

Especialización hemisférica y estudios sobre lateralidad Hemispheric specialization and laterality studies

Cantú Cervantes, Daniel¹; Lera Mejía, Jorge Alfredo² y Baca Pumarejo, José
Rafael³

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Resumen

La noción de lateralidad se encuentra relacionada con aquellas investigaciones y estudios sobre los aspectos cognitivos de las personas zurdas y diestras. Los hallazgos al respecto han esclarecido la concepción actual sobre el conocimiento de la función hemisférica y su impacto en la flexibilidad mental, la atención y el procesamiento de la información. La presente revisión tiene como objetivo brindar un panorama actualizado sobre la especialización hemisférica y su relación con los aspectos relacionados como el ambidextrismo, la lateralidad, la memoria, el lenguaje, la emoción, el procesamiento de información holística y focalizada, el aspecto musical, la creatividad, el pensamiento divergente, la etiología de la zurdera, el bilingüismo y la complementariedad cognitiva. Las conclusiones muestran que si bien los hemisferios cerebrales encontrándose físicamente divididos, muestran especializaciones en tareas cognitivas coordinadas en una participación complementaria.

Palabras Clave: *lateralidad, especialización hemisférica, procesamiento de información, hemisferios cerebrales, zurdos, diestros.*

Abstract

The idea of laterality is related to those investigations and studies on the cognitive aspects of left and right handed people. The findings in this regard have clarified the current conception about the knowledge of the hemispheric function and its impact on mental flexibility, attention and information processing. The purpose of this review is to provide an overview of hemispheric specialization and its relation to related aspects such as ambidextrism, laterality, memory, language, emotion, holistic and focused information processing, musical aspect, Creativity, divergent thinking, the etiology of lefty, Bilingualism and cognitive complementarity. The conclusions show that while the cerebral hemispheres are physically divided, they show specializations in coordinated cognitive tasks in a complementary participation.

Keywords: *laterality, hemispheric specialization, information processing, cerebral hemispheres, left-handed, right-handed.*

¹ Profesor de tiempo completo. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria de Ciencias, Educación y Humanidades. E-mail: dcantu@docentes.uat.edu.mx

² Profesor de tiempo completo. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria de Ciencias, Educación y Humanidades. E-mail: jalera@docentes.uat.edu.mx

³ Profesor de tiempo completo. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Comercia y Administración Victoria. E-mail: rbaca@docentes.uat.edu.mx

Introducción

En el presente trabajo investigativo se elabora una revisión teórica que pretende realizar un acercamiento profundo hacia los temas abordados sobre la especialización hemisférica y lateralidad cerebral. Es necesario precisar que los estudios señalados en el presente trabajo distan de las teorías sobre dominancia cerebral postuladas por Galin y Onrstein (1972, citado en Estévez, 1992); Sperry (1973) y Herrmann (1996, citados en Velásquez, De Cleves y Calle, 2007) cuyas teorías señalan que el cerebro estando dividido domina procesos unilateralmente, sugiriendo diversos modos de pensamiento. No obstante y si bien los hemisferios están divididos, ambos comparten la función para la realización de acciones cognitivas, es decir, si bien pueden especializarse, son más bien complementarios (Campos, 2010).

En la presente investigación documental, se presenta una aproximación hacia el concepto de lateralidad cerebral y el cuerpo calloso, conformado como la comisura central nerviosa que une ambos hemisferios cerebrales. Además de esto se plantean estudios sobre lateralidad relacionados con la práctica y las habilidades motoras, precisión espacial en movimiento, excitabilidad cerebral y lateralidad, ambidextrismo, lateralidad y memoria, comunicación interhemisférica, flexibilidad mental, lectura, dominio de conceptos, factores emocionales, toma de decisiones, atención y análisis, procesamiento de información holística y focalizada, el aspecto musical, la creatividad, plasticidad neuronal, lateralización en la infancia, pensamiento divergente, etiología de la zurdera, aspectos sobresalientes encontrados en los zurdos respecto a los diestros, emociones y semántica en el lenguaje, bilingüismo y complementariedad cognitiva.

Si bien es cierto que los procesos cerebrales no solo abarcan a la neocorteza o hemisferios, la presente investigación tiene como objetivo revisar la literatura científica relacionada con aquellos estudios que enfatizaron en el análisis

de la participación de ambos hemisferios en las actividades y procesos cerebrales. Este trabajo es tan solo una pequeña parte para la comprensión del funcionamiento cerebral, pero se conforma como pieza clave para el entendimiento de encéfalo humano. Todo docente debe considerar evidente el hecho de comprender el cerebro como elemento esencial de todo aprendizaje y por ello encaminar acciones investigativas relacionadas con el estudio de los avances en neurociencias en pro del favorecimiento de las habilidades cognitivas.

Hacia la noción de lateralidad

Para conocer la noción de lateralidad –*L*– es necesario observar una revisión de perspectivas que permitan una aproximación al concepto, en este sentido, Barroso y Nieto (1996), Bourne (2006) y González (2016), afirman que la *L* es el hecho evidente por el cual las personas son zurdas o diestras, es decir, es un predominio motor relacionado con las partes del cuerpo que integran sus mitades derecha e izquierda. La *L* se refleja en el hecho de que uno de los lados del cuerpo predomina sobre el otro en la realización de la mayoría de las actividades, es decir, los zurdos tienen *L* izquierda mientras que los diestros derecha. Si bien los hemisferios controlan el lado opuesto del cuerpo, es necesario no reducirlos a la idea de considerarlos como opuestos, sino más bien como complementarios debido que no se puede indicar que un hemisferio sea más importante que el otro.

La *L* posee su base en un encéfalo humano compuesto por dos hemisferios especializados y complementarios. Al respecto, Acosta (2000) afirma que cuando se habla de *L*, se trata de una especialización hemisférica sutil de un hemisferio sobre otro en funciones específicas cognitivas, es decir, trabajan simultáneamente pero con una especialización de alguno de los dos en distintas tareas. Existe el predominio del hemisferio izquierdo –*HI*– cuando la persona es diestra y viceversa cuando es zurda. Es significativo continuar reiterando que los hemisferios

cerebrales no son independientes, sino que actúan de manera complementaria, debido que el pensamiento efectivo requiere de la participación de ambos.

Con estas ideas, García (2007), sostiene que la *L* consiste en la preferencia del uso más frecuente y efectivo de una mitad lateral del cuerpo frente a la otra. A acorde con esto, Amunts, Jancke, Míhlberg, Steintmetz y Zilles (2000) señalan que la *L* es aquel referente de la ejecución corporal, es decir, que existiendo una distinción de hemisferios, cada uno dirige impulsivamente al hemisferio lateral opuesto, por ende, existe una mayor especialización para algunas acciones de una parte del cuerpo sobre la otra. Además de esto, identifican que aproximadamente solo un diez por ciento de las personas poseen una preferencia por la mano izquierda, frente a un noventa por ciento sobre la mano derecha, es decir, la población de sujetos zurdos es considerablemente menor.

Sobre la tipología de estudios de lateralidad, Gueugneau y Papaxanthis (2010) y Mayolas (2011) señalan que existen diversas áreas de estudios sobre *L*, por ejemplo, *L Podal* referida hacia una pierna o pie dominante. *L Ocular*, cuando un miembro ocular es utilizado predominantemente para focalizar, por ejemplo, ante la mirilla de un fusil. *L Auditiva* como tendencia a utilizar un oído específico para colocar mayor atención a los sonidos débiles y *L Manual –mano dominante–*. Ésta última ha sido la más estudiada debido que la *L Manual diestra* presenta una frecuencia de aparición en la población mayor al ochenta por ciento.

Respecto a la interrogante del por qué existen más personas diestras que zurdas, Francks, Maegawa, Laurén, Abrahams, Velayos-Baeza, Medland, Colella, Groszer, McAuley, Caffrey, Timmusk, Pruunsild, Koppel, Lind, Matsumoto-Itaba, Nicod, Xiong, Jooper, Enard, Krinsky, Nanba, Richardson, Riley, Martin, Strittmatter, Möller, Rujescu, St Clair, Muglia, Roos, Fisher, Wade-Martins, Rouleau, Stein, Karayiorgou, Geschwind, Ragoussis, Kendler, Airaksinen,

Oshimura, DeLisi y Monaco (2007) sugieren que existe una razón genética para explicar este fenómeno, indicando que el Gen LRRTM1 es un primer elemento genómico relacionado con el aumento de las probabilidades de ser zurdo. Los investigadores mencionan que este gen generalmente es suprimido por la madre durante la metilación del material genético, es decir durante el cambio genotípico del ácido desoxirribonucleico, mejor conocido como ADN durante el embarazo. El estudio anterior intenta sugerir el por qué existe mayor cantidad de personas diestras que zurdas; no obstante y por otra parte Nava, Güntürkün y Röder (2012), plantean que los intentos por explicar el origen de la *L* basados en aspectos aislados como los modelos de un solo gen o el medio ambiente del individuo, por sí solos no pueden explicar completamente la aparición de asimetrías funcionales cerebrales en los seres humanos, esto indica que existen una serie de factores relacionados con el proceso de lateralización que debe ser en este caso, estudiado con mayor profundidad para conocer los orígenes. No obstante, la presente investigación no tiene como fin el averiguar o definir qué aspectos se encuentran relacionados con el origen de la *L*, sino más bien centrarse en aquellos estudios y avances que propicien una mayor ilustración del panorama de esta área.

Continuando con las implicaciones de la idea de *L*, Fagard, Margules, López, Granjón y Huet (2016) afirman que ésta no se define durante la primera infancia, es decir, señalan que los niños muy pequeños no definen su lateralidad manual sino que completa su madurez hasta su adolescencia. Al respecto, Marinsek (2016) indica que es favorable para los niños en la primera infancia dejar fluir su proceso de lateralización hasta su adolescencia, debido que cuando el proceso de lateralización no madura puede confundir al estudiante, por este motivo, las intervenciones sobre lateralidad deben realizarse después de la adolescencia, donde los individuos ya poseen una lateralidad definida. Por el

contrario, Plante, Almryde, Patterson, Vance y Asbjørnsen (2014), sostienen que los cambios en la *L* sí se pueden producir en el corto plazo dentro de un contexto de aprendizaje, independientemente de la maduración o edad del sujeto, sin embargo, es necesario proceder con cautela en cuanto a la intervención de la lateralidad mixta –es decir, en la combinación y uso de ambas manos– en edades tempranas debido que contempla periodos de desarrollo críticos de *L*. Otros investigadores como Potier, Meguerditchian y Fagard (2012) plantean que si bien la lateralidad puede apreciarse a muy temprana edad, esto sigue siendo objeto de debate debido a la maduración cerebral y desarrollo del niño contemplando su contexto genético, social y cultural. Estos investigadores afirman que desde los 12 meses de edad o inclusive antes, ya es posible ver que los niños poseen una preferencia a utilizar la mano derecha para tareas hápticas de agarre con toda la mano.

