

El Área del Lenguaje Articulado, Perspectiva Histórica y Denominación Epónima Equívoca: Entre Dax y Broca

Articulated Language Area, Historical Perspective and Erroneous Epomy: Between Dax and Broca

Jorge Eduardo Duque Parra; Juan David Marulanda Galvis & Jeferson Gabriel Chavez

DUQUE, P. J. E.; MARULANDA, G. J. D.; CHAVEZEL, J. G. Área del lenguaje articulado, perspectiva histórica y denominación epónima equívoca: Entre Dax y Broca. *Int. J. Morphol.*, 41(3):910-914, 2023.

RESUMEN: El término epónimo área de Broca corresponde a una región cortical cerebral humana dedicada a la expresión del lenguaje oral y que no siempre se ubica en el giro frontal inferior del lobo frontal en el hemisferio izquierdo. Al estudiar 25 artículos del año 2022 y 25 libros de enseñanza de la neuroanatomía, neurofisiología, neurociencia o áreas asociadas del presente siglo, se estableció y cuantificó la existencia del término área de Broca encontrándose que en los libros había un 96 % de inclusión epónima sobre esta área cortical cerebral y en artículos de revista existía un 100 % del mismo epónimo, además, en ninguno de los libros y artículos se encontró un epónimo diferente. Aunque a lo largo del tiempo, en las ciencias médicas se han usado epónimos para designar estructuras anatómicas como en el caso para tratar de designar el área del cerebro que genera el lenguaje oral, este término no proporciona ninguna información descriptiva ni funcional, lo que equivale a un desatino en la lógica del pensamiento morfológico actual, además que lleva a confusión, pues hace pensar que su descubrimiento inicial fue dado por Broca, equivocando el conocimiento histórico que vincula a Marc Dax como el primero en descubrir esta zona.

PALABRAS CLAVE: Área de Broca; Epónimos; Historia; Terminología Anatómica; Neuroanatomía.

INTRODUCCIÓN

“Mucho razonamiento y poca observación, llevan inevitablemente al error”. Alexis Carrell

En el campo de la neuroanatomía se ha identificado con un epónimo, el área de la corteza cerebral humana dedicada a la expresión del lenguaje oral como área de Broca, citada en variadas revistas (Fedorenko & Blanck, 2020; Palacios Sánchez, 2021) y textos empleados para la enseñanza (Martin, 2021; Leo, 2022). Historicamente se ha indicado que tras la muerte de un paciente de Pierre Paul Broca (1824-1880) de nombre Leborgne, Broca examinó su cerebro en busca de indicios que explicaran una discapacidad relacionada con el lenguaje oral, encontrando una zona en la parte frontal del hemisferio izquierdo que parecía muy dañada (Kandel, 2019), cuya región específica se encuentra en la mitad posterior del giro frontal inferior en el lobo frontal izquierdo (Gajardo-Vidal et al., 2021) (Fig. 1), y que al final, Broca encontró en otras ocho personas con la misma dificultad para producir el lenguaje articulado, descubriendo que todos tenían algún daño en la misma zona de la parte izquierda del cerebro (Kandel, 2019). Desde hace algunos años, se sabe

que dicho lugar no es el mismo para todos los seres humanos, pues dicha área varía (Keller et al., 2009) en el ser humano. El objetivo del presente trabajo es verificar la constancia o in-

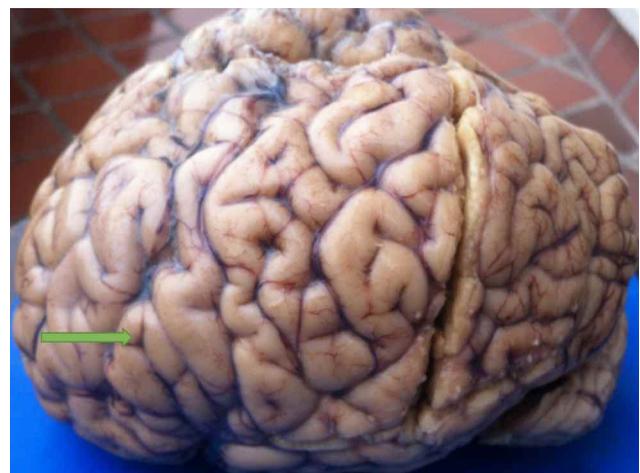


Fig. 1. Encéfalo humano en el que se identifica con una flecha verde, el giro frontal inferior en el hemisferio izquierdo, correspondiente al área del lenguaje articulado.

constancia del uso de este epónimo en la literatura del campo neuroanatómico, neurofisiológico, neurocientífico y de áreas asociadas, y si existe otro epónimo que lo supla con base en elementos de la historia de la Medicina.

MATERIAL Y MÉTODO

Se estudió de manera aleatoria y por conveniencia, una muestra de 25 artículos del año 2022 y 25 libros de enseñanza de la neuroanatomía, neurofisiología, neurociencia o áreas asociadas, del presente siglo, para establecer la existencia del término área de Broca y cuantificar su constancia o inconstancia. También se indagó en cada uno de estos trabajos, si se hacía referencia a otro epónimo para dicha región cortical cerebral. Iguales consideraciones se realizaron para los artículos del año 2022 en Pubmed que incluyeran el área del lenguaje oral como área de Broca, asumiendo los primeros 25 artículos del año 2022 registrados en Pubmed consultados en septiembre 29 del año 2022.

