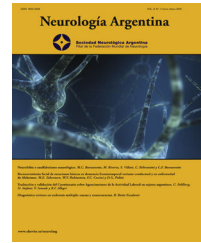




Sociedad Neurológica Argentina
Filial de la Federación Mundial
de Neurología

Neurología Argentina

www.elsevier.es/neurolarg



Artículo original

Funcionamiento ejecutivo por áreas asociado a tipos de lateralidad en universitarios

Stephania Cristiano Bello^a, Leidy Estefanía Monroy Valero^a y Carlos Francisco Rincón^{b,*}

^a Psicóloga egresada UPTC. Docente tiempo completo UPTC. Especialista en evaluación y diagnóstico neuropsicológico, Universidad San Buenaventura. Magister en neuropsicología clínica, Universidad San Buenaventura. PhD. (C) Neurociencias Cognitivas, Universidad Maimónides, Buenos Aires, Argentina

^b Neuropsicólogo clínico. Escuela de Psicología / Grupo de investigación Clínica y Salud, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja/Boyacá, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de mayo de 2019

Aceptado el 14 de agosto de 2019

On-line el 4 de noviembre de 2019

Palabras clave:

Función ejecutiva
Área orbitomedial
Área dorsolateral
Área prefrontal anterior
Lateralidad
Neurociencias

R E S U M E N

Introducción: La presente investigación se enmarca en el estudio de las asimetrías entendidas como las diferencias anatómicas, funcionales y bioquímicas entre los hemisferios cerebrales inmersas en la disciplina de las neurociencias. El funcionamiento ejecutivo es un conjunto de habilidades cognitivas de orden superior que orienta la conducta hacia un fin determinado y contribuye a la adaptación física y social; la lateralidad se conceptualiza como la utilización de una de las partes simétricas del cuerpo ya sea mano, ojo, pie u oído. **Objetivo:** Comparar el funcionamiento ejecutivo por áreas asociado al tipo de lateralidad en un grupo de 106 universitarios, de estratos 1 a 3, con edades entre 18 y 30 años y una media de 21,04 años.

Método: Se partió del paradigma empírico analítico, con un enfoque cuantitativo. El diseño utilizado fue no experimental de tipo descriptivo comparativo y de corte transversal. Se utilizó la Batería Neuropsicológica de las funciones ejecutivas (BANFE-2) y el test de dominancia lateral.

Resultados: Los resultados indican que no se presentaron diferencias significativas, con puntuaciones $p > 0,05$, concluyendo que los tipos de lateralidad no influyen en las áreas de funcionamiento ejecutivo.

Conclusiones: Los tipos de lateralidad no se encuentran relacionados con el desempeño en las áreas del funcionamiento ejecutivo, lo que indicaría que algunos procesos cognitivos son independientes del tipo de lateralidad.

© 2019 Sociedad Neurológica Argentina. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: carlosfrancisco.rincon@uptc.edu.co (C.F. Rincón).

<https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2019.08.004>

1853-0028/© 2019 Sociedad Neurológica Argentina. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Executive functioning by areas associated with the types of laterality in university students

A B S T R A C T

Keywords:

Executive function
Medial orbital area
Lateral back area
Anterior prefrontal area
Laterality
Neurosciences

Introduction: The present investigation is framed in the study of the asymmetries understood as the anatomical, functional and biochemical differences between the cerebral hemispheres immersed in the discipline of the neurosciences. Executive functioning is a set of cognitive abilities of a higher order, which guides the behavior towards a specific goal and contributes to the physical and social adaptation; the laterality is conceptualized as the use of one of the symmetrical parts of the body, whether hand, eye, foot or ear.

Objective: To compare the executive functioning by areas associated with the type of laterality in a group of 106 university students, from strata 1 to 3, with ages between 18 and 30 years and an average of 21.04 years.

Method: The empirical analytical paradigm was used, with a quantitative approach. The design used was non-experimental of a comparative descriptive and cross-sectional type. The Neuropsychological Battery of the executive functions (BANFE-2) and the lateral dominance test were used.

Results: The results indicate that there were no significant differences with scores $P > .05$, concluding that the types of laterality do not influence the areas of executive functioning.

Conclusions: The types of laterality are not related to performance in the areas of executive functioning, which would indicate that some cognitive processes are independent of the type of laterality.

© 2019 Sociedad Neurológica Argentina. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La neuropsicología se concibe como el estudio de la organización cerebral de los procesos cognoscitivo-comportamentales y de sus alteraciones en caso de daño o disfunción cerebral, la cual se basa en dos modalidades. La primera de ellas es la básica, que estudia las relaciones cerebro-conducta en sujetos sanos, intentado dar explicación a la naturaleza de los procesos mentales que están representados en el cerebro; la segunda es la clínica, que se encarga de estudiar la repercusión del daño cerebral sobre el comportamiento¹.

En este sentido, una de las áreas que aportó para su desarrollo como ciencia autónoma son las asimetrías cerebrales, entendidas como las diferencias anatómicas, funcionales y bioquímicas entre los hemisferios cerebrales², relevantes en casi todas las funciones cognitivas como el lenguaje, la capacidad visuoespacial, la atención y la emoción, entre otras, que se manifiestan como una característica específica de la especie humana en cuanto al grado de desarrollo cerebral y neurocognitivo³. Por ende, la primera área que permitió hacer dicha distinción hemisférica fue el lenguaje, donde el 98% de las funciones lingüísticas se manifiestan en el hemisferio izquierdo (HI); en contraste, el hemisferio derecho (HD) se encarga de las habilidades no lingüísticas complejas, del reconocimiento facial y de la distribución espacial de la atención, además de experimentar y expresar las emociones⁴.

Otra manifestación que da cuenta de las asimetrías cerebrales es la lateralidad entendida como la utilización de una de las partes simétricas del cuerpo, ya sea mano, ojo, pie u

oído, según Maganto y Cruz⁵, la cual ha sido sustentada por diversas teorías que intentan explicar su origen. Una de ellas es la ambiental, que plantea tres variantes: la primera es la utilidad conductual caracterizada por el uso de la mano derecha como la más hábil en la mayoría de las tareas, la segunda se da por el refuerzo ambiental que conlleva al uso de la mano derecha, pues el entorno lo favorece, y por último está el accidente ambiental dado por un déficit cerebral causado por un accidente para la dominancia manual izquierda⁶.