Siguiendo con las implicaciones precedentes, Portellano (1992) y Hellige (1993) mencionan que la *L* es una función consciente, voluntaria y periférica que puede ser modificada mediante el entrenamiento, un ejemplo de esto es cuando a una persona con *L* zurda ha sido obligada a utilizar la mano derecha –por ejemplo, para escribir– por la infraestructura, materiales educativos y cultura en la que vive, que le exige utilizar la extremidad derecha. Es preciso poseer cuidado con el tipo de trato respecto a la *L*, debido que puede surgir un tipo de sometimiento que pueda provocarle al individuo que se sienta rechazado o anormal.

Por otra parte, Bejarano y Naranjo (2014), consideran que el dominio manual izquierdo es una condición ventajosa y bien apreciada en algunos escenarios como la música y el deporte, debido que es evidente que reforzar el adiestramiento lateral de ambos hemisferios, es un factor fundamental para un rendimiento deportivo óptimo –en su caso–, es decir, usar ambos brazos o pies con precisión. En algunos deportes, una determinada *L* puede suponer una

ventaja decisiva para la competición, por ejemplo, una persona zurda tiene mayores posibilidades de engañar a un diestro que a la inversa, debido que puede interpretar con su cuerpo movimientos no comunes o esperados. Al respecto, Rodríguez, Vasconcelos, Barreiros y Barbosa (2009) encontraron que los varones adultos zurdos son más precisos en cuanto a la habilidad motora fina relacionada con la estimulación y anticipación al evento. Además, Lenhard y Hoffman (2007) plantean que el hemisferio derecho –*HD*– especializado en el procesamiento espacial y control sobre su planificación, favorece que los zurdos y ambidiestros posean una ventaja sobre la precisión de lanzamiento y control sobre la visión espacial. En este sentido, Picard y Zarhbouch (2013) sostienen que existe un papel especializado del *HD* en el procesamiento espacial que regula la organización de conductas relacionadas al reconocimiento y orientación del sujeto en el espacio, estos procesos le proporcionan la habilidad para orientar y dirigir el movimiento en su entorno e incrementa su habilidad para la organización y manipulación mental de los espacios.

Dentro de este orden de ideas, Springer y Deutsh (2006), proponen que la *L* se especifica como la tendencia de un hemisferio a procesar la información y tomar el control para responder de forma determinada, sin embargo, aunque cada hemisferio tiene especialización sobre determinadas habilidades, las tareas son llevadas a cabo de manera conjunta por ambos, es decir, uno se especializa y el otro complementa en diferentes situaciones cognitivamente rápidas. Se ha identificado al hemisferio izquierdo como procesador especializado de secuencias racionales específicas, por lo que ven favorecidos procesos analíticos sistemáticos, lógicos y convergentes. Por otra parte, algunas áreas del hemisferio derecho se adaptan más al procesamiento simultáneo para percibir patrones espaciales y sus relaciones, lo cual determina procesos analíticos de tipo holísticos o sistémicos generales.

La *L* parte del hecho de que los hemisferios si bien son complementarios, estos se especializan debido que la funcionalidad de cada uno es diferente. Cabe reiterar que ambos hemisferios siendo especializados en diversas tareas cognitivas, no es uno más importante que el otro, sino que se complementan.

Unión de dos hemisferios: cuerpo calloso

Es preciso realizar un breve acercamiento a la estructura que conecta a ambos hemisferios, es decir, a la comisura central o bien cuerpo calloso, consistente de fibras nerviosas que conectan ambos hemisferios y considerado la red nerviosa más abundante del cuerpo humano. Al respecto, Fischbach (1992), Seki (1992) y Kandel y Hawkins (1992) sostienen que los hemisferios cerebrales, es decir, la estructura de la *L* se encuentra conectada por un cuerpo calloso que se conforma por un conjunto de fibras nerviosas que interconectan ambos hemisferios encargados de integrar y codificar la información procedente de cada hemisferio. Asimismo, Clarke, Wheless y Chacon (2007) afirman que el cuerpo calloso tiene la función de servir como vía de comunicación entre un hemisferio y otro con el fin de que ambos lados del cerebro trabajen de forma conjunta y complementaria. Las personas que nacen con agenesia del cuerpo calloso –es decir, sin él– presentan problemas neuropsicológicos ya que su mente trabaja como si tuviera un cerebro dividido, en otras palabras funcionalmente serían como un sujeto con dos cerebros, dado que la información recibida únicamente por uno de los hemisferios no pasaría al otro. Se ha sugerido que los síntomas de la epilepsia refractaria –o resistente al tratamiento, es decir, que no responde al uso de medicaciones antiepilépticas– se pueden reducir cortando el cuerpo calloso, sin embargo, las personas que sufren esta incisión no podrán en el futuro asociar información entre ambos hemisferios.

En relación a lo anterior, Nowicka y Tacikowski (2009) indican que el cuerpo calloso desempeña un papel crucial en la integración interhemisférica y es

responsable de la comunicación normal y la cooperación entre los dos hemisferios. Estos investigadores sugieren que las presiones evolutivas del homínidos se han implicado en desarrollo del cerebro generando menor comunicación interhemisférica y priorizando su conectividad interna, de manera que proponen, que la limitación entre los hemisferios ha favorecido la *L*.

Con estas implicaciones, Prete, Fabri, Foschi, Brancucci y Tommasi (2014), indican que existe una especialización principal del *HI* en la percepción de la disonancia es decir, en la falta de correspondencia, conformidad o igualdad entre dos o más cosas, y una implicación del *HD* en la percepción de la consonancia la coincidencia vocálica, prosa y consonántica. Estos investigadores estudiaron a un sujeto que había sido sometido a una cirugía donde se le retiró el cuerpo caloso quedándose sin comunicación entre hemisferios y después descubrieron que el sujeto no podría apreciar la música debido que el *HI*, especializado en la precisión de lenguaje y percepción de la disonancia de las notas, dependía del *HD* para apreciar las emociones y prosa de la música. En un Grupo Control aparte con sujetos sanos cognitivamente, encontraron que evidentemente sí apreciaban la música con naturalidad.

Por otra parte, Díaz-Morales y Escribano (2014) señalan que la *L* se encuentra mayormente definida en varones que en mujeres por el mayor índice de conexiones en el cuerpo caloso de las femeninas, dado esto, se ha sugerido que los hombres diestros tienen mayor susceptibilidad a tender a precisar y reflexionar con más lentitud, cualidad que puede aumentar con el tiempo; no obstante, la lentitud, reflexión y precisión son herramientas que favorecen el análisis, por lo que no pueden señalarse ajenas respecto al desarrollo cognitivo.

Con lo anterior, Godard y Fiori (2011) encontraron que existen ventajas de las mujeres en el reconocimiento de rostros y ponen de manifiesto la cooperación

interhemisférica simétrica mayor en las mujeres, por otra parte, los hombres son influenciados por la expresión facial ante el reconocimiento de rostros, algo lo que estos investigadores no observaron en las mujeres. Al respecto, Ingalhalikar, Smith, Parker, Satterthwaite, Elliot, Ruparel, Hakonarson, Gur, Gur, R., y Verma (2013) indican que las conexiones intrahemisféricas de hombres y mujeres son distintas, es decir, mientras que los hombres tienen muchas conexiones dentro de cada uno de los dos hemisferios, las mujeres poseen muchas conexiones entre ambos. Esto no quiere decir que la estructura cerebral de hombres y mujeres sea diferente, sino más bien es distinta en el cómo está conectado el cerebro entre ambos géneros.

Por su parte, Parente y Tommasi (2008) y Rueckert y Pawlak (2010) indican que el *HD* se encuentra relacionado con la atribución de género en los rostros percibidos tanto en hombres como mujeres, sin embargo, identificaron mayor actividad del *HD* en el reconocimiento de los rostros femeninos, ante esto, se sugiere que este sesgo podría tener una relación emocional respecto a la imagen materna. Estos investigadores afirman que el *HD* se encuentra muy relacionado con la cognición social ante su capacidad para reconocer rostros, expresiones y aspectos emocionales involucrados en las habilidades sociales.

Hallazgos sobre lateralidad

Con relación a los antecedentes de la *L*, Domínguez-Ballesteros y Arrizabalaga (2014) plantean que evidentemente la lateralidad es una cualidad extendida por todo el reino de los vertebrados. Los seres humanos muestran esta cualidad y la especialización de cada hemisferio en el cerebro humano ya se encontraba presente desde los primeros vertebrados, es decir, desde siempre han existido personas diestras y zurdas en función de la extremidad superior que asigna el papel dominante. Durante décadas se ha pensado que la proporción de personas zurdas en una población se ha mantenido constante en todas las culturas inclusive

durante los periodos evolutivos del hombre, sin embargo, la *L* se ve afectada por influencias socioculturales y varía geográficamente y cronológicamente. Mediante el estudio de restos arqueológicos, ha sido posible obtener información acerca de la lateralidad de los antepasados y determinar los índices de lateralidad para las poblaciones precedentes.

La *L* ha sido objeto de estudio por parte de las neurociencias cognitivas en pro de la comprensión del funcionamiento cerebral. En el caso de la educación, se deben cimbrar esfuerzos en comprender lo que sucede en el cerebro que es la base de todo proceso de aprendizaje. Si bien es pertinente continuar profundizando en el estudio del cerebro, los educadores deben aliarse con aquellos aspectos que las neurociencias pueden aportar para una mejor comprensión de los procesos cerebrales y emprender caminos que amplíen los conocimientos sobre el desarrollo de las habilidades cognitivas de los alumnos.

Con respecto a los hallazgos en precisión espacial y *L*, Stöckel y Weigelt (2011), identificaron que una extremidad dominante puede incrementar sus habilidades motoras de precisión después de practicar con la extremidad no dominante. Encontraron que los sujetos participantes que iniciaban practicando con su mano no dominante se beneficiaron más de la práctica de los participantes a partir de su mano dominante. Estos resultados indican que las tareas de precisión espacial se aprenden mejor después de la práctica inicial con la mano no dominante, mientras que sugieren que la práctica inicial con la mano dominante es más eficiente para las tareas productivas de máxima fuerza. Un año antes, Senff y Weigelt (2010) ya habían identificado que al utilizar las extremidades dominantes y no dominantes en la práctica motora se influye en la adquisición de nuevas tareas motoras, es decir, observaron que los individuos que practicaban con su extremidad no dominante mejoraron la destreza de su extremidad dominante después de la práctica. Se sugiere que esta propuesta puede favorecer la

conexión interhemisférica después del ejercicio motor, generando mayor amplitud de los procesos entre ambos hemisferios.