Tabla I. Se identifican los textos consultados con su autor o autores, título, editorial, año de edición y si usaba o no el término epónimo Broca para el área del lenguaje articulado.

Libros	Uso del epónimo Broca	Uso de otros epónimos
Marti. Neuroanatomy. Text and Atlas. McGraw Hill. 2021.	Sí	No
Leo, 2022	Sí	No
Johansen-Berg & Behrens, 2014	Sí	No
Kandel. La nueva biología de la mente. Paidós. 2019.	Sí	No
Crossman & Nea, 2015	Sí	No
Widmaier <i>et al.</i> , 2019	Sí	No
Carter, 2020	Sí	No
Barret <i>et al.</i> , 2019	Sí	No
Hall & Hall, 2021	Sí	No
Afiñ, 2021	Sí	No
Seikel <i>et al.</i> , 2020	Sí	No
Saladin, 2012	Sí	No
Hendelman, 2000	Sí	No
Conti, 2010	Sí	No
Raff & Levitzky, 2013	Sí	No
Gould, 2010	Sí	No
Carlson, 2014	Sí	No
Augustin, 2017	Sí	No
Haines, 2012	No	No
García-Porrero Pérez & Hurlé González, 2015	Sí	No
Purves <i>et al.</i> , 2017	Sí	No
Billier <i>et al.</i> , 2017	Sí	No
Mancall & Brock, 2011	Sí	No
Greenstein & Greenstein, 2000	Sí	No

RESULTADOS

Se encontró que en los libros existía un 96 % de inclusión epónima sobre el área cortical de Broca (Tabla I) y en artículos existía un 100 % de la misma inclusión epónima (Tabla II), además en ninguno de los libros y artículos se encontró un epónimo diferente.

Tabla II. Se identifican los artículos consultados con su título, autor o autores, volumen, páginas y año de publicación, nombre de la revista y si usaba o no el término epónimo Broca para el área del lenguaje articulado.

Artículos	Uso del epónimo Broca	Uso de otros epónimos
Andrews <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Gnedych <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Ono <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Sprung-Much <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Thompson-Lake <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Becker <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Hopkins, 2022	Sí	No
Fovet <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Rolls <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Li <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Riley <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Wang <i>et al.</i> , 2022a	Sí	No
Forgács <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Ji <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Zou <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Castellucci <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Liu <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Zhou <i>et al.</i> , 2022a	Sí	No
Wang <i>et al.</i> , 2022b	Sí	No
Zhou <i>et al.</i> , 2022b	Sí	No
Jorge <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Zhang <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Jiao <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Cho <i>et al.</i> , 2022	Sí	No
Alici <i>et al.</i> , 2022	Sí	No

DISCUSIÓN

Uno de los temas más fascinantes y frustrantes en la prioridad del descubrimiento en la ciencia, es quién por primera vez, dejó constancia en el foro público, ya sea oralmente, en una conferencia o a través de una comunicación publicada, proclamando que la facultad de articular el habla humana estaba ubicada en el hemisferio cortical izquierdo (Buckingham, 2006). Aludiendo a esto y con base en el aforismo de Samuel Johnson: “preferiría ser atacado que pasar inadvertido, porque lo peor que se le puede hacer a un autor,

es permanecer silencioso ante sus obras”, se debe hacer frente a intentos de perpetuar errores especialmente en el campo de la historia de la Medicina, pues aún por desconocimiento, muchos intentan mantener conceptos e historias que se han de abandonar y que la gente teje en una red sin sentido, creyéndoselas, aunque dicha red se desenmaraña cuando miramos más atrás en la historia (Harari, 2015).

La principal contribución de Pierre Paul Broca (1824-1880) en el campo de la neuroanatomía asociada con el habla, fue la descripción de varios casos de pacientes con afasia motora (Palacios Sánchez, 2021), basándose en la realización de necropsias, describiendo un área ubicada a nivel del giro frontal inferior como la responsable de la producción del lenguaje oral (Cattaneo, 2013), aspecto que usualmente se enseña en la historia de la medicina. Broca informó el caso de Leborgne y atribuyó su incapacidad para hablar con una lesión documentada en parte el giro citado del hemisferio izquierdo (Kandel, 2019), pero mucho antes que Broca, hubo otros informes de la asociación entre las lesiones en la cabeza y la aparición de trastornos del habla en humanos, por ejemplo, Franz Joseph Gall (1758-1828) el padre de la pseudociencia frenológica, había especulado que el lenguaje funcionaba en relación con los lobos frontales (Pearce, 2009), sus planteamientos caprichosos tomaron como base la craneoscopia (Duque Parra, 2012) en personas que se distinguían por alguna característica conductual. Otro francés de manera científica propuso una teoría similar, casi 30 años antes de Broca, se trató de Marc Dax (1770-1837) quien escribió un artículo titulado 'Lesiones de la mitad izquierda del cerebro coincidiendo con el olvido de los signos del pensamiento', en el que informó sus propias observaciones y afirmó que los trastornos del habla siempre se deben a una lesión del hemisferio cerebral izquierdo (Cubelli & Montagna, 1994). Él era del sur de Francia en la ciudad de Montpellier, lejos del centro médico de París e infortunadamente, se tomó poca nota del artículo hasta principios y mediados de la década de 1860, cuando el tema de la localización del lenguaje en el cerebro humano adquirió una mayor actividad, a medida que el método clínico-patológico de explicación continuaba floreciendo. Su hijo Gustave Dax, estaba estudiando medicina en París y como muchos, conoció el trabajo publicado de Broca, que en 1861 coincidía con la teoría frenológica de que esta facultad estaba en los lobos frontales al pie de tercer giro frontal. Gustave promovió la prioridad de su padre, seis semanas antes de que apareciera el artículo de Broca, publicando el artículo que su padre había escrito en 1836, sobre la afemia, enviando esta comunicación a la Academia de Ciencias de Francia y a la Academia de Medicina del mismo país sin obtener respuesta, y después de esperar dos años, logró publicar su material (Buckingham,