De modo similar, Castilla⁷ plantea que diversas culturas han mostrado cierta hostilidad social en contra de los zurdos (sinistromano), ya que el significado de la palabra izquierda denotaba lo malo, lo siniestro, la política de la izquierda, la debilidad, es decir, si se poseía esta distinción se relacionaría con algo negativo; en contraposición, el ser diestro (dextromano) se relacionaba con una característica positiva, puesto que el significado de la palabra derecha se asociaba con la justicia, el bien, la felicidad, la fuerza y la destreza; así, por ejemplo, en China solo el 1% de la población es zurda, y esto se debe a que la cultura considera el uso de la mano izquierda como algo inapropiado, modificando su preferencia manual por la aceptada socialmente⁸.

La dominancia manual podría tener un origen genético, implicado en el establecimiento temprano de lateralidad localizado en el gen PCSK6; también puede manifestarse como resultado de la hormona masculina (testosterona), la cual tiene un papel decisivo sobre la asimetría cerebral, lo que podría llevar a cambios en la preferencia de diestro y zurdo, ya que altas concentraciones de esta actuarían en la lentificación del HI y no sobre el HD, permitiendo que este último obtenga un mayor desarrollo⁹. Otra teoría que fundamenta su

explicación es la anatómica, basada en que la dominancia manual derecha se debe a una mayor maduración y, por ende, a un mayor desarrollo del HI; por lo tanto, esta teoría sustenta que las asimetrías cerebrales presentes en el ser humano favorecen al HI en la dominancia de procesos como el lenguaje⁶.

A pesar de las diversas explicaciones sobre el posible origen de la lateralidad, estas no son suficientes para esclarecerla, pues los datos encontrados en la literatura no contribuyen significativamente, generando controversia y cuestionamientos sobre cómo se da la lateralidad, la cual podría ser resultado del ambiente, de la herencia o incluso de su anatomía, sin ser atribuida a una única causa, puesto que algunos estudios se limitan a apreciarla desde un punto de vista, excluyendo los otros posibles factores que pueden determinar su desarrollo.

Partiendo de los supuestos anteriores, la lateralidad puede manifestarse de diferentes formas. Una de ellas es diestro o zurdo; así, la persona se sirve más del pie derecho que del pie izquierdo, del ojo derecho que del ojo izquierdo. Otra es la cruzada, cuando la mano y el ojo o el ojo predominantes no están en el mismo lado del cuerpo. También puede presentarse mixta o incompleta, cuando la preferencia se manifiesta por uno de los dos lados, pero esta no es constante. Además, se es ambidextro cuando la dominancia se presenta de forma completa o casi completa en la utilización de las manos, existiendo una igualdad. Finalmente, la invertida hace referencia a que el individuo prefería anteriormente la otra mano, es decir, la persona tiene un empleo preferencial de la mano derecha y anteriormente era zurdo, o viceversa¹⁰.

Por consiguiente, en la infancia empieza a aparecer una preferencia lateral completa hacia los 8 años; se encuentra una estadística porcentual de 64 diestros puros, 32 ambidextros y solo 4 zurdos puros¹¹. En cuanto a las etapas posteriores, se menciona que el 90% de la población dice ser diestra, pero solo un 65% lo es; el porcentaje restante son personas zurdas que han tenido que adaptarse a las necesidades del ambiente, es decir, que las cifras porcentuales disminuyen para los tipos de lateralidad distintas a la diestra, lo cual puede deberse principalmente a factores de tipo ambiental. Por esta razón es importante tener en cuenta la creación de utensilios para personas zurdas; por ejemplo, en la conducción de vehículos los zurdos tienen mayor probabilidad de tener un accidente de tráfico, debido a que la ubicación de los objetos está en el lado contrario a su preferencia.

La lateralidad se ha relacionado con diversos procesos cognitivos, como el lenguaje. Broca¹² consideraba al HD dominante para el lenguaje en los sujetos zurdos; sin embargo, diversos estudios han mostrado que en el 60% de los zurdos se presenta en el HI, y en el HD en el 40% restante; la mitad tienen dominancia mixta y la otra mitad poseen dominancia del HD. Esto contribuye a explicar por qué los zurdos desarrollan una afasia después de una lesión en el HI, como también que en los sujetos que tienen dominancia mixta su pronóstico es mejor¹³.

Por consiguiente, cuando ocurre una lesión se ha encontrado que la lateralidad cumple un papel fundamental en los trastornos afásicos. Al respecto, Hécaen y Ajuriaguerra (1964)¹⁴ constatan, mediante la observación de casos clínicos, que es más frecuente y menos severa en individuos que utilizan la mano izquierda, en comparación con los diestros; esto

se explica porque el lenguaje se encuentra representado en una región más extensa (bilateralmente), es decir, la lesión afectará esta área con mayor facilidad, pero la probabilidad de que se inactive completamente es menor¹⁴.

Otro proceso que se ha relacionado con la lateralidad son los trastornos del aprendizaje, en donde los niños que presentan una lateralidad mal definida tienen dificultades en la adquisición de la lectura y la escritura, torpeza motriz y dificultades generales en el proceso de aprendizaje básico en la etapa de educación primaria¹⁵. De acuerdo con lo anterior, hay una alta prevalencia de zurdera en niños con trastorno en el aprendizaje de la lectoescritura, y la existencia frecuente de una lateralidad mixta supuso que el trastorno se debía a la falta de una adecuada dominancia cerebral para el lenguaje¹⁶.

De ahí que, cuando no se respeta la lateralidad del niño —es decir, cuando se reeduca al niño zurdo— comienzan las dificultades, convirtiéndolo en un zurdo contrariado, lo que podría conllevar a la presencia de dislexias, digrafías, discalculia, disortografía y trastorno del lenguaje, entre otros, evidentes en los primeros años del periodo escolar. Por el contrario, cuando se respeta su lateralidad el niño diestro puro o zurdo definido no tendrá ninguna dificultad¹⁷.

Otra variable de amplio estudio en la neuropsicología han sido las funciones ejecutivas, definidas como las capacidades cognitivas de orden superior que ayudan a las personas a orientarse hacia el futuro, tener autocontrol y orientar el comportamiento hacia una meta, consolidándose como una función única que diferencia al ser humano de las demás especies. Se distingue por el desarrollo de la corteza prefrontal, que cumple funciones cognitivas como: organización, planeación, control y regulación de comportamientos dirigidos a un fin¹⁸. La función ejecutiva es una característica única del ser humano que le permite anticipar, organizar, prospectar y tomar decisiones.

Dicha función reguladora está asociada a tres zonas específicas que cumplen funciones cognitivas distintas. La primera es la corteza dorsolateral, que está implicada con la memoria de trabajo, la organización temporal del comportamiento, el razonamiento, la formación de conceptos y la generación de acciones voluntarias. En segunda medida está la corteza orbitomedial, encargada de la regulación de la conducta, de la formación de expectativas, de la toma de decisiones, de la estimación de recompensas y castigos. Por último está la corteza frontomedial, que cumple funciones como: inhibición, solución de problemas, regulación atencional, selección de objetivos y control de los procesos emocionales¹⁹.