Continuando con estas evidencias, Kasuga, Matsushika, Kasashima-Shindo, Kamatani, Fujiware, Liu y Ushiba (2015) encontraron que la excitabilidad cerebral –*actividad neuronal*– en el lado dominante es mayor que el hemisferio no dominante, esto sustenta la idea que la habitualización de las extremidades y hemisferio dominante que son reforzadas constantemente pueden llegar a habitar formas de pensar repercutiendo en la búsqueda de soluciones, reflexión y toma de decisiones. Al respecto, Rampala (2013), identificó que los individuos que poseen una *L* no definida poseen menos ansiedad al público, esto sugiere que la participación y comunicación de ambos hemisferios es crucial para el control de emociones que en aquellos sujetos bien lateralizados.

Por otra parte, Lyle y Grillo (2013) plantean que las personas difieren en la consistencia con la que utilizan una mano sobre la otra para realizar sus actividades cotidianas, es decir, algunas personas son muy consistentes habitualmente usando una sola mano para realizar la mayoría de tareas, otros son relativamente incompatibles y por lo tanto hacen un mayor uso de ambas manos. Los individuos menos consistentes han demostrado que difieren de los consistentes en numerosos aspectos de la personalidad y la cognición. Los individuos muy lateralizados poseen significativa tendencia a ser sujetos autoritarios por su habitualidad, es decir, se ha sugerido que el autoritarismo se haya significativamente relacionado con la inflexibilidad cognitiva.

Respecto a lo anterior, Dinsdale, Reddon y Hurd (2010) identifican que el tema de la agresión se encuentra relacionado con una *L* muy definida mayormente en los varones, que aquellos que poseen ambidextrismo, esto sugiere que el aumento de la inflexibilidad cognitiva derivada de una baja conectividad

interhemisférica, puede generar agresión como medio para la resolución de problemas o para alcanzar metas u objetivos deseados. En sentido, cabe señalar que la agresividad puede poseer un papel dentro del hedonismo –*teoría que establece el placer como fin y fundamento de la vida*–, es decir, se ha sugerido, que contrario a lo que se cree, las personas agresivas descargan emociones y fuerza a menudo, facilitándoles un mejor control del estrés, de ésta manera, si la conducta agresiva se habitualiza, puede generarle placer a la persona que la practica y esto provocarle consecuencias futuras.

Con estas implicaciones, Howard y Reggia (2010) proponen que la lateralización de un comportamiento adquirido anteriormente puede influir en la lateralización de un comportamiento posterior en desarrollo, pero también los cambios temporales mediante la plasticidad neuronal pueden dar lugar a diferencias en la lateralización de las funciones adquiridas en diferentes momentos. La lateralización de un comportamiento o función puede afectar a la lateralización de otro comportamiento o función de manera fundamental. Se ha sugerido que la habitualización de la lateralidad que se refuerza constantemente, puede llegar a habituar formas de pensar, solucionar, reflexionar y tomar decisiones conscientes.

Respecto a la recuperación de información, Sontam y Christman (2011) afirman que los individuos que ya poseen una destreza mixta, es decir, los ambidiestros, poseen mayor flexibilidad y facilidad en la recuperación de conceptos almacenados en la memoria, es decir, se ha sugerido que la destreza mixta se asocia con una mayor flexibilidad cognitiva respecto a la asociación de conceptos. Al respecto Chu, Abeare y Bondy (2011), indican que una lateralidad no consistente, es decir, no definida, se asocia con un mejor rendimiento de la memoria en las tareas de memoria episódica –*memoria relacionada con sucesos autobiográficos como momentos, lugares, emociones asociadas y demás*

conocimientos contextuales que pueden evocarse de forma explícita— que aquellos individuos bien lateralizados. Se ha sugerido que la comunicación entre hemisferios de la corteza cerebral procesa y asimila mayor cantidad de vínculos entre la información entrante, de manera que pueda ser recuperada con mayor probabilidad.

Siguiendo con lo anterior, Christman, Henning, Geers, Propper y Niebauer (2008) identificaron que las personas ambidiestras muestran una mayor tendencia a actualizar lo que conocen en respuesta a determinadas informaciones que consideren incompatibles. Por otra parte sugieren que el *HI* tiende a mantener los conocimientos actuales, mientras que el *HD* eventualmente los evalúa y actualiza, sin embargo, la maduración cerebral del individuo decidirá si en determinado momento la decisión a tomar deberá ejecutarse o no

Con éstas implicaciones, Simon-Dack, Holtgraves, Hernández y Thomas (2015) identificaron que la actividad neuronal en la transferencia interhemisférica de derecha a izquierda es más rápida que al contrario, es decir, señalan que el dominio de un hemisferio puede traer un costo para la comunicación interhemisférica. Esto quiere decir que habitar el dominio de un hemisferio durante mucho tiempo, durante muchos años de consolidación, puede generar maneras de pensar habituales y rutinarias por lo que se vería perjudicado el proceso divergente. Por otra parte, es necesario comentar, que el cerebro tiende a habitar y generar rutinas para estabilizar los procesos en pro de un bajo consumo de recursos, esta es la razón del porqué se tiende a descansar que trabajar, estar de ocioso que estudiar, ya que el esfuerzo cognitivo requiere mayor trabajo cerebral. Esto no significa que el cerebro se encuentre en contra del individuo, sino que prioriza en la supervivencia y el bajo consumo de recursos. Por este motivo, si bien el sujeto debe ejercitar su cuerpo, también es preciso entrenar y

fortalecer las capacidades cognitivas para reforzar su conectoma –*redes neuronales*– y rendimiento.

Respecto al consumo de recursos y L, Cherbuin y Brinkman (2010), afirman que cuando la activación hemisférica es modulada por una tarea lateralizada y realizada simultáneamente con una segunda tarea, el rendimiento en la segunda tarea se ve afectada por el lado del hemisferio más activo. Se cree que este efecto es producto de la competencia por los recursos limitados necesarios para completar las dos tareas y/o por una mayor distribución de la atención al hemisferio más activo.

Es preciso señalar que la práctica y el adiestramiento pueden impactar en la *L* del sujeto. A este respecto Walker y Henneberg (2007) realizaron un estudio solicitando tanto a diestros como zurdos que practicaran la escritura con su mano no dominante durante un tiempo aproximado a un mes y observaron que al final del periodo la escritura era de buena calidad y el grado de satisfacción de los participantes fue muy positivo ante el logro. Se puede mencionar que la capacidad de las neuronas para regenerarse tanto anatómica como funcionalmente y formar nuevas conexiones sinápticas, permite que la plasticidad neuronal posibilite en el cerebro la facultad para recuperarse y reestructurarse.

Por otra parte, Bryden (2015) sostiene que el comportamiento de la *L* se encuentra relacionado con la destreza motora y la complejidad de la tareas en sujetos lateralizados, es decir, la preferencia manual podría ser indiscriminada en cuanto a tareas simples, por ejemplo alcanzar o agarrar podría llevarse a cabo igualmente por cualquiera de las manos, sin embargo, cuando se trata de tareas especializadas, tales como la manipulación fina motora, se lleva a cabo mejor por la mano o pie preferido por el sujeto debido a su lateralización, esto habitualiza al

sujeto y genera que sus extremidades dominantes sean seleccionados con mayor frecuencia.

Respecto a la fuerza de agarre y musculatura de extremidades, Li, He, Li, Ch., Wang, Slavens y Zhou (2015) encontraron que la fuerza en las extremidades no se relaciona con la *L*, es decir, no por ser diestro significa tener mayor fuerza en la mano o brazo derecho, sino que la fuerza depende de otro factores exógenos a la *L*. Con relación a esto, Dongen, Galis, Ten, Heikinheimo, Wijnaendts, Delen y Bots (2014), sugirieron que la *L* podría tener una base en la genética debido a la predisposición del tamaño de los huesos de las extremidades, sin embargo, el largo y fortaleza de las extremidades precisa de mayor estudio, debido que no necesariamente un diestro definido tiene mayor fuerza o agarre en su extremidad predominante. Por otra parte, Flindall, Doan y González (2013), identificaron que los diestros poseen un mejor agarre y destreza para la motricidad guiada por el campo visual, con esto se llegó a sugerir el por qué existen más diestros que zurdos, de hecho culturalmente la palabra diestro tiene un origen etimológico de considerarse una persona hábil y apta. Quizá la adaptación al ambiente mediante el manejo de herramientas y recursos para el trabajo manual presionó al homínidos para que fuese preponderante priorizar en las habilidades manuales y de fuerza para el trabajo.

Con relación al aprendizaje, Verman y Brysbaert (2014), afirman que el conocimiento relacionado con el uso de herramientas –*objetos*– y de reconocimiento de herramientas se encuentra mayormente gestionado por el *HI*. No obstante, Bourne y Watling (2014), sostienen que los aprendizajes con mayor carga emocional se relacionan mejor con el procesamiento del *HD*, por ejemplo, la gestión de la ira, la felicidad y la tristeza. En este respecto, Abbott, Cumming, Fidler y Lindell (2012), plantean que existe una especialización del *HD* para la percepción de la emoción y si bien esto es una pieza clave del aprendizaje, no

deja de lado al *HI* que es complemento de este procesamiento emocional. Se ha sugerido que las emociones son el punto central de la toma de decisión humana y del aprendizaje, debido que cuando el sujeto aprende algo nuevo, se genera síntesis de proteínas que unen los axones de las neuronas formando una red que guarda lo aprendido, si en este proceso existen emociones, dependiendo del grado de éstas, el aprendizaje se consolida con mayor fuerza debido que el axón se engruesa por el fluido constante de proteínas –*neurotransmisores*– y el recuerdo se fortalece. Un recuerdo bien consolidado y reforzado es más fuerte ante la interferencia o al olvido, por este motivo, es difícil olvidar recuerdos de eventos impactantes vividos personalmente.

Por su parte, LeDoux (1996), afirma que además que las emociones controlan la toma de decisiones y el aprendizaje, explica que la corteza cerebral –*manto de tejido nervioso que cubre la superficie de los hemisferios cerebrales, alcanzando su máximo desarrollo en los primates*– y la amígdala –*parte del sistema límbico, es decir, núcleos neuronales localizados en la profundidad de los lóbulos temporales de los vertebrados complejos, incluidos los humanos*– conforman dos polos enfrentados, es decir, mientras que el cerebro racional –*neocorteza*– enfatiza en el dominio propio, la disciplina y la racionalidad, el sistema central está centrado en la sobrevivencia, los reflejos y el hedonismo, esto explica por qué generalmente los alumnos prefieren momentos de pereza a estudiar ya que la carga cognitiva del esfuerzo requiere de consumo de recursos. Esta constante lucha, se debate entre un cerebro antiguo que prefiere la comodidad ante el dolor o el trabajo y la sobrevivencia a los modales y al dominio propio.

