos. Por tanto, las funciones premotoras de Luria facilitan la realización de más ensayos de la conducta, implicando también un mayor número de errores. Malloy, Webster y Russell (1985) descubrieron que, a la hora de realizar la prueba de alternancia motora de Luria, más de dos tercios de los errores ocurrieron en los últimos ensayos, ya que en los primeros sets las respuestas se mantienen de forma correcta, mientras que en los últimos se confunden o caen en un patrón perseverativo (Lezak et al., 2004). Es por ello, que los participantes podrían obtener una mejor puntuación en la prueba perteneciente a NEPSY-II debido al menor número de intentos y explicaría los resultados no significativos entre esta prueba y alternancia motora izquierda y derecha de Luria.

Este trabajo presenta algunas limitaciones. Se contó con un reducido tamaño muestral, por lo que estos datos no son representativos de la población general y es posible que por ello algunos resultados hayan sido contradictorios. Aumentando el tamaño muestral, se podría obtener un resultado final estadísticamente significativo, más preciso y con un intervalo de confianza poblacional más estrecho. Secuencias motoras manuales está diseñada para una población de 5 a 12 años, por lo que al aplicarlo a una población adulta los datos obtenidos pueden carecer de certeza. Durante el proceso de captación de la muestra se pudo dar el sesgo de deseabilidad social debido a que los participantes mantenían vínculos con las investigadoras, por tanto, puede verse afectada la fiabilidad de los datos. Del mismo modo, la recogida de datos no fue homogénea, ni en temporalidad ni en espacio. Como perspectivas futuras sería interesante analizar la falta de relación de la tarea de inhibición de Luria con las demás pruebas usadas en el presente estudio. Por otro lado, los resultados podrían estar condicionados al diseño de la prueba de NEPSY-II. Se sugiere que, al existir partes de la prueba similares a la alternancia motora de Luria, se analicen de manera separada para observar si los resultados serán significativos.

Conclusiones

En cuanto al primer objetivo, los resultados han sido los esperados, ya que se observó un mejor rendimiento en el grupo de jóvenes en funciones atencionales, velocidad de procesamiento, fluidez verbal semántica y funciones premotoras (coordinación recíproca y alternancia motora), mientras que los adultos presentan menos síntomas disejecutivos. En cuanto al segundo objetivo y en relación con las investigaciones consultadas, sólo se puede

afirmar que existe validez convergente entre la prueba de Luria de coordinación recíproca y secuencias motoras manuales de NEPSY-II.

Bibliografía

- Abe, M. y Hanakawa, T. (2009). Acoplamiento funcional subyacente a las funciones motoras y cognitivas de la corteza premotora dorsal. *Investigación conductual del cerebro*, 198 (1), 13-23.
- Aston-Jones, G., Rajkowski, J., & Cohen, J. (2000). Locus coeruleus and regulation of behavioral flexibility and attention. *Progress in brain research*, 126, 165-182.
- Chan, R. C. (2001). Dysexecutive symptoms among a non-clinical sample: A study with the use of the Dysexecutive Questionnaire. *British Journal of Psychology*, 92(3), 551-565.
- Chang, W., Wang, L., Yang, R., Wang, X., Gao, Z., & Zhou, X. (2023). Representing linguistic communicative functions in the premotor cortex. *Cerebral Cortex*, 33(9), 5671-5689.
- Daselaar, S. M., Rombouts, S. A., Veltman, D. J., Raaijmakers, J. G., & Jonker, C. (2003). Similar network activated by young and old adults during the acquisition of a motor sequence. *Neurobiology of aging*, 24(7), 1013-1019.
- Eckert, M. A., Iuricich, F., Harris, K. C., Hamlett, E. D., Vazey, E. M., & Aston-Jones, G. (2023). Locus coeruleus and dorsal cingulate morphology contributions to slowed processing speed. *Neuropsychologia*, 179, 108449.
- Fama, R., Sullivan, E. V., Shear, P. K., Cahn-Weiner, D. A., Yesavage, J. A., Tinklenberg, J. R., & Pfefferbaum, A. (1998). Fluency performance patterns in Alzheimer's disease and Parkinson's disease. *The Clinical Neuropsychologist*, 12(4), 487-499.
- Fjell, AM y Walhovd, KB (2010). Cambios estructurales del cerebro en el envejecimiento: cursos, causas y consecuencias cognitivas. *Reseñas en Neurociencias*, 21(3), 187-222.
- Galbally, M., Watson, S. J., Spigset, O., Boyce, P., Oberlander, T. F., & Lewis, A. J. (2021). Antidepressant exposure in pregnancy and child sensorimotor and visuospatial development. *Journal of psychiatric research*, 143, 485-491.
- Groth-Marnat, G. (2003). *Handbook of psychological assessment*. John Wiley & Sons.
- Harada, C. N., Love, M. C. N., & Triebel, K. L. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in geriatric medicine*, 29(4), 737-752.
- Hehl, M., Van Malderen, S., Geraerts, M., Meesen, R. L., Rothwell, J. C., Swinnen, S. P., & Cuyper, K. (2024). Probing intrahemispheric interactions with a novel dual-site TMS setup. *Clinical Neurophysiology*, 158, 180-195.