Aun cuando la lateralidad y la función ejecutiva son fundamentales para el desarrollo del ser humano, su estudio ha sido de gran controversia, debido a que los datos obtenidos en las investigaciones no son consistentes y suficientes para comprender su origen y su relación con otras funciones cerebrales, motivo por el cual diversos estudios han centrado su interés en los aspectos generales sin indagar las características específicas de estas variables. Por ende, este estudio pretende analizar el desempeño del funcionamiento ejecutivo de las áreas dorsolateral, ventromedial y orbitofrontal con los diferentes grupos según el tipo de lateralidad en estudiantes universitarios.

Metodología

Esta investigación parte del paradigma empírico-analítico debido a que proporciona una visión objetiva, tangible y externa al investigador; se centrará en fenómenos observables en un contexto natural en donde no se manipularán las variables a investigar, con un enfoque cuantitativo, ya que utiliza la recolección de datos, basado en una medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento. Al ser de tipo descriptivo-comparativo permite conocer la relación o el grado de asociación entre dos variables útiles para saber el posible comportamiento de estas. Es de corte transversal, ya que los datos se recopilaron una sola vez en un momento determinado²⁰.

Participantes

En la presente investigación la población estuvo conformada por 700 universitarios. La muestra se obtuvo por medio de un muestreo no probabilístico por conveniencia a través del programa estadístico Decisión Analyst Stast 2.0, y se conformó por 106 estudiantes universitarios, con edades comprendidas entre 18 a 30 años en estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. Se establecieron como criterios de inclusión que los participantes tuvieran la mayoría de edad y que aceptaran participar en la investigación voluntariamente, y como criterios de exclusión se tuvieron en cuenta las personas que se encontraran en algún tratamiento psicológico, psiquiátrico o neurológico que dificultara la aplicación de los instrumentos, o la decisión de no participar de forma voluntaria en ella.

Instrumentos

Ficha sociodemográfica. Está compuesta por los siguientes datos: nombre, edad, sexo, estrato, semestre, promedio y antecedentes familiares de lateralidad.

Batería neuropsicológica de funciones ejecutivas y lóbulos frontales (BANFE-2). Agrupa un número importante de pruebas neuropsicológicas de alta confiabilidad y validez para la evaluación de los procesos cognitivos que dependen principalmente de la corteza prefrontal. Su rango de aplicación es de los 6 a los 80 años y evalúa 15 procesos: Stroop (control inhibitorio); Prueba de cartas «Iowa» (procesamiento riesgo-beneficio); Laberintos (seguimiento de reglas); Señalamiento autodirigido (memoria de trabajo visuoespacial autodirigida); Memoria de trabajo visuoespacial secuencial; Memoria de trabajo verbal, ordenamiento; Prueba de clasificación de cartas (flexibilidad mental); Laberintos (planeación visuoespacial); Torre de Hanoi (planeación secuencial); Resta consecutiva (secuenciación inversa); Generación de verbos (fluidez verbal); Pruebas que evalúan funciones que dependen principalmente de la CPFA; Generación de clasificaciones semánticas (productividad); Comprensión y selección de refranes (comprensión del sentido figurado); Curva de metamemoria (control, juicio y monitoreo metacognitivo), las cuales están integradas en las tres áreas del funcionamiento ejecutivo: corteza orbitomedial, corteza dorsolateral y corteza prefrontal anterior²¹.

Esta batería permite obtener un índice global de desempeño, así como un índice del funcionamiento

de las tres áreas prefrontales evaluadas: corteza orbitomedial, corteza dorsolateral y corteza prefrontal anterior; en cuanto a las puntuaciones normalizadas, tienen una media de 100 y una desviación estándar de 15; la interpretación de la puntuación total y de cada una de las áreas permite clasificar la ejecución de una persona de la siguiente manera: normal alto (116 en adelante), normal (85-115), alteraciones leves y moderadas (70-84) y alteraciones severas (menos de 69). Presenta datos normativos según la edad de 6 a 80 años y con diferentes rangos de escolaridad.

Test de dominancia lateral. El objetivo del test de Harris es determinar la dominancia lateral, o preferencia de un lado del cuerpo sobre el otro, con el fin de determinar algún tipo de lateralidad: diestro, zurdo, cruzado, incompleto, ambidextro y zurdo contrariado. Es una prueba de aplicación individual, a partir de los 6 años, con un promedio de aplicación entre 10 y 15 min. Este evalúa la dominancia lateral de mano, ojo y pie. En cuanto a dominancia manual, se incluyen los test de preferencia manual (escritura simultánea, test de escritura, test de punteado, test de reparto de cartas, test de fuerza de la mano) y de dominancia ocular, que contiene: test monoculares (caleidoscopio, telescopio, fusil) y test binoculares (conos)¹⁰.

Procedimiento

Fase 1: Anteproyecto. Búsqueda de información para el sustento teórico y empírico que sustenten la investigación; posteriormente se presentó el anteproyecto con el fin de que los jueces realicen revisión de este para obtener el aval.

Fase 2: Búsqueda de la muestra. Se contactó a la población objeto de estudio, luego se realizó un muestro aleatorio simple por conveniencia, se identificó la muestra que cumplía con los criterios de inclusión, y posteriormente se procedió a diligenciar el consentimiento informado explicando la naturaleza del estudio y su finalidad.

Fase 3: Entrenamiento. Se realizó el entrenamiento en la aplicación y el manejo de los protocolos de los instrumentos del estudio con el fin de obtener la destreza necesaria para su aplicación.

Fase 4: Aplicación y análisis de resultados. En esta fase se realizó la aplicación de los respectivos instrumentos, y a partir de los datos arrojados por cada una de las pruebas se introdujeron en el programa SPSS y se generaron los diferentes estadísticos como ANOVA, HSD Tukey y chi cuadrado para obtener las puntuaciones respectivas.

Fase 5: Discusión. A partir de los resultados encontrados se procedió a la comparación con las bases teóricas y empíricas con la finalidad de generar una explicación científica de los datos obtenidos.

Consideraciones éticas

El estudio tiene en cuenta los lineamientos de la Asociación Americana de Psicología, específicamente en los principios éticos tales como justicia, beneficencia, no maleficencia, integridad y autonomía, con el fin de velar por los derechos de las personas; otro lineamiento a tener en cuenta es el Manual Deontológico y Bioético del Psicólogo y la Ley 1090 de 2006, la cual reglamenta el ejercicio de la profesión de Psicología; el artículo 2 numeral 6 menciona el principio general del

bienestar del usuario afirmando que el psicólogo protegerá el bienestar de las personas o grupos respetando su libertad a hacer parte de la investigación. También se referencia el apartado de investigación con participantes humanos, el cual afirma que la decisión de realizar una investigación yace sobre el juicio que concibe cada psicólogo sobre la forma en que contribuye mejor al desarrollo de la disciplina y el aporte a la sociedad.