Referente a los procesos atencionales con respecto a *L*, Vos y Whitman (2013), identificaron que el *HD* posee mayor actividad y especialización en procesos relacionados con vigilancia y la captura de la atención, mientras que el

HI para la evaluación de los objetivos y para mantener la atención prestada. Esto indica que el *HD* posee un papel preponderante con aspectos relacionados con la supervivencia, la vigilancia y la alerta, para pasar el proceso a ser analizado y evaluado por el *HI* y mantenido si fuese el caso. Respecto a esto, Hanbury, Edens, Fontenot, Greer, McCoy y Watson (2012) sostienen que existe una especialización del *HI* para el procesamiento de los comportamientos relacionados con enfoque atencional, es decir, después de una reacción emocional hacia un estímulo determinado, el *HI* muestra mayor actividad en el proceso de atención sostenida.

Por otra parte, Jackson, Hobman, Jimmieson y Martin (2012) sostienen que la posibilidad de asistir e identificar información global o local se encuentra en los dos hemisferios del cerebro humano, es decir, el *HI* asiste mejor a las tareas de manera local focalizada, mientras que el *HD* hacia una supervisión de información de manera global. Asimismo, Poynter y Roberts (2011) afirman que respecto a la precisión de objetivos y velocidad de procesamiento de información, el *HD* muestra mayor actividad y eficiencia que el izquierdo en el procesamiento global y el *HI* se muestra más eficiente que el derecho sobre el procesamiento atencional localizado. Ante estas afirmaciones, Kruse y Hübner (2011) plantean que los hemisferios cerebrales no difieren en su capacidad de identificación de información de manera global o local, sino más bien difieren en su capacidad para procesar el contenido.

Con las contribuciones anteriores, Brailsford, Catherwood, Tyson y Graham (2013), sostienen que los factores atencionales como la alerta muestran mayor actividad en el *HD*, esto complementa a los estudios realizados por Vos y Whitman (2013), demostrando la importancia de la supervivencia y la atención en situación emergentes. Es bien sabido que el sistema límbico se encuentra muy relacionado con la alerta y la supervivencia, sin embargo en este trabajo se hace alusión al estudio de la participación de los hemisferios cerebrales en estas implicaciones.

Hallazgos sobre creatividad y lateralidad

La creatividad es un aspecto necesario y muy significativo para lograr innovaciones en la ciencia, la economía, las artes y la vida cotidiana; por lo tanto, la mejora del desarrollo creativo es un campo importante en la investigación de las neurociencias. La creatividad como cualquier otro proceso cognitivo, es el resultado de la asociación neuronal en el cerebro. A este respecto, Logatt y Castro (2011), afirman que la asociación de elementos en el cerebro es un proceso generado por neuronas asociativas que son células cerebrales multipolares que enlazan otras neuronas conectando puentes de comunicación entre ellas. Con esto, Jiménez, Artiles, Rodríguez, García, Camacho y Morales (2008), sostienen que el hombre no se distingue cognitivamente de las demás especies por la cantidad de neuronas que posee, sino por los procesos asociativos entre ellas y la múltiple y compleja conexión entre contactos neurales para un simple pensamiento. La asociación en el cerebro es el principio de la plasticidad neuronal conocida como la capacidad del cerebro para reestructurarse, reordenarse y reinventarse. Todo esto repercute en la ideología del sujeto y su comportamiento hasta el último día de su vida.

Bajo este marco, Rominger, Papousek, Fink y Weiss (2013) identificaron mayor creatividad verbal relacionada con la motricidad de la mano izquierda. Estudiaron mediante un experimento el dominio de la creatividad figurativa asociada con el *HD*, a partir de la Prueba de Torrance del Pensamiento Creativo. Encontraron mayor creatividad figurativa relacionada con aquellos que utilizaron la mano izquierda que los diestros. Identificaron mayor actividad de ciertas partes del *HD*, sugiriendo su correlación con la creatividad. Asimismo, Turney, Hahn y Kellog (2016) encontraron que la activación de las extremidades izquierdas favoreció la creatividad verbal en sujetos con lateralidad diestra. Por otra parte, Gold, Faust y Ben-Artzi (2011), exponen que existe una amplia investigación que sugiere que el

hemisferio cerebral derecho juega un papel central en la creatividad verbal relacionada con la comprensión de la metáfora. No obstante, es necesario seguir analizando la premisa de la *L* en el lenguaje debido la especialización de *HI* en esta área.

Con relación al proceso emocional y musical, Stein (2011), sostiene que el cerebro etiquetando los datos por medio de emociones, permite enmarcar la información almacenada en memoria a largo plazo –*MLP*– mediante marcos de tipo positivo o negativo, lo que tiene impacto sobre los juicios del sujeto a partir de lo que conoce y su toma de decisiones. A este respecto, el *HD* juega un papel importante en el procesamiento emocional de los estímulos, de manera que se ha sugerido que los individuos ambidiestros poseen mayor asimilación de emociones y susceptibilidad a efectos de encuadre de emociones respecto a la información recibida y a los estímulos que perciben. Esto ha se ha reflejado contemporáneamente en los músicos ejecutantes de instrumentos con ambas manos, que crean y generan melodías y canciones bajo un esquema afectivo y emocional. De hecho es evidente que todo el escenario artístico y musical trabaja por medio de la emoción, y por este motivo, los músicos son capaces de relacionar mejor el lenguaje con la emoción y la armonía musical para generar piezas musicales y entonaciones comúnmente consideraras “*inspiradas*” que impactan emotivamente en otros individuos.

Respecto a lo anterior es preciso señalar, que durante la ejecución de un instrumento de cuerda por parte de un sujeto diestro, el movimiento y cambio de acordes y arreglos los realiza con su extremidad izquierda que se encuentra relacionada por el *HD*, esto puede explicar que la creatividad emocional y musical especialmente procesada por este hemisferio genere la espontaneidad y lucidez creativa en este aspecto. Acorde con esto, no solo el cerebro de los músicos hacen esto –*aunque si es más sensible en ellos*–, sino que todas las personas

etiquetan recuerdos y pensamientos asociándolos a emociones de tipo negativo y positivo, de esta manera afectan su toma de decisiones posterior (Smith y Bulman-Fleming, 2007).

Con las ideas expuestas, Lindell (2010), sostiene que la literatura a lo largo del tiempo ha sugerido que el *HI* se ha especializado en los aspectos analíticos y quizá por esto se le ha otorgado al *HD* la suma autonomía de la creatividad. Esto es equivocado, ya que si bien la activación y actividad del *HD* se correlaciona con el pensamiento creativo, esto ha provocado que una gran cantidad de libros de divulgación pregonara la gran premisa, sin embargo, se ha afirmado que la creatividad no es una función lateralizada, sino más bien se deriva de la interacción e integración de la información entre los hemisferios izquierdo y derecho. De acuerdo con esta perspectiva, los individuos con una mayor comunicación interhemisférica evidenciarán una mayor capacidad creativa. Al respecto, O'Rourke, Harrmann, George, Smaly, Grunewald y Dien (2015), encontraron que el pensamiento divergente asociado al pensamiento creativo, se genera con una participación de ambos hemisferios, empero, observaron una mayor participación del *HD*. Esto supone que aunque ambos hemisferios son colaboradores, uno de ellos debe especializarse y el otro le complementa.

La interacción entre las muchas y variadas a menudo distantes regiones corticales, tanto a través de los hemisferios izquierdo y derecho conforman un componente crucial para la creatividad. Streuli, Obrist y Brugger (2015) afirman que esta interacción facilita la integración de una variedad de habilidades cognitivas separadas para fomentar el pensamiento creativo. Como tal, la creatividad es mejor conceptualizada como un acto distribuido, en vez de considerarse un acto autónomo. La imaginación creativa se evidencia con mayor frecuencia en la primera infancia, debido a la no lateralización de los infantes, sin embargo el esquema creativo parece disminuir conforme la adolescencia, debido

que la lateralización se define. Al respecto, Donnot, Phelip, Blättler y Vauclair (2013), plantean que los niños menores de 9 años manejan mejor la interconectividad cerebral de ambos hemisferios, es decir, puede que el bajo índice de *L* favorezca el procesamiento holístico de información entrante. Una tarea de múltiples componentes demanda diferentes recursos de los dos hemisferios cerebrales, y entre mayor conectividad haya entre estos, más fácil podría realizarse o solucionarse.

Respecto a la *L* en la infancia, Franchin, Agnoli y Dondi (2012), identificaron que los niños de cinco meses de edad reaccionan mediante un sobresalto de todo el cuerpo ante un sonido acústico inesperado, esta respuesta según estos investigadores es lateralizada ya que identificaron mayor actividad predominante del *HD*. Sin embargo lo sucedido se puede explicar, como se observará más adelante, porque el *HD* se encuentra fuertemente implicado en el procesamiento de las emociones negativas.

Lateralidad: zurdos y diestros

En el apartado sobre la aproximación al concepto de *L* se observaron algunas ideas relacionadas con su etiología, no obstante, aunque esta investigación no trata sobre este asunto, es importante señalar algunos aspectos relacionados con el marco histórico que ha permeado la idea de la zurdera y los diestros a través de los años. A este respecto, Kushner (2012), afirma que la historia de la zurdera no tuvo inicios culturales agradables, sino que fue estereotipada y considerada como desaprobada y desafiante. Los niños zurdos han sido obligados por todo un sistema psicológico escolar para usar forzosamente la mano derecha.

Han existido ideologías y pensadores que estereotiparon y discriminaron la zurdera desde tiempos inmemorables considerando culturalmente a los diestros como impulsores y sagrados y los izquierdos como profanos, de hecho,

contemporáneamente en política ser de izquierda es ser considerado de poseer ideologías de oposición, aunque esta postura es un concepto superficial. Por su parte, Dragovic, Badcock, Sanja, Gregurovic y Šram (2013), afirman que históricamente ha existido un estereotipo relacionado con la discriminación social de los zurdos, es decir, se han percibido como grupo inferior, sin embargo, esto tiene raíces culturales y de ideologías grupales sin algún sustento racional. No obstante, Porac (2009), afirma que la experiencia de ser presionado para cambiar a la escritura en zurdos o diestros no es suficiente para cambiar los patrones de *L*, es decir, los zurdos que cambian con éxito a la escritura con la mano derecha, continúan siguiendo un patrón de lateralización del lado derecho inherente al que ya poseían.