- Joy, S., Kaplan, E., & Fein, D. (2004). Speed and memory in the WAIS-III Digit Symbol--Coding subtest across the adult lifespan. *Archives of clinical neuropsychology : the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 19(6), 759–767.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2007). *NEPSY - Second Edition (NEPSY - II)*
- Lázaro, J., & Solís, F. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 47-58.
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International journal of Psychology*, 17(1-4), 281-297.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J., & Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological Assessment 4th edition* Oxford University Press. *New York*.
- Luria, A. R., & Homskeya, E. D. (1962). An objective study of ocular movements and their control. *Psychologische Beiträge*, 6(3/4), 598-606.
- Luria, A.R. (1966). Higher cortical functions in man. *Basic Books*.
- Malloy, P. F., Webster, J. S., & Russell, W. (1985). Tests of Luria's frontal lobe syndromes. *International Journal of Clinical Neuropsychology*.
- Mitrushina, M., Boone, K. B., Razani, J., & D'Elia, L. F. (2005). *Handbook of normative data for neuropsychological assessment*. Oxford University Press.
- Murman, D. L. (2015). The impact of age on cognition. *Thieme Medical Publishers* 36(3), 111-121.
- Parasuraman, R. (2000). The attentive brain: Issues and prospects. *The attentive brain*, 3-16.
- Pérez, E. J. P., De León, J. M. R. S., Mota, G. R., Luque, M. L., Arroyo, Á. O., Saiz, J. C. B., & García, C. P. (2009). Versión española del Cuestionario Disejecutivo (DEX-Sp): propiedades psicométricas en adictos y población no clínica. *Adicciones*, 21(2), 155-166.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., & Gallese, V. (2002). Motor and cognitive functions of the ventral premotor cortex. *Current opinion in neurobiology*, 12(2), 149–154.
- Schear, JM y Sato, SD (1989). Efectos de la agudeza visual y la velocidad y destreza visomotora en el rendimiento de las pruebas cognitivas. *Archivos de Neuropsicología Clínica*, 4 (1), 25-32.

- The jamovi project (2021). *jamovi*. (Version 1.8) [Computer Software]. Retrieved from <http://www.jamovi.org>.
- Van Hoornweder, S., Blanco-Mora, D. A., Depestele, S., van Dun, K., Cuypers, K., Verstraelen, S., & Meesen, R. (2022). Aging and Complexity Effects on Hemisphere-Dependent Movement-Related Beta Desynchronization during Bimanual Motor Planning and Execution. *Brain Sciences*, *12*(11), 1444.
- Varkovetski, M., Pihkanen, K., Shanker, S., Parris, B. A., & Gurr, B. (2020). What type of inhibition underpins performance on Luria's Fist-Edge-Palm task?. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *42*(6), 544-555.
- Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, *22* (2), 227–235.
- Wechsler, D. (2008). *WAIS-IV Administration and Scoring Manual*. Pearson.
- Wilson, B. A., Evans, J. J., Alderman, N., Burgess, P. W., & Emslie, H. (2004). Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome. In *Methodology of frontal and executive function* (pp. 240-251). Routledge.