De igual forma se tendrá en cuenta el artículo 36, el cual se refiere a los deberes del psicólogo con las personas objeto de su ejercicio profesional; también se incluyen los artículos 45, 47 y 48, que explican el uso apropiado del material psicotécnico utilizado en las investigaciones. Asimismo, se considerará la resolución 8430 de 1993 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, concretamente en lo relacionado al capítulo 1 del título II, artículos 5, 6, 8, 10, 11, 14, 15 y 16, los cuales plantean el respeto por la dignidad del participante y la protección de sus derechos y bienestar, como también que la investigación representa un riesgo mínimo.

Resultados

Análisis descriptivos

Se utilizó el programa estadístico SPSS v.22 para el análisis descriptivo, determinando las medidas de tendencia central y dispersión; luego, para determinar la distribución de los datos se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, donde se encontró que los resultados seguían un comportamiento normal, por lo que se utilizaron estadísticos paramétricos para el análisis, considerando significativos los valores con $p < 0,05$ con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad máxima de error del 5%.

A continuación se describen los resultados obtenidos en una muestra de estudiantes universitarios.

Como se observa en la [tabla 1](#), en el estudio participaron 106 estudiantes universitarios, de entre 18 y 30 años y con una media de edad de 21,04, representada por 42,5% de sexo

masculino y 57,5% de sexo femenino. El mayor número de participantes se encontraba cursando décimo semestre, con un 16,0%, y el menor, quinto semestre, con un 4,7%. Según el estrato socioeconómico, el 2,8% es de estrato 1, el 57,6% estrato 2 y el 39,6% estrato 3. Con respecto al promedio acumulado, osciló entre 3,1 y 4,4, con una media de 3,89.

La [tabla 2](#) muestra los datos descriptivos de la variable lateralidad de la muestra. Se destaca que el 45,3% son diestros, el 13,2% zurdos, el 21,7% cruzados y el 19,0% mixtos. En cuanto a los antecedentes familiares, se encontró que el 50% de los diestros manifiestan uno o más antecedentes; los zurdos reportan el 78,56%, los cruzados el 34,76% y los mixtos el 66,65%, lo que indica que hay una posible tendencia genética de la lateralidad, debido a que hubo un porcentaje mayor de las personas que declararon tener uno o más antecedentes.

La [tabla 3](#) muestra los datos descriptivos derivados del estadístico ANOVA de un factor para el análisis de varianza. Se puede destacar que, en la comparación de medias entre grupos de lateralidad, no se presentan diferencias estadísticamente significativas en el funcionamiento ejecutivo, debido a que las puntuaciones obtenidas son mayores a 0,05. Sin embargo, las medias que obtuvieron mayor puntuación según las áreas que componen la función ejecutiva y los tipos de lateralidad fueron: mixtos en prefrontal anterior ($M = 100,90$); zurdos en orbitofrontal ($M = 96,64$); diestros en dorsolateral ($M = 89,48$) y mixtos en el total de las funciones ejecutivas ($M = 88,90$), lo que indica que los estudiantes están dentro de la normalidad. La desviación estándar fue de 12,49, es decir, que hay una variabilidad en las puntuaciones de funcionamiento ejecutivo y lateralidad en la muestra de estudiantes.

Para analizar los datos obtenidos de funcionamiento ejecutivo y lateralidad se utilizó el estadístico HSD Tukey ([tabla 4](#)) con el fin de identificar si existían diferencias significativas entre los grupos de muestras independientes entre sí y compararlas respectivamente. Lo cual mostró que al comparar los grupos el nivel de significancia fue mayor a 0,05, lo que indica que la lateralidad no influye en el funcionamiento ejecutivo.

En la [tabla 5](#) se evidencian los rendimientos en términos del funcionamiento ejecutivo por grupo de lateralidad, los cuales

Tabla 1 – Datos sociodemográficos

Edad		Sexo		Semestre		Estrato		Promedio acumulado						
F	%	F	%	F	%	F	%	F	%					
18	16	15,1	F	61	57,5	2	16	15,1	1	3	2,8	3,1	1	0,9
19	16	15,1	M	45	42,5	3	11	10,4	2	61	57,6	3,4	3	2,8
20	18	17,0				4	13	12,3	3	42	39,6	3,5	6	5,7
21	17	16,0				5	5	4,7				3,6	7	6,6
22	18	17,0				6	10	9,4				3,7	13	12,3
23	5	4,7				7	10	9,4				3,8	13	12,3
24	4	3,8				8	8	7,5				3,9	17	16,0
25	6	5,7				9	16	15,1				4,0	16	15,1
26	2	1,9				10	17	16,0				4,1	14	13,2
27	2	1,9										4,2	9	8,5
28	1	0,9										4,3	6	5,7
30	1	0,9										4,4	1	0,9
T	106	100%		106	100%		106	100%		106	100%		106	100%

F: frecuencia; T: total.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2 – Descriptivos de lateralidad

	Lateralidad		Antecedentes familiares de lateralidad											
	Total		0		1		2		3		4		5 o +	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Diestro	48	45,3	24	50	16	33,33	6	12,5	2	4,16	0	0	0	0
Zurdo	14	13,2	3	21,4	4	28,57	5	35,71	0	0	1	7,14	1	7,14
Cruzada	23	21,7	15	65,21	4	17,39	1	4,34	1	4,34	2	8,69	0	0
Mixta	21	19,0	7	33,33	5	23,80	7	33,33	2	9,52	0	0	0	0
T	106	100	49	46,2	29	27,4	19	17,9	5	4,7	3	2,8	1	0,9

F: frecuencia; T: total; 0: cero antecedentes; 1: un antecedente; 2: dos antecedentes; 3: tres antecedentes; 4: cuatro antecedentes; 5 o +: cinco o más antecedentes.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3 – Descriptivos de ANOVA de un factor por áreas de funcionamiento ejecutivo y tipos de lateralidad

	Diestro		Zurdo		Cruzado		Mixto		Total		F	gl	Sig.
	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE			
TO	88,17	18,733	96,64	23,167	88,22	21,356	93,38	16,406	90,33	19,510	0,945	3	0,422
TP	93,85	10,871	92,71	10,709	98,91	13,694	100,90	12,593	96,20	12,115	2,533	3	0,061
TD	89,48	12,299	83,64	10,471	88,65	14,699	87,38	13,944	88,11	12,934	0,767	3	0,515
TFE	88,21	11,404	85,29	10,484	87,96	14,754	88,90	14,035	87,91	12,494	0,254	3	0,858

DE: desviación estándar; M: media; TD: total dorsolateral; TFE: total función ejecutiva; TO: total orbitofrontal; TP: total prefrontal anterior.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4 – Comparaciones múltiples HSD Tukey. Total funciones ejecutivas

		Error estándar	Sig
Diestro	Zurdo	3,836	0,871
	Cruzada	3,203	1,000
	Mixta	3,304	0,997
Zurdo	Diestro	3,836	0,871
	Cruzada	4,281	0,924
	Mixta	4,358	0,840
Cruzada	Diestro	3,203	1,000
	Zurdo	4,281	0,924
	Mixta	3,812	0,995
Mixta	Diestro	3,304	0,997
	Zurdo	4,358	0,840
	Cruzada	3,812	0,995

Intervalo de confianza del 95%.