Con las implicaciones anteriores, Westmoreland (2015), plantea que históricamente la lateralidad se ha relacionado culturalmente con la mano derecha, y la zurdera ha sido considerada una regresión, defecto e inclusive deformidad o contrariedad en diferentes culturas. Estas ideas se han reforzado debido al gran porcentaje de personas diestras en el mundo, sin embargo, McKay, Iwabichu, Haberling, Corballis y Kirk (2015) afirman que las estructuras cerebrales son distintas entre zurdos y derechos, es decir, identificaron que los zurdos poseen mayor cantidad de conectividad anatómica en el cerebro. Por otra parte, Mukherjee (2016), afirma que la mayoría de los líderes mundiales son zurdos y estudió a más de 200 líderes con zurdera, encontrando una fuerte relación de la lateralidad derecha relacionada con un liderazgo enfatizado en la motivación de los seguidores y mayor sensibilidad conductual que los líderes diestros. No obstante y por otra parte, también se ha sugerido que el dominio del *HD* preponderante en las personas zurdas, es un indicador de desórdenes cognitivos debido a la especialización del *HD* en el procesamiento de la información emocional, sin embargo, saltan a la vista dos aspectos cruciales de reflexión ante

estas premisas, primeramente *¿qué pasa con los individuos zurdos, el liderazgo y el centro emocional?*, un caso interesante es el de Barack Hussein Obama II, presidente número 44 de los Estados Unidos de América que siendo zurdo, gobernó una nación primermundista por 8 años consecutivos. Por otra parte y sin entrar más en el aspecto del liderazgo, es evidente que históricamente los músicos han tenido que desempeñar ambas extremidades, existiendo músicos zurdos entre ellos. Se puede indicar que el aspecto de control emocional es una cualidad de la maduración de los centros emocionales de la corteza cerebral, de esta manera, es posible el dominio propio y el control de los estilos y reflejos que intentan dominar al sujeto. Es necesario continuar analizando y estudiando esta cuestión sin perder de vista el aspecto de la maduración cerebral, como uno de los pilares del comportamiento consciente del individuo.

Por otra parte y de acuerdo con Porac y Lee (2007), la presión por cambiar las preferencias de lateralidad, es decir, intentar cambiar a un zurdo en derecho, son prácticas definidas de países socialistas donde prevalece la idea de que todos los individuos son iguales y deben poseer las mismas condiciones de adoctrinamiento. Se ha sugerido que ser diestro es un común denominador en culturas formales donde la tasa de presión por cambiar a un niño zurdo en derecho es mayor.

Por otra parte en lo referente a las finanzas, Ruebeck, Harrington y Moffitt (2007), sostienen que existe un efecto significativo respecto a mejores salarios de varones zurdos con altos niveles de educación que diestros, esto puede explicarse debido que el *HD* se encuentra especializado en el procesamiento de información de forma global, lo que sugiere mayor rapidez respecto a la toma de decisiones emergentes, evaluando por estructuras globales y siendo más susceptible a actualizar el conocimiento, cambiar de paradigma y forma de ver las cosas. En el mundo de los negocios y en el liderazgo se toman decisiones rápidas y se precisa

de una actitud asertiva, ante esto se ha sugerido que los zurdos podrían ser más propensos a tomar más riesgos financieros. Por otra parte, el *HI* puede implicarse en un análisis más detallado de la situación, además una lateralidad muy definida y consistente puede generar inflexibilidad ante nuevos escenarios, lo que provoca que los individuos opten por la estabilidad y mayor tiempo de reflexión sobre un determinado asunto.

Por su parte, Hiraoka, Igawa, Kashiwagi, Nakahara, Oshima y Takakura (2017), identificaron que los individuos zurdos infieren, reflexionan y toman decisiones más rápido que los diestros, esto sugiere que la zurdera en los líderes trae una ventaja en su rol de toma de decisiones emergentes, debido que son sujetos que deben tomar decisiones buenas con rapidez evitando a toda costa perjudicar intereses.

Con las afirmaciones anteriores, Auer, Schwarcz, Aradi, Kalmár, Pendleton, Janszky, Horvath, Szalay, Dóczy, Komoly y Janszky, J (2008), afirman que el *HD* en los varones se encuentra mayormente relacionado con la decisión de qué extremidad superior motora se debe utilizar en determinada instrucción emergente, no obstante, aunque el *HI* también participa, el *HD* presenta una mayor actividad en este aspecto, aunque precisa de la activación de otras zonas cerebrales tales como la unión parieto-temporo-occipital y el sistema visual incluyendo el cuneus, precuneus y lingual gyrus. Respecto a la lateralización en los zurdos, Jarret (2013), afirma que tales son menos propensos a utilizar el *HI* para el lenguaje, ya que se ha sugerido que en la gran mayoría de la población diestra la función del lenguaje se haya casi siempre especializada por el *HI* y esta es la razón por la que una apoplejía o lesión sufrida en el lado izquierdo del cerebro tiende a generar problemas en el lenguaje. Entre los diestros, el dominio del lado izquierdo para el lenguaje se acerca al alza de 95 por ciento de prevalencia, sin embargo, entre las personas zurdas esta cae a 70 por ciento, es

decir, son más propensos a extender el dominio del lenguaje entre ambos hemisferios.

Por otra parte, Herzig y Mohr (2012), afirman que existen estudios relacionados con la depresión y el desorden cognitivo y perceptivo en individuos no lateralizados, sin embargo se ha identificado que la desorganización cognitiva e inestable se relaciona más con las circunstancias de vida de los individuos, es decir, con los niveles de estrés en el cerebro y el consumo de sustancias, así como malos hábitos de alimentación y sueño repercuten directamente en el deterioro cognitivo y la atención. Al respecto, Wright y Hardie (2011), sostienen que existe literatura que ha calificado a los zurdos como ansiosos o inhibidos debido a la participación activa y predominante del *HD*, sin embargo se ha encontrado que esta cuestión se encuentra mayormente vinculada a que existe una mayor sensibilidad hacia la elaboración de planes, objetivos y pensamiento divergente, lo que provoca que las personas zurdas lidien con mayor cantidad de variables en el procesamiento mental consiente.

Con las implicaciones anteriores, Barnett (2008) y Jackson y Coney (2010), afirman que el *HD* se encuentra especializado en el "*Subitising*", término referido del vocablo en inglés para designar el reconociendo visual instantáneo de un número de objetos en un grupo pequeño sin contar, por ejemplo, cuando se sabe que hay 4 monedas sin tener que contarlas. Esta premisa concuerda con la idea de que el *HD* procesa información estructural de manera holística para luego pasar por partes analizadas mediante una especialización y focalización del *HI*. Por otro lado, se ha sugerido que el *HD* tiene una mayor facilidad para el procesamiento de color, no obstante, las tareas de denominación, clasificación y categorías de los colores muestran mayor actividad y asociación en el *HI*.

Con estas afirmaciones, Hirnstein, Hausmann y Lewald (2007), señalan que el *HD* se encuentra implicado significativamente en el procesamiento de colores, la música, la precisión en el espacio en movimiento y antes sonidos verbales con emoción, Es necesario indicar, que el escuchar conforma un medio para el aprendizaje por dos razones principales: primero, la memoria sensorial ecoica – *auditiva*– es ligeramente mayor a la icónica –*imágenes*– por lo que se retiene un poco más de tiempo, y por otra parte, las emociones –*ejes del aprendizaje asociativo*– generan que los aprendizajes se refuercen, es decir, se sugiere que el docente imparta su cátedra con un toque emocional en cuanto a su discurso, esto no solo captaría la atención del alumno, sino que podría tener mayores posibilidades de asociar emociones al aprendizaje y estabilizar el recuerdo.

Con relación al factor musical, Špajdel, Jariabková, Riečanský (2007), identificaron que tanto músicos como no músicos muestran mayor actividad en el *HD* para el procesamiento de sonidos musicales no verbales, y una ventaja del *HI* para la entonación de elementos verbales. Esto contribuye hacia la idea de que el *HI* se encuentra especializado en el lenguaje y el *HD* en el procesamiento musical no verbal. Al respecto, Lindell, Arend, Ward, Norton y Wathan (2007) afirman que el *HI* posee una mayor ventaja para el reconocimiento visual de palabras, precisamente en la capacidad de codificación de los estímulos verbales como unidades de percepción individuales. Por otra parte, en lo referente al factor emocional en el lenguaje, Godfrey y Grimshaw (2011), plantean que el *HD* posee una facilitación en el papel del procesamiento lingüístico emocional. Se ha sugerido que el aspecto emocional es un factor constante en los seres humanos y de hecho por él, los individuos aprenden de mejor manera. Es evidente que el proceso emocional en el cerebro es un escenario de estudio por las neurociencias cognitivas, debido que conforma una constante en el desenvolvimiento humano.

En este marco reflexivo, Balconi y Mazza (2009) y McElroy y Corbin (2009), indican que las respuestas laterales derecha e izquierda variaban en función de los tipos emocionales, es decir, identificaron un aumento de la actividad frontal derecho para emociones negativas aversivas frente a un aumento de la respuesta del *HI* para las emociones positivas en rostros. Se sugiere que la rápida respuesta del *HD* en cuanto a emociones negativas sea un indicador de supervivencia para el ser humano, no solo en situaciones físicas, sino también psicológicas. Los recuerdos negativos son captados y consolidados rápidamente e incluso, son muy difíciles de olvidar. La facultad del ser humano para tener presente las situaciones negativas es un indicador de supervivencia que el cerebro prioriza para evitar consecuencias o situaciones futuras que pongan en peligro la integridad del sujeto.

Respecto a lo anterior, el cerebro humano se ha acondicionado para atender mejor las alertas y manejar las emociones negativas con mayor prontitud; al respecto, Salín-Pascual (2015), afirma que durante actividad onírica, es decir durante el hecho y acto de soñar, el porcentaje de contenido de las ensoñaciones en las personas se inclina hacia los elementos negativos que reflejan amenaza. Se ha propuesto que la actividad onírica cargada de situaciones negativas y aversivas, genera esquemas de representación que alertan y preparan al sujeto para enfrentar situaciones y circunstancias que podrían situar en peligro su integridad. Se estima que aproximadamente el 80% de las ensoñaciones contienen emociones negativas, mientras que el resto se reparte entre ensoñaciones con carácter positivo y neutro. Por su parte, Alves, Aznar-Casanova y Fukusima (2009) identificaron que el *HD* posee mayor percepción de las expresiones y emociones negativas pero también positivas, además indican que el *HD* procesa mejor los tiempos de reacción y posee un índice de menor error de

juicio, por otro lado, se identificó mayor actividad en el *HI* al percibir informaciones neutras es decir, con el mínimo de emociones.