Fuente: elaboración propia.

se codificaron entre normal (siendo las puntuaciones mayores a 85, cuyos rangos son: normal y normal alto) y anormal (siendo las puntuaciones menores a 85, cuyos rangos son: alteración leve o moderada y alteración severa), destacando que los grupos a nivel general obtuvieron un mayor desempeño en el área prefrontal anterior, con el 88%; los zurdos obtuvieron los mayores puntajes en las áreas prefrontal anterior y dorso-lateral, con el 93 y el 73%, respectivamente; por otra parte, el grupo de mixtos sobresalieron en el área orbitofrontal y total de funciones ejecutivas, con el 76 y el 71%; esto indica que en un porcentaje mayor de la muestra su desempeño es normal. Sin embargo, no hay diferencias significativas del funcionamiento ejecutivo en los grupos evaluados.

Discusión

La función ejecutiva y la lateralidad han estado presentes en la vida del ser humano, siendo de vital importancia en su adaptación; la primera comprendida como un conjunto de habilidades cognitivas, motivacionales y emocionales que mantiene una jerarquía funcional, dirigida a coordinar procesos como resolución de problemas, planificación y seguimiento a múltiples tareas a la vez, mediada por las estructuras de los lóbulos frontales, específicamente la corteza prefrontal^{22,23}, y la segunda conceptualizada como el predominio de un lado del cuerpo sobre el otro, no solo alusivo a la mano, sino también a la extremidad inferior y a los órganos sensoriales²⁴.

A continuación se presenta el análisis de los datos sociodemográficos, lateralidad, funcionamiento ejecutivo y comparación entre las áreas de funcionamiento ejecutivo y tipos de lateralidad, evaluados a través de la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE-2) y el Test de Dominancia Lateral de Harris.

Se encontró que en la muestra objeto de estudio hubo mayor incidencia de diestros y menor de zurdos, lo cual se puede equiparar a los hallazgos a nivel mundial, donde se estima que el 90% de los humanos son diestros y el 10% son zurdos o no diestros²⁵. Cabe resaltar que aun cuando la proporción de zurdos es escasa, su aporte científico es importante, debido a que contribuyen a la comprensión de las asimetrías cerebrales al tener una organización cerebral diferente a la de los diestros; sin embargo, las investigaciones científicas casi no incluyen a esta población, teniendo como justificación la afectación que podrían ocasionar a los resultados²⁶.

Tabla 5 – Rendimientos en la función ejecutiva comparando los grupos de lateralidad con la prueba chi cuadrado: χ^2

	Diestro		Zurdo		Cruzado		Mixto		Total		χ^2	gl	Sig.
	%		%		%		%		%				
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A			
TO	67	33	64	36	74	24	76	24	70	30	1,017	3	0,797
TP	85	15	93	7	87	13	90	10	88	12	0,864	3	0,741
TD	69	31	73	27	61	39	67	33	65	35	0,831	3	0,875
TFE	67	33	57	43	61	39	71	29	65	35	0,803	3	0,993

A: anormal; N: normal; TD: total dorsolateral; TFE: total función ejecutiva; TO: total orbitofrontal; TP: total prefrontal anterior.

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, en el estudio se evidencia que la lateralidad de algunos estudiantes no era consistente, ya que lo hallado en el test de Harris no coincidía con el reconocimiento que ellos manifestaban de su propia lateralidad; esto puede deberse a que de un 90% de la población que dice ser diestra, solo un 65% lo es, y el porcentaje restante son personas zurdas que han tenido que adaptarse a las necesidades del ambiente, es decir, que las cifras porcentuales disminuyen para los tipos de lateralidad distintas a la diestra, lo cual puede deberse principalmente a factores de tipo contextual²⁷.

Los antecedentes de la lateralidad en el presente estudio indican que el 78,56% de los zurdos y el 66,65% de los mixtos reportaban tener al menos un familiar que también lo era. Esto es congruente con la existencia del gen PCSK6 como responsable de la dominancia manual izquierda²⁸, además del gen LRRMT1 como primer indicio genético de la lateralidad, el cual podría intervenir en la formación de los hemisferios cerebrales²⁹, los cuales, según Annett (2002)³⁰ y McManus (2002)³⁰ —como se citó en Badzakova-Trajkov et al.³⁰—, se desarrollan por la presencia de un gen con dos alelos: el primero relacionado con la dominancia izquierda cerebral y la lateralidad diestra, mientras que el otro alelo, al no ser predominante, daría como posible resultado la dominancia manual no especificada.

En contraposición a la herencia como determinante de la lateralidad, Brusasca et al.³¹ concluyen que la historia familiar no presenta una diferencia significativa en la lateralidad, por lo tanto, no están relacionados directamente en su desarrollo, permitiendo dar cuenta que esta perspectiva no es la única que explicaría su origen. Esto apoya lo mencionado por Muñoz³² al contemplar la existencia de otros factores como el ambiente, al usar mobiliarios y utensilios fabricados para diestros cuyo efecto alteraría la presencia de la lateralidad; también las creencias culturales asociadas al uso de la mano derecha como algo bueno y, en contraste, el uso de la mano izquierda con algo siniestro o malo³³.

En relación con el promedio académico, se encontró que todos los participantes reportaron un buen rendimiento ($M = 3,89$), sin evidenciar un cambio de este, en los puntajes del funcionamiento ejecutivo, siendo congruente con una investigación realizada en estudiantes universitarios en donde se encontró que, de manera general, no existen diferencias significativas entre el desempeño académico y la función ejecutiva, lo cual muestra que las dos variables no están directamente relacionadas³⁴.

Por el contrario, un estudio plantea la influencia en el ámbito de educación superior de algunas habilidades cognitivas que conforman la función ejecutiva, como lo son la organización, la flexibilidad, la velocidad de procesamiento, el control inhibitorio y la fluidez verbal, las cuales trabajan de forma conjunta en la ejecución de las tareas³⁵.

Al comparar la función ejecutiva y la lateralidad mediante el estadístico ANOVA de un factor con un nivel de confianza del 95% se evidenciaron los siguientes niveles de significancia: área prefrontal anterior (0,061), área orbitofrontal (0,422), área dorsolateral (0,515) y total de función ejecutiva (0,58), lo que indica que no hay diferencias significativas debido a que todos los puntajes estuvieron por encima de $p > 0,05$. Este hallazgo se sustenta según lo descrito por Boxtel et al.³⁶, quienes exponen que la lateralidad, ya sea diestro o zurdo, y los dominios cognitivos (funcionamiento ejecutivo, aprendizaje verbal, memoria verbal a largo plazo y velocidad de procesamiento de la información) en personas zurdas no diferían del resto de la población, concluyendo además que estos no presentaron diferencias significativas en las áreas orbitofrontal y dorsolateral en los procesos de resolución de problemas y fluidez verbal, respectivamente.

Lo anterior difiere de lo hallado en el estudio de Carpio³⁷, quien encontró que las personas zurdas tienen un mejor desempeño en inteligencia, en tareas de resolución de problemas y en fluidez verbal respecto a los diestros. Cabe recalcar que estos resultados no pueden ser generalizables, puesto que la muestra estuvo conformada por niños, lo cual no es equiparable a los participantes de la investigación debido a los cambios entre grupos etarios. Sin embargo, en otra investigación interesada en analizar la concepción de que los zurdos eran más inteligentes se encontró, por medio de la prueba chi cuadrado, que no hay correlación entre inteligencia y zurdera, es decir, que entre zurdos y diestros no existen diferencias significativas en el aspecto intelectual³⁸.

No obstante, al profundizar sobre la posible relación entre función ejecutiva y lateralidad, un estudio planteó como propósito la comparación entre diestros y zurdos evaluando procesos cognitivos como flexibilidad mental, control inhibitorio y memoria de trabajo, en donde manifiestan que el HD tiene una mayor participación en estos procesos; por ende, los zurdos tendrían una mejor funcionalidad³⁹. Lo anterior, difiere de lo encontrado en la presente investigación, ya que, según el estadístico HSD Tukey para comparaciones múltiples entre grupos, se encontró que las funciones ejecutivas por áreas

no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas, es decir, los puntajes oscilaron entre 0,840 y 1,00, siendo mayores a $p > 0,05$; dichas discrepancias podrían explicarse por las diferencias metodológicas en los estudios, puesto que no se evaluaron todos los elementos que componen las áreas del funcionamiento ejecutivo y no tuvieron en cuenta los tipos de lateralidad distintos a diestro y zurdo.

Al comparar el desempeño normal y anormal de los estudiantes universitarios en las áreas del funcionamiento ejecutivo según el tipo de lateralidad (diestro, zurdo, mixto, cruzado) se utilizó el estadístico chi cuadrado, indicando que no hubo diferencias significativas entre las variables. A pesar de esto, el área dorsolateral obtuvo puntuaciones de anormalidad en cada uno de los grupos de lateralidad distribuidos de la siguiente manera: cruzados (39%), mixtos (33%), diestros (31%) y zurdos (27%), indicando que el índice de desempeño de los estudiantes en esta área presentó puntuaciones por debajo de la media estándar, lo que se explicaría por el continuo desarrollo de la memoria de trabajo en la adultez joven⁴⁰. Por ende, los estudiantes universitarios pueden presentar dificultades en tareas de orden superior, como planificación y toma de decisiones, así como para mantener un registro activo de la información procesada⁴¹.

A pesar de que los grupos de funcionamiento ejecutivo y lateralidad no difieren significativamente en el área dorsolateral, el índice global de normalidad del funcionamiento ejecutivo en los estudiantes universitarios puntuó un 65%; a nivel de grupos, los zurdos obtuvieron la mayor puntuación (73%), seguidos de diestros (69%), mixtos (67%) y cruzados (61%). Aun cuando las puntuaciones entre grupos no estuvieron tan distanciadas, la predominancia de los zurdos es congruente con lo sustentado por Hiraoka et al.⁴², quienes manifiestan que poseen una ventaja en la capacidad de inferir, reflexionar y tomar decisiones más rápido que los diestros.

En el estudio de Gunstad, Spitznagel, Luyster, Cohen y Paul (2007)⁴³ se plantea que el proceso de flexibilidad cognitiva como parte del área dorsolateral es mayor en la lateralidad zurda, es decir, poseen una mejor habilidad en el ajuste del comportamiento ante un cambio, ya sea de exigencias o contingencias ambientales, permitiéndoles emitir diferentes tipos de respuestas dependiendo de la situación o la utilización de estrategias alternas para afrontar las demandas cambiantes dentro del ambiente⁴³.

En este sentido, una posible explicación a dicha flexibilidad es la adaptación que los zurdos han desarrollado en un mundo hecho para diestros, puesto que han tenido que ajustarse a las diferentes demandas del ambiente en el uso de herramientas como tijeras, pupitres, mouse, cuadernos, abrelatas, entre otras, y en actividades como la conducción, encontrado que los zurdos tienen mayor probabilidad de tener un accidente de tráfico debido a que la ubicación de los objetos se encuentra en el lado contrario a su preferencia (Valenzuela²⁷; Muñoz³²; Gutwinski et al., 2011⁴⁴; Faurie et al., 2016⁴⁵).

Por otra parte, en el área orbitofrontal tampoco se evidenciaron diferencias significativas en los grupos de lateralidad, con un índice global de normalidad del 70% en el funcionamiento ejecutivo de los estudiantes. Cabe destacar que, según los tipos de lateralidad, se distribuyeron de la siguiente forma: mixtos (76%), cruzados (74%), diestros (67%) y zurdos

(64%), lo que concuerda con una investigación que evaluó la función ejecutiva desde uno de sus procesos más esenciales, siendo este el control inhibitorio, el cual se midió a través de la prueba Stroop⁴⁶, hallando que zurdos y diestros no mostraron diferencias en la velocidad de denominación de color y en el tamaño del efecto de interferencia⁴⁷. Esto indica que los estudiantes universitarios, sin importar el tipo de lateralidad, tienen la capacidad de inhibir una respuesta frente a los cambios en las demandas internas o externas, con lo cual surge una serie de comportamientos críticos para el funcionamiento adaptativo⁴⁸, es decir, presentan habilidad para suprimir respuestas dominantes o automáticas cambiándolas por respuestas adecuadas o dirigidas a una meta⁴⁹.