Hallazgos sobre lateralidad y lenguaje

El lenguaje se conforma como aquel conjunto de señales y códigos lingüísticos normados con significado, útiles para interacción humana y la cohesión social y cultural, que permiten la transmisión de datos, información y conocimiento intergeneracional a la vez que ordenan e interiorizan el pensamiento (Cantú, De Alejandro, García y Leal, 2017). Al respecto, Calvo y Nummenmaa (2009), Nicholls (2010), Badcock, Nye y Bishop (2011) y Kang, Herrón, Ettliger y Woods (2015), afirman que el lenguaje es un proceso que se encuentra especializado en el hemisferio izquierdo en la mayoría de las personas, identificando ventajas y mayor actividad del *HI* para el procesamiento de lenguaje focalizado y secuencial, facilitando el tratamiento de informaciones verbales y textuales. Sin embargo, McGraw, Liederman, Johnsen, Lincoln y Frye (2011) y Thorne, Hegarty y Catmur (2015) señalan que si bien el *HI* se encuentra más especializado en el procesamiento y precisión del análisis del lenguaje, cuando este proceso contiene aspectos emocionales en la prosodia, la participación del *HD* aumenta.

Con lo anterior, Godfray y Grimshaw (2011) identificaron que el *HD* se involucra en el procesamiento del lenguaje cuando éste lleva prosodia emocional, es decir, reacciona cuando detecta carga emotiva en el lenguaje, aunque sean tareas especializadas del *HI*. Por otro lado, Jonczyk (2014), encontró mayor actividad en el *HD* cuando el sujeto se enfrenta a un lenguaje emotivo negativo. Es evidente que los mensajes orales o escritos en el lenguaje poseen un componente semántico implícito, ya que tienen un propósito y son elaborados bajo un esquema emocional. El cerebro reacciona a estas emociones para captar las intenciones y los sentimientos en la comunicación, y generalmente se coloca mayor atención en los escenarios negativos en pro de privilegiar la supervivencia.

Como se ha visto, la especialización hemisférica no es unilateral sino complementaria. Una mayor participación de ambos hemisferios en las tareas cognitivas favorece la garantía de mejores resultados. Perrone-Bertolotti, Lemonnier y Baciú (2012), Argiriou, Byfield y Kita (2014) y Shen, Aharoni y Mashal (2015) señalan que la cooperación interhemisférica aumenta la eficiencia de los procesos cognitivos, por ejemplo, el procesamiento de textos es significativamente más eficiente con la participación de condiciones bilaterales. Sin embargo, Yochim, Kender, Abeare, Gustafson y Whitman (2012) indican que el proceso de cooperación si bien puede considerarse simultáneo, es participativo por tiempo y circunstancia a velocidades cognitivas muy rápidas, es decir, dependiendo de las condiciones, eventualmente un hemisferio predomina en su actividad y el otro le complementa y viceversa. Lo importante de la especialización es la cooperación entre ambos hemisferios.

Con relación al bilingüismo, Willemin, Hausmann, Brysbaert, Dael, Chmetz, Fioravera, Gieruc y Mohr (2016), observaron que el *HD* muestra mayor actividad en un bilingüismo temprano, además identificaron que los infantes sometidos al bilingüismo en la temprana infancia, desarrollan una mejor precisión al comparar idiomas diferentes que conocen. En ocasiones se supone que cuando el sujeto aprende un segundo idioma, confunde su léxico generando desordenes de lenguaje, sin embargo, aprender más de un idioma y dominarlo no supone una regresión o perjuicio para el desarrollo cognitivo, sino más bien, una vez que se ha consolidado el aprendizaje, la memoria operativa no posee dificultades para diferenciar uno o varios idiomas. Al respecto, Hull y Vaid (2007) encontraron que las personas monolingües y bilingües que aprendieron el idioma después de los 6 años de edad, mostraron mayor actividad del *HI* en el procesamiento verbal, no obstante, observaron que los bilingües tempranos presentaron una mayor participación hemisférica bilateral. Esos investigadores sugieren que el

aprendizaje de los idiomas en la temprana edad genera patrones divergentes de la lateralización cerebral en el lenguaje durante la edad adulta.

Con lo anterior, Badsakova-Trajkov, Kirk y Waldie (2008), afirman que en las personas bilingües, se muestra una mayor interferencia del *HD* en el *HI* durante la lectura, indicando que el *HD* puede participar en mayor medida en las personas bilingües. En el contexto mexicano y americano los idiomas poseen una estructura de escritura similar, es decir, utilizan las mismas letras salvo por la "ñ" omitida en el inglés, no obstante, la situación no es la misma en otros idiomas como el japonés, que comprende en su codificación escrita tanto signos logográficos y escritura fonética, al respecto, Hanavan y Coney (2010), encontró que si bien el *HI* muestra ventaja sobre el procesamiento de la fonética, el *HD* mostró mayor facilidad para identificar y procesar la secuencias de comandos logográficos en el idioma japonés.

Con relación a la recuperación de la información verbal, Tat y Azuma (2014), señala que aunque el *HI* se encuentra especializado en el procesamiento del lenguaje, debe existir la complementariedad del *HD* para la recuperación de la memoria verbal, es decir, el recordar palabras es un proceso relacionado con ambos hemisferios. Esto sucede porque el aprendizaje se conforma mediante conjuntos de redes neuronales asociativas que son susceptibles a la emoción que las refuerza y consolida. En el acto de recuperar información almacenada en la memoria a largo plazo, la memoria operativa busca la información relacionada y entre más conexiones asociativas se hayan formado, más rápido se recupera el recuerdo. En este proceso, los recuerdos con emociones son más fáciles de encontrar ya que suman y se refuerzan con mayor número de conexiones. El *HD* al estar implicado en la especialización de la emoción, cobra relevancia su presencia en la recuperación de recuerdos.

Tendencias como el *Localizacionismo*, abrieron la idea de que el cerebro estaba dividido y conformado por áreas tan específicas de procesamiento, que se llegó a concluir que unas cuantas partes del encéfalo podrían tener la responsabilidad absoluta de determinados procesos cognitivos. Respecto al lenguaje, el Área de Broca –*pequeña sección especializada encontrada en el cerebro humano, involucrada con la producción del lenguaje y ubicada en el HI*– y Área de Wernicke –*parte encontrada en el cerebro humano situada también en el HI que se le relaciona con el papel fundamental de la decodificación auditiva de la función lingüística*–, son partes sustanciales del procesamiento de lenguaje en el HI, pero no se ha definido que solo estas locaciones realicen todo el papel de lenguaje. Lo que si se ha identificado, es que todo el cerebro se ve involucrado evidentemente mediante un hemisferio especializado y un complementario en un proceso bilateral (Gouldthorp, 2014; Mellet, Jobard, Zago, Crivello, Petit, Joliot, Mazoyer y Tzourio-Mazoyer, 2014)

Conclusiones

Antes las implicaciones vistas, es necesario llegar a un punto reflexivo sobre el tema y plantearse la posibilidad de estudiar con mayor profundidad los procesos cerebrales para comprender el hecho del por qué el cerebro tiende a lateralizar a diestros y zurdos y cuáles son las evidencias y estudios que se han arrojado de la investigación respecto al procesamiento cognitivo de los zurdos y diestros. Es evidente que el cerebro físicamente se encuentra dividido por dos grandes hemisferios conectados por una comisura central, y ante esta premisa, se ha estudiado la actividad neuronal y algunos aspectos de la especialización de cada hemisferio para comprender su participación interconectiva. Si bien se puede señalar que cada uno se encuentra especializado para realizar tareas con mayor precisión y eficacia, es preciso aclarar que el cerebro trabaja en conjunto y cooperativamente. Las ideas del *Localizacionismo* y de Galin y Onrstein (1972,

citado en Estévez, 1992) y Sperry (1973) y Herrmann (1996, citados en Velásquez, De Cleves y Calle, 2007) si bien han quedado rebasadas por los avances en neurociencias, el camino no ha terminado, y es necesario continuar en el trayecto que siga ilustrando la comprensión del cerebro.

Referencias

- Abbott, J., Cummings, G., Fidler, F., & Lindell, A. (2012). The perception of positive and negative facial expressions in unilateral brain-damaged patients: A meta-analysis. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 18(4), 437-459. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2012.703206>.
- Acosta, M. (2000). Síndrome del hemisferio derecho en niños: correlación funcional y madurativa de los trastornos del aprendizaje no verbales. *Revista de Neurología.*, 31(4), 360-367. Recuperado de: <https://www.neurologia.com/articulo/2000268>.
- Alves, N., Aznar-Casanova, J., & Fukusima, S. (2009). Los patrones de la asimetría del cerebro en la percepción de las expresiones faciales positivas y negativas. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 14(3): 256-272. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500802362927>.
- Amunts, K., Jancke, L., Muhlberg, H., Steinmetz, H., & Zilles, K. (2000). Interhemispheric asymmetry of the human motor cortex related to handedness and gender. *Neuropsychologia.*, 38(3), 304-312. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10678696>.
- Argyriou, P., Byfield, S., & Kita, T. (2014). La semántica es crucial para la participación del hemisferio derecho en el procesamiento de la metáfora: La evidencia de asimetría de la boca durante el habla. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(2), 191-210. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.951654>.
- Auer, T., Schwarcz, A., Aradi, M., Kalmár, Z., Pendleton, C., Janszky, I., Horváth, R., Szalay, C., Dóczy, T., Komoly, S., & Janszky, J. (2008). Right-left discrimination is related to the right hemisphere. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 13(5), 427-438. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500802114120>.
- Badcock, N., Nye, A., & Bishop, D. (2011). El uso funcional Doppler transcraneal para evaluar la lateralización idioma: Influencia del nivel de tarea y la dificultad. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 17(6), 694-710. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.615128>.
- Badsakova-Trajkov, G., Kirk, I., & Waldie, K. (2008). Rendimiento de doble tarea a finales de los bilingües con dominio. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 13(3), 201-16. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500701801140>.
- Balconi, M., & Mazza, G. (2009). Lateralización efecto en la comprensión de la expresión facial emocional: Una comparación entre el poder banda alfa EEG y la inhibición conductual (BIS) y sistemas de activación (BAS). *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 15(3), 361-384. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500902886056>.