El área prefrontal anterior, al igual que las áreas ya mencionadas, no evidencia diferencias estadísticamente significativas entre las variables. Sin embargo, se destacó por tener una mejor puntuación en términos de normalidad, con un 88%, siendo el área de mayor desempeño del funcionamiento ejecutivo. A pesar de estos hallazgos, no hay evidencia empírica que correlacione esta área con la lateralidad; aun así, los estudiantes universitarios presentaron adecuados circuitos emocionales capaces de influir directamente en los centros autónomos y motores involucrados en la expresión de comportamientos motivados y las emociones⁵⁰. Por ende, el desarrollo adecuado del funcionamiento ejecutivo conlleva a un equilibrio de la salud física y mental, del desarrollo psicológico, del rendimiento cognitivo y social, del desempeño a nivel académico y de la vida diaria⁵¹.

En este sentido, los tipos de lateralidad en el área prefrontal anterior obtuvieron puntuaciones por encima de la media distribuidas de la siguiente forma: zurdos (93%), mixtos (90%), cruzados (87%) y diestros (85%), destacando el puntaje de los zurdos y mixtos, lo cual concuerda con la investigación realizada por Mukherjee⁵², donde los zurdos presentaban mayor control de su centro emocional, pero manifiestan que es importante continuar analizando esta presunción por la escasa evidencia empírica de esta importante área, pues su abordaje es tan amplio que incluye otros procesos, como inhibición, detección y solución de conflictos, esfuerzo atencional y regulación (Flores, 2006)⁵², como también participar en la toma de decisiones⁵³ y en la recuperación de información desde la memoria a largo plazo y los procesos metacognitivos⁵⁴.

En cuanto al total de las funciones ejecutivas, según las puntuaciones normalizadas el índice global fue del 65%, lo que indica que solo un poco más de la mitad de los estudiantes universitarios presentan un desempeño normal. De forma similar, en los grupos de lateralidad se encontró esta misma distinción, con puntuaciones de mixtos (71%), diestros (67%), cruzados (61%) y zurdos (57%); esto es equiparable a lo evidenciado en una investigación que analizó el funcionamiento ejecutivo y la dominancia manual zurda y diestra, en donde los primeros tuvieron un desempeño bajo en comparación con los segundos; sin embargo, manifestaron diferentes limitaciones, como el origen de la zurdera en las personas estudiadas, ya que su explicación empírica no es concluyente ni actual, dificultando su comparación con otras variables, ya sean cognitivas o estructurales⁵⁵.

Finalmente, en las investigaciones empíricas relacionadas con la lateralidad solo se tenía en cuenta el uso de la mano como único determinante, dejando de lado los otros componentes presentes en la misma, como ojo y pie, además del gradiente de especialización, como lo es diestro, zurdo, mixto y cruzado; por esto, los hallazgos encontrados en el presente estudio permiten dar un punto de discusión de cómo se debe medir esta variable.

Conclusiones

Es importante resaltar el aporte que este estudio ha generado al área de la neuropsicología en las asimetrías cerebrales funcionales, desde sus tres índices corporales (mano, ojo y pie), así como a las áreas del funcionamiento ejecutivo, ya que los antecedentes empíricos y teóricos no dan cuenta de los procesos cognitivos en los diferentes tipos de lateralidad.

Según la investigación, los tipos de lateralidad no se encuentran relacionados con el desempeño en las áreas del funcionamiento ejecutivo, lo que indicaría que algunos procesos cognitivos son independientes del tipo de lateralidad; por esto es fundamental que en el campo investigativo de la neuropsicología se profundice exhaustivamente, puesto que los soportes empíricos no son concluyentes en la interacción de estas.

Del mismo modo, se puede afirmar que la lateralidad de los participantes puede verse modificada debido a las demandas ambientales. Además, que existe una relación entre los antecedentes familiares y el desarrollo de la lateralidad, lo que evidencia un posible origen genético.

Es importante hacer mención que los zurdos suponen solamente el 10% de la población mundial, lo cual dificultó el acceso a una muestra homogénea. Además, en la población colombiana no se tiene un registro y caracterización de los diferentes tipos de lateralidad distintos a la diestra.