- Barnett, K. (2008). El conocimiento de los colores: El papel del hemisferio derecho en el procesamiento de color y el color del objeto de conocimiento. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 13(5), 456-467. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500802146387>.
- Barroso, J., & Nieto, A. (1996). *Asimetría cerebral: hemisferio derecho y lenguaje*. *Psicología Conductual*, 4(3), 285-305. Recuperado de: <http://www.behavioralpsycho.com/PDFespanol/1996/art01.3.04.pdf>.
- Bejarano, M. & Naranjo, J. (2014). *Laterabilidad y rendimiento deportivo*. Sevilla. Universidad Pablo de Olavide.
- Bourne, V. (2006). The divide visual field paradigm: methodological considerations. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 11(4), 373-393. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500600633982>.
- Bourne, V., & Watling, D. (2014). Individual differences in emotion lateralisation and the processing of emotional information arising from social interactions. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 20(1), 95-111. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.925910>.
- Brailsford, R., Cahterwood, D., Tyson, P., & Graham, E. (2013). Noticing spiders on the left: Evidence on attentional bias and spider fear in the inattentive blindness paradigm. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 19(2), 201-218. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.791306>.
- Bryden, P. (2015). The influence of M. P. Bryden's work on lateralization of motor skill: Is the preferred hand selected for and better at tasks requiring a high degree of skill? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 21(4), 312-328. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1099661>.
- Calvo, M., & Nummenmaa, L. (2009). Lateralised covert attention in word identification. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 14(2), 178-195. DOI: <https://doi.org/10.1080/13506280802338848>.
- Campos, A. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educ@ción*, 143(1): 2-14. Recuperado en: http://www.educoea.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_143/articles/neuroeducacion.pdf.
- Cantú, D., De Alejandro, L., García, J., & Leal, R. (2017). *Comprensión lectora: Educación y lenguaje*. Bloomington: Palibrio.
- Cherbuin, N., & Brinkman, C. (2010). Hemispheric activation and interaction: Past activity affects future performance. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 10(6), 563-579. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500442000319>

- Christman, D., Henning, B., Geers, A., Propper, R., & Niebauer, C. (2008). Mixed-handed persons are more easily persuaded and are more gullible: Interhemispheric interaction and belief updating. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 13(5), 403-426. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500802079646>.
- Chu, O., Abeare, C., & Bondy, M. (2011). Inconsistent vs consistent right-handers' performance on an episodic memory task: Evidence from the California Verbal Learning Test. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(3), 306-317. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.568490>.
- Clarke, D., Wheless, J., & Chacon, M. (2007). Corpus callosotomy: a palliative therapeutic technique may help identify resectable epileptogenic foci. *Seizure*, 16(6), 545-553. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2007.04.004>.
- Díaz-Morales & Escribano. (2014). Hemisferio Preferencia de prueba: Las propiedades psicométricas y las relaciones con el rendimiento académico entre los adolescentes. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 19(6), 677-689. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.897350>.
- Dinsdale, N., Reddon, A., & Hurd, P. (2010). Sex differences in the relationship between aggressiveness and the strength of handedness in humans. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 16(4), 385-400. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576501003683087>.
- Domínguez-Ballesteros, E., & Arrizabalaga, A. (2014). Lateralidad en las primeras comunidades agrícolas del Neolítico y Calcolítico en el norte de Iberia. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 20(3), 371-387. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.982130>.
- Dongen, S., Galis, F., Ten, C., Heikinheimo, K., Wijnaendts, L., Delen, S., & Bots, J. (2014). Cuando la derecha se diferencia de la izquierda: emerge Miembro humano asimetría direccional durante el desarrollo muy temprano. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 19(5), 591-601. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.891606>.
- Donnot, J., Phelip, M., Blättler, C., & Vauclair, J. (2013). Los niños menores de 9 años utilizan ambas señales verbales y señales lateralizadas para orientar su atención en una tarea de escucha dicótica emocional. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 19(5), 533-548. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.868470>.
- Dragović, M., Badcock, J., Sanja, M., Gregurovic, M., & Šram, Z. (2013). Social stereotyping of left-handers. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18(6), 719-729. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2012.755993>.

- Fagard, J., Margulez, S., López, C., Granjón, L., & Huet, V. (2016). How should we test infant handedness? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 22(3), 294-312. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2016.1192186>.
- Fischbach, G. (1992). *Mente y cerebro. Investigación y Ciencia, No. 194*. Barcelona: Prensa Científica.
- Flindall, J., Doan, J., & González, C. (2013). Asimetrías manuales en la cinemática de una acción de alcance de captar. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 19(4), 489-507. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.862540>.
- Franchin, L., Agnoli, S., & Dondi, M. (2012). Is startle a lateralised response in early infancy? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18(4), 460-475. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2012.704038>.
- Godard, O., & Fiori, N. (2011). Sexo y hemisféricas diferencias en la extracción invariantes facial. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(2), 202-216. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.556641>.
- Francks, C., Maegawa., Laurén, J., Abrahams, B., Velayos-Baeza, A., Medland, S... & Monaco, A. (2007). LRRTM1 on chromosome 2p12 is a maternally suppressed gene that is associated paternally with handedness and schizophrenia. *Molecular Psychiatry*, 12(12), 1129-1139. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4002053>.
- Galín, D., & Onrstein, R. (1972). Lateral specialization of cognitive mode: an EEG study. *Psychophysiology*, Vol. 9. London: NCBI. En Estévez, A. (1992). Lateralidad y asimetría funcional cerebral: fundamentos. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 12(3), 138-151. Recuperado de: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-logopedia-foniatria-audiologia-309-articulo-lateralidad-y-asimetra-funcional-cerebral-13152876>.
- García, E. (2007). *La lateralidad en la etapa infantil*. Buenos Aires: EFDEP.
- Godfrey, H., & Grimshaw, G. (2011). Emotional prosody rarely affects the spatial distribution of visual attention. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(1), 78-97. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2010.532802>.
- Gold, R., Faust, M., & Ben-Artzi, E. (2011). Metáforas y la creatividad verbal: El papel del hemisferio derecho. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(5), 602-614. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.599936>.
- González, A. (2016). *Estrategias didácticas para el fortalecimiento de lateralidad de un escolar con dificultad de aprendizaje del Tercer Grado de la Escuela Bolivariana Dr. Leonardo Ruiz Pineda*. San Cristóbal: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Gouldthorp, B. (2014). Diferencias hemisféricas en el procesamiento de la información contextual durante la comprensión del lenguaje. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*,

20(3), 348-370.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.979194>.

Gueugneau, N., & Papaxanthis, C. (2010). Time-of-day effects on the internal simulation of motor actions: psychophysical evidence from pointing movements with the dominant and non-dominant arm. *Chronobiology International Journal*, 27(3), 620-639. DOI: <https://doi.org/10.3109/07420521003664205>.

Hanavan, K., & Coney, J. (2010). Asimetría hemisférica en el procesamiento de escritura japonesa. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 10(5), 413-428. Doi: <https://doi.org/10.1080/13576500442000184>.

Hanbury, D., Edens, K., Fontenot, M., Greer, T., McCoy, J., & Watson, S. (2012). Handedness and lateralised tympanic membrane temperature in relation to approach–avoidance behaviour in Garnett's bushbaby. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18(1), 120-133. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.642876>.

Hellige, J. (1993). *Hemispheric asymmetry. What's right and what's left*. Cambridge: Harvard University Press.

Herrmann, S. (1996). The whole brain business. New York: McGraw. En Velásquez, B., De Cleves, N., & Calle, M. (2007). *Determinación del perfil de dominancia cerebral o formas de pensamiento de los estudiantes*. Bogotá: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Herzig, D., & Mohr, C. (2012). Stressing schizotypy: The modulating role of stress-relieving behaviours and intellectual capacity on functional hemispheric asymmetry. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18(2), 152-178. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.638638>.

Hiraoka, K., Igawa, K., Kashiwagi, M., Nakahara, C., Oshima, Y., & Takakura, Y. (2017). The laterality of stop and go processes of the motor response in left-handed and right-handed individuals. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 23(1), 51-66. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2017.1311906>.

Hirnstein, M., Hausmann, D., & Lewald, J. (2007). Asimetría cerebral funcional en la percepción del movimiento auditivo. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 12(1), 87-99. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500600959247>.

Howard, M., & Reggia, J. (2010). The effects of multi-task learning and time-varying hemispheric asymmetry on lateralisation in a neural network model. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9(2), 113-131. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500244000300>.

Hull, R., y Vaid, J. (2007). Lateralidad y la experiencia del lenguaje. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 11(5), 436-464. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500600691162>.

- Ingalhalikar, M., Smith, A., Parker, D., Satterthwaite, T., Elliot, M., Ruparel, K., Hakonarson, H., Gur, R., Gur, R., & Verma, R. (2013). *Diferencias de sexo en el conector estructural del cerebro humano*. Princeton: Universidad de Princeton.
- Jackson, C., Hobman, E., Jimmieson, N., & Martin, R. (2012). ¿Las asimetrías izquierdo y derecho de preferencia hemisférica interactúan con atención para predecir el rendimiento local y global en tareas aplicadas? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(6), 647-672.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.615125>
- Jackson, N., & Coney, J. (2010). Right hemisphere superiority for subitising. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9(1), 53-66. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500244000256>.
- Jarret, C. (2013). *Great myths of the brain John*. Oxford: Wiley & Sons.
- Jiménez, J., Artiles, C., Rodríguez, C., García, E., Camacho, J. & Morales, J. (2008). Creatividad e inteligencia: ¿dos hermanas gemelas inseparables? *Revista Española de Pedagogía*, 66(240), 261-282. Recuperado de: <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3917/CreatividadEInteligencia.pdf?sequence=1>.
- Jonczyk, R. (2014). Asimetría hemisférica de palabras de emoción en una mente no nativo: un estudio de campo visual dividido. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 20(3), 326-347.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.966108>.
- Kandel, E. & Hawkins, R. (1992). The biological basis of learning and individuality. *The Scientific American*, 267(3), 79-86. Recuperado de: <http://www.dormivigilia.com/wp-content/uploads/2010/01/Review-of-Learning-by-Nobel-Lauerate.pdf>.
- Kang, X., Herrón, T., Ettliger, M., & Woods, C. (2015). Hemispheric asymmetries in cortical and subcortical anatomy. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 20(6), 658-684.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1032975>.
- Kasuga, S., Matsushika, Y., Kasashima-Shindo, Y., Kamatani, D., Fujiwara, T., Liu, M., & Ushiba, J. (2015). Transcranial direct current stimulation enhances mu rhythm desynchronization during motor imagery that depends on handedness. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 20(4), 453-468.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.998679>.
- Kruse, R., & Hübner, R. (2011). The cerebral hemispheres differ in their capacity for content-to-level binding but not for identification: Evidence from conjunction errors obtained with bilateral hierarchical stimuli. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(5), 615-628.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.599937>.