BIBLIOGRAFÍA

- Portellano JA. Neuropsicología infantil. Madrid: Síntesis; 2007.
- Ramírez M, Alba F. Bases biológicas de la asimetría cerebral. *Rev Psicol Gral Aplic.* 1993;46:33-43.
- Portellano JA. Cerebro derecho, cerebro izquierdo. Implicaciones neuropsicológicas de las asimetrías hemisféricas en el contexto escolar. *Revista de los Psicólogos de la Educación.* 2009;15:5-12.
- Clark DL, Boutros NN, Mendez MF. Conexiones interhemisféricas y lateralidad. En: Clark DL, Boutros NN, Mendez MF, editores. *El cerebro y la conducta: neuroanatomía para psicólogos.* México: Manual Moderno; 2012. p. 230-1.
- Ferradas C. Evaluación de la lateralidad mediante el test de Harris en niños de 3 y 6 años. Universidad de Valladolid. Escuela Universitaria de Educación (Soria); 2015.
- Kolb, Whishaw IQ. Neuropsicología humana. 7.ª edición. Buenos Aires: Panamericana; 2017.
- Castilla Contreras O. El mundo del zurdo. *Rev Colomb Psiquiatr.* 1999;28:166-9.
- Kushner HI. Why Are There (Almost) no Left-Handers in China? *Elsevier;* 2013. p. 71-81.
- Ardila A, Rosselli M. Neuropsicología clínica. México: Manual Moderno; 2007.
- Harris AJ. Test de dominancia lateral. Madrid: TEA; 1998.
- Márquez S. Análisis de la lateralidad y la eficiencia manual en un grupo de niños de 5 a 10 años. *Eur J Hum Mov.* 1998;4:131-9.
- Broca P. Sur le siège de la faculté du langage articulé. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris.* 1865;6:377-93, <http://dx.doi.org/10.3406/bmsap.1865.9495>.
- Morán GA, Solovieva Y, Quintanar L, Machinskaya RI. Rehabilitación neuropsicológica en un caso de afasia dinámica en una paciente zurda. *Revista Neuropsicología Latinoamericana.* 2013;5:1-13.
- Ardila A, Ostrosky F. El problema del diagnóstico neuropsicológico. En: Ardila A, Ostrosky Solís F, editores. *Diagnóstico del daño cerebral. Enfoque neuropsicológico.* México: Trillas; 2009. p. 25.
- Pérez López A. Lateralidad y rendimiento lectoescriptor en niños de 6 años. UNIR. 2014.
- Ardila A, Rosselli M, Matute Villaseñor E. Neuropsicología de los trastornos de aprendizaje. México: Manual Moderno; 2005.
- Tepán DA, Zhingri DL. La lateralidad zurda asociada a dificultades en el aprendizaje escolar en niños de 6 a 7 años. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2010.
- García A, Enseñat A, Tirapu J, Roig T. Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Rev Neurol.* 2009;48:435-40.
- Portellano JA. Introducción a la Neuropsicología. España: Mc Graw Hill; 2005.
- Hernández R. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill; 2014.
- Flores J, Ostrosky F, Lozano A. Batería neuropsicológica de funciones ejecutivas y lóbulos frontales. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias.* 2008;8:141-58.
- Flores JC, Ostrosky F. Neuropsicología de los lóbulos frontales. En: Flores Lázaro JC, Ostrosky-shejet F, editores. *Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas.* México: Manual Moderno; 2012. p. 1-2.
- Fuster J. *The Prefrontal Cortex.* Elsevier; 2015.
- Freitas C, Botelho M, Vasconcelos O. Preferência lateral e coordenação motora. *Motri.* 2014;10:11-24.
- Guadalupe T, Willems RM, Zwiers MP, Vasquez AA, Fisher SE, Francks C. Differences in cerebral cortical anatomy of left- and right-handers. *Front Psychol.* 2014;5:2611268.
- Willems RM, Haegen L, Fisher SE, Francks C. Call to scientists: Stop excluding left-handed people from scientific studies. *ScienceDaily.* 2014;15:193-201.
- Valenzuela HO. Un mundo para derechos. «Un tema de lateralidad». Tegucigalpa; 2009.
- Brandler WM, Morris AP, Evans DM, Scerri TS, Kemp JP, Timpson NJ, et al. Common variants in left/right asymmetry genes and pathways are associated with relative hand skill. *PLOS Genet.* 2013;9:1-11.
- Francks C, Maegawa S, Laurén J, Abrahams B, Velayos A, Medland S, et al. LRRTM1 on chromosome 2p12 is a maternally suppressed gene that is associated paternally with handedness and schizophrenia. *Mol Psychiatry.* 2007;12:1129-39.
- Badzakova-Trajkov G, Häberling IS, Roberts RP, Corballis MC. Cerebral asymmetries: Complementary and independent processes. *PLoS One.* 2010;5:e9682.
- Brusasca MC, Lilia ML, Portellano Pérez JA. Neuropsicología de la lateralidad: evaluación de preferencia y desempeño manual. *Rev Mex Neuroci.* 2007;8:500-5.
- Muñoz JC. El cuerpo: imagen y percepción. *Portal Deportivo.* 2008:2-22.
- Corballis M. Left brain, right brain: Facts and fantasies. *PLoS Biol.* 2014;12:e1001767.
- Martínez B, Harb SL, Moreno M. Funciones ejecutivas en estudiantes universitarios que presentan bajo y alto

- rendimiento académico. *Psicología desde el Caribe*. 2006;18:109-38.
35. Pineda DA, Merchán V, Rosselli M, Ardila A. Estructura factorial de la función ejecutiva en estudiantes universitarios jóvenes. *Revista Neurol*. 2000;31:1112-8.
 36. Boxtel MPJ, Breukelen GJP, Jolles J, Elst W. *Is Left-Handedness Associated with a More Pronounced Age-Related Cognitive Decline?* Psychology Press, an imprint of the Taylor & Francis Group.; 2008. p. 234-54.
 37. Carpio F. *Lenguaje oral en niños de 5 años diestros y zurdos*. Lima. 2012.
 38. Moctezuma MO. *Naturaleza de los zurdos*. 2009.
 39. Beratis N, Rabavilas D, Kyprianou M, Papadimitriou N, Papageorgiou C. Investigation of the link between higher order cognitive functions and handedness. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2013;35:393-403.
 40. Huizinga M, Dolan CV, Molen MW. Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*. 2006;44:2017-36.
 41. Rabinovici D, Stephens L, Possin L. *Executive dysfunction*. Continuum (Minneapolis Minn). 2015;21:646-59.
 42. Hiraoka K, Igawa K, Kashiwagi M, Nakahara C, Oshima Y, Takakura Y. The laterality of stop and go processes of the motor response in left-handed and right-handed individuals. *Laterality*. 2017;23:51-66.
 43. Matute E, Rosselli M. Bases biológicas y desarrollo de la función ejecutiva. En: Matute E, editor. *Tendencias actuales de las neurociencias cognitivas*. México: Manual Moderno; 2012. p. 101-15.
 44. Gutwinski S, Löscher A, Mahler L, Kalbitzer J, Heinz A, Bermpohl F. Understanding left-handedness. *Dtsch Arztebl Int*. 2011;108:849-53.
 45. Faurie C, Raymond M, Uomini N. Origins, development, and persistence of laterality in: humans. En: Loffing F, Hagemann N, Strauss B, MacMahon C, editores. *Laterality in sports: Theories and applications*. San Diego, CA, US: Elsevier Academic Press; 2016. p. 11-30.
 46. Thorell LB, Lindqvist S, Bergman S, Bohlin G, Klingberg T. Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Dev Sci*. 2008;12:969-76.
 47. Hatta T. Handedness effect on the Stroop Colour Word Task: Is left-handedness associated with a more inferior cognitive function? *J Hum Environ Stud*. 2016;14:145-8.
 48. Congdon E., Mumford J, Cohen JR, Galvan A, Canli T, Poldrack RA. Measurement and reliability of response inhibition. *Front Psychol*. 2012;3:37.
 49. Presentación J, Mercader J, Siegenthaler R, Gasset AB, Miranda A. Funcionamiento ejecutivo temprano en niños con dificultades matemáticas persistentes. *Rev Psicol*. 2016;1:33-42.
 50. Saint A, Bronstein YL, Cummings L. Neurobehavioral consequences of neurosurgical treatments and focal lesions of frontal-subcortical circuits. En: Stuss DT, Knight R, editores. *Principles of Frontal Lobe Function*. New York: Oxford University Press; 2002. p. 408-11.
 51. Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol*. 2013;64:135-68.
 52. Mukherjee S. Individual performance and leader's laterality in interactive contests. *Laterality*. 2016;22:1-15.
 53. Clark L, Bechara A, Damasio H, Aitken MRF, Sahakian J, Robbins W. Differential effects of insular and ventromedial prefrontal cortex lesions on risky decision-making. *Brain*. 2008;131:1311-22.
 54. Schnyer M, Nicholls L, Verfaellie M. The role of VMPC in metamemory judgments of content retrievability. *J Cogn Neurosci*. 2005;17:832-46.
 55. Hatta T. Associations between handedness and executive function in upper-middle-aged people. *Laterality*. 2017;23:274-89.