- Kushner, H. (2012). Deficit or creativity: Cesare Lombroso, Robert Hertz, and the meanings of left-handedness. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18(4), 416-436. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2012.697171>.
- LeDoux, J. (1996). *The emotional brain*. New York: Simon & Schuster.
- Lenhard, A., & Hoffman, J. (2007). Constant error in aiming movements without visual feedback is higher in the preferred hand. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 12(3), 227-238. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500701203891>.
- Li, X., He, W., Li, Charles, Wang, Y., slavens, B., & Zhou, P. (2015). Motor unit number index examination in dominant and non-dominant hand muscles. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 20(6), 699-710. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1041971>.
- Lindell, A., Arend, I., Ward., R., Norton., J., & Wathan, J. (2007). Asimetrías hemisféricas en función de la integración durante el reconocimiento visual de palabras. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 12(6), 543-558. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500701495190>.
- Lindell, A. (2010). Lateral thinkers are not so laterally minded: Hemispheric asymmetry, interaction, and creativity. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 16(4), 479-98. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2010.497813>.
- Logatt, C., y Castro, M. (2011). *Neurosicoeducación para todos. Neurociencia para el cambio*. Buenos Aires: AE.
- Lyle, K., & Grillo, M. (2013). Consistent-handed individuals are more authoritarian. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 19(3), 146-163. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.783044>.
- Marinsek, M. (2016). Lateral asymmetry as a function of motor practice type of complex upper- and lower-limb movement in young children. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 21(3), 267-281. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1127253>.
- Mayolas, P. (2011). Valoración de la lateralidad y su evolución. *Movimiento Humano.*, 1, 27-41. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/RevMovHum/article/view/247494/331400>.
- McElroy, T., & Corbin, J. (2009). Imposición afectiva influye en la elección arriesgada: puntos de mano de los hemisferios. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 15(4), 426-438. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500902953823>.
- McGraw, J., Liederman, J., Johnsen, J., & Frye, R. (2011). A demonstration that task difficulty can confound the interpretation of lateral differences in brain activation between typical and

- dyslexic readers. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 17(3), 340-360.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.577780>.
- McKay, N, Iwabuchi, S., Hbaerlinh, I., Corballis, M., & Kirks, I. (2015). Atypical white matter microstructure in left-handed individuals. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 22(3), 257-267.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2016.1175469>.
- Mellet, E., Jobard, G., Zago, L., Crivello, F., Petit, L., Joliot, M., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2014). Las relaciones entre la lateralidad mano y habilidades verbales y espaciales en 436 adultos sanos equilibrados para uso de las manos. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 19(4), 383-404. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.796965>.
- Mukherjee, S. (2016). Individual performance and leader's laterality in interactive contests. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 22(3), 362-376.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2016.1201485>.
- Nava, E., Güntürkün, O., & Röder, B. (2012). Dependiente de la experiencia aparición de asimetrías funcionales. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 18(4), 407-415.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2012.697170>.
- Nicholls, M. (2010). Temporal processing asymmetries between the cerebral hemispheres: evidence and implications. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 1(2), 97-138.
DOI: <https://doi.org/10.1080/713754234>.
- Nowicka, A., & Tacikowski, P. (2009). Transcallosa la transferencia de la información y la asimetría funcional del cerebro humano. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 16(1), 35-74.
DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500903154231>.
- O'Rourke, P., Haarmann, H., George, T., Smaly, A., Grunewald, K., & Dien, J. (2015). Asimetría hemisférica alfa y originalidad autopercepción de las ideas. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(6), 685-698. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1037309>.
- Parente, R., & Tommasi, L. (2008). Un sesgo para la cara femenina en el hemisferio derecho. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 13(4), 374-386.
DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500802103495>.
- Perrone-Bertolotti, M., Lemmonnier, S., & Baciú, M. (2012). La especialización del hemisferio y la cooperación inter-hemisférica durante una tarea fonológica: Efecto de lexicalidad según lo evaluado por el enfoque del campo visual dividido. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 18(2), 216-230. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.651142>.

- Picard, D., & Zarhbouch, B. (2013). Sesgo espacial hacia la izquierda en la colocación de dibujo infantil: la activación hemisférica frente hipótesis direccionales. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 19(1), 96-112. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.777072>.
- Plante, E., Almryde, K., Patterson, D., Vance, C., & Asbjørnsen, A. (2014). Lateralización del lenguaje cambia con el aprendizaje de los adultos. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(3), 306-325. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.963597>.
- Potier, C., Meguerditchian, A., & Fagard, J. (2012). La lateralidad de acciones coordinadas bimanual en los bebés como una función de la morfología de agarre. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 18(5), 576-593. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2012.732077>.
- Porac, C. (2009). Hand preference and skilled hand performance among individuals with successful rightward conversions of the writing hand. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 14(2), 105-121. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500802299418>.
- Porac, C., & Lee, W. (2007). Una comparación transcultural de presiones para cambiar la escritura de la izquierda. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 12(3), 273-291. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500701269462>.
- Portellano, J. (1992). *Introducción al estudio de las asimetrías cerebrales*. Madrid: CEPE Neurociencias Madrid.
- Poynter, W., & Roberts, C. (2011). Asimetrías hemisféricas en la búsqueda visual. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 17(6), 711-726. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2011.626558>.
- Prete, G., Fabri, M., Foschi, N., Brancucci, A., & Tommasi, L. (2014). El "efecto consonancia" y los hemisferios: Un estudio sobre un paciente con el cerebro dividido. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(3), 257-269. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.959525>.
- Rodríguez, C., Vasconcelos, O., Barreiros, J., & Barbosa, R. (2009). Asimetría manual en una tarea coincidencia anticipación complejo: de Mano y de género efectos. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 14(4), 395-412. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500802469607>.
- Rominger, C., Papousek, I., Fink, A., & Weiss, E. (2013). Enhancement of figural creativity by motor activation: Effects of unilateral hand contractions on creativity. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 19(4), 424-438. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.858725>.

- Ruebeck, C., Harrington, J., & Moffitt, R. (2007). Handedness and earnings. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 12(2), 101-120. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500600992297>.
- Rueckert, L., & Pawlak, T. (2010). Las diferencias individuales en el rendimiento cognitivo debido a la excitación hemisferio derecho. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 5(1), 77-89. DOI: <https://doi.org/10.1080/713754354>.
- Salín-Pascual, R. (2015). La actividad onírica como "el nuevo camino real" a la conciencia. *Revista Mexicana de Neurociencia.*, 16(1), 90-114. Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2015/rmn151h.pdf>.
- Seki, S. (1992). The visual imagen in mind and brain. *The Scientific American.*, 267(3), 68-76. Recuperado de: https://www.cmpe.boun.edu.tr/sites/default/files/zeki_-_1992_-_the_visual_image_in_mind_and_brain_-_scientific_american.pdf.
- Senff., O., & Weigelt, M. (2010). Sequential effects after practice with the dominant and non-dominant hand on the acquisition of a sliding task in schoolchildren. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 16(2), 227-239. DOI <https://doi.org/10.1080/13576500903549414>.
- Shen, Y., Aharoni, B., & Mashal, N. (2015). Taxonomic and ad hoc categorization within the two cerebral hemispheres. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(5), 517-529. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1006235>.
- Simon-Dack, S., Holtgraves, T., Henrández, K., & Thomas, C. (2015). Resting EEG and behavioural correlates of interhemispheric transfer times. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(5), 618-638. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1032302>.
- Sontam, V., & Christman, S. (2011). Semantic organization and handedness: Mixed-handedness is associated with more diffuse activation of ambiguous word associates. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 17(1), 38-50. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2010.529450>.
- Špajdel, M., Jariabková, K., & Riečanský, I. (2007). La influencia de la experiencia musical sobre la lateralización del procesamiento auditivo. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 12(6), 487-499. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500701576726>.
- Sperry, R. (1973). *Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres*. New York: Academic Press. En Velásquez, B., De Cleves, N., y Calle, M. (2007). *Determinación del perfil de dominancia cerebral o formas de pensamiento de los estudiantes*. Bogotá: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Smith, S., & Bulman-Fleming, B. (2007). Asimetrías hemisféricas para la percepción consciente e inconsciente de las palabras emocionales. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and*

Cognition., 11(4), 304-330.
DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500600572404>.

- Springer, S., y Deutsh, G. (2006). *En el cerebro izquierdo y cerebro derecho*. Barcelona: Gedisa.
- Stein, J. (2011). Efectos de encuadre: La influencia de la lateralidad y el acceso a procesamiento hemisferio derecho. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 17(1), 98-110. Doi: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2010.536552>.
- Stöckel, T., & Weigelt, M. (2011). Lateralización del cerebro y el aprendizaje motor: efectos selectivos de la práctica de la mano dominante y no dominante en la temprana adquisición de habilidades para lanzar. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 17(1), 18-37. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2010.524222>.
- Streuli, J., Obrist, G., & Brugger, P. (2016). Childrens' left-turning preference is not modulated by magical ideation. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 22(1), 90-104. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1134565>.
- Tat, M., & Azuma, T. (2014). Lo que nos dice el olvido de recordar: La influencia del control de arriba hacia abajo en las asimetrías hemisféricas en la memoria verbal. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(2), 171-190. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.948450>.
- Thorne, A., Hegarty, P. & Catmuy, C. (2015). Is the left hemisphere androcentric? Evidence of the learned categorical perception of gender. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(5), 571-584. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1016529>.
- Turney, C., Hahn, M., & Kellog, R. (2016). Semantic processing in the left versus right cerebral hemispheres following unilateral hand contraction. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 22(2), 219-232. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2016.1154861>.
- Verman, A., & Brysbaert. (2014). Un conjunto de herramientas validadas de imágenes con objetos coincidentes y no-objetos para la investigación lateralidad. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 20(1), 22-48. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.914949>.
- Vos, L., & Whitman, D. (2013). The maintenance of perceptual constancy and cease to be vigilant: Left hemisphere change blindness and right hemisphere surveillance. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 19(2), 129-145. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.778274>.
- Walker, L., & Henneberg, M. (2007). Writing with the non-dominant hand: Cross-handedness trainability in adult individuals. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 12(2), 121-130. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500600989665>.

- Westmoreland, P. (2017). Una aproximación filosófica al concepto de lateralidad: La fenomenología de la experiencia vivida en diestros y zurdos. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 22(2), 233-255. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2016.1164181>.
- Willemin, J., Hausmann, M., Brysbaert, M., Dael, N., Chmetz, F., Fioravera, A., Gieruc, K., & Mohr, C. (2016). Stability of right visual field advantage in an international lateralized lexical decision task irrespective of participants' sex, handedness or bilingualism. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 21(4), 502-524. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1130716>.
- Wright, J., y Hardie, S. (2011). "Not ready to sort it yet": Revised reinforcement sensitivity theory, predicts left-handed behavioural inhibition during a manual sorting task. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 16(2), 753-767. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650X.2010.521752>.
- Yochim, B., Kender, R., Abeare, C., Gustafson, A., & Whitman, D. (2012). Semantic activation within and across the cerebral hemispheres: What's left isn't right. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition.*, 10(2), 131-148. DOI: <https://doi.org/10.1080/13576500342000356>.