2006) titulado: “Observaciones que parecen demostrar la coincidencia constante de los trastornos del habla con una lesión del hemisferio izquierdo del cerebro”, donde no solo abordaba las conclusiones de su padre, sino que también informaba de sus propias observaciones sobre el hemisferio izquierdo y el lenguaje (Manning & Thomas-Antérion, 2011).

Aunque a lo largo del tiempo, en las ciencias médicas se han usado epónimos para designar estructuras anatómicas como en el caso presente para tratar de designar el área del cerebro que gesta el lenguaje oral, no proporciona el uso del epónimo Broca ninguna información descriptiva ni funcional, lo que equivale a un desatino en la lógica del pensamiento actual, además que lleva a confusión pues hace pensar que su descubrimiento fue realizada por varios personajes al mismo tiempo (Duque Parra et al., 2018), pero no fue el caso del área del lenguaje oral.

Si quisiéramos honrar realmente al descubridor de la alteración del giro frontal inferior en su región opercular y triangular asociado con la expresión del lenguaje oral, deberíamos hacerlo nombrando a Marc Dax y no a Pierre Paul Broca, pues la adjudicación de un epónimo para una estructura anatómica como en este caso que es altamente usado en textos de enseñanza y en artículos de publicación, no refleja la verdad sobre el hecho y obedece a factores arbitrarios que causan errores históricos e injusticias (Duque Parra et al., 2018) en la historia de la Medicina.

CONCLUSIÓN

Antes que Pierre Paul Broca, Marc Dax fue quien de forma pionera acertó sobre el área del lenguaje articulado en el hemisferio izquierdo del cerebro, por lo tanto, el empleo del epónimo Broca es un error histórico que debe corregirse. Si se emplease el epónimo apropiado, debería ser área de Dax o área de Dax/Broca, y para evitar su uso no explicativo morfofisiológico o patológico emplear el término funcional área del lenguaje articulado.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor y doctor José Carlos Prates (5 de julio de 1933 - 27 de febrero de 2023) de Brasil por sus contribuciones al campo morfológico incluido el terminológico, en especial en América Latina, su entusiasmo, amabilidad, academicismo nos demostró que el uso de epónimos no facilita para nada el aprendizaje en el campo Morfológico. Perenne gratitud.

DUQUE, P. J. E.; MARULANDA, G. J. D.; CHAVEZEL, J. G. Articulated language area, historical perspective and erroneous eponym: Between Dax and Broca. *Int. J. Morphol.*, 41(2):910-914, 2023.

SUMMARY: The eponymous Broca's area is a human cerebral cortical region that controls the expression of oral language, and which is not always located in the inferior frontal gyrus of the frontal lobe in the left hemisphere. In a study of 25 articles published in 2022, and 25 teaching books on neuroanatomy, neurophysiology, neuroscience or associated areas, it was found that the term Broca's area was established and quantified. In books there was a 96 % eponymous inclusion of this cerebral cortical area and in journal articles there was 100 % of the same eponym. Furthermore, no other eponyms were found in any of the books and articles. Although over time, eponyms have been used in medical sciences to identify anatomical structures, as in the designation of the area in the brain that controls oral language, this term does not provide any descriptive or functional information. The result is contradictory to current morphological thought and also leads to confusion, erroneously suggesting that the initial discovery was made by Broca, when in fact Marc Dax was the first to discover this area some 30 years earlier.

KEY WORDS: Anatomical terminology; Broca's area; Eponyms; History; Neuroanatomy.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afifi, A. K. *Neuroanatomía Funcional*. Ciudad de México, McGraw Hill, 2021.
- Alici, Y. H.; Öztoprak, H.; Rızaner, N.; Baskak, B. & Devrimci Özgüven, H. Deep neural network to differentiate brain activity between patients with euthymic bipolar disorders and healthy controls during verbal fluency performance: A multichannel near-infrared spectroscopy study. *Psychiatry Res. Neuroimaging*, 326:111537, 2022.
- Andrews, J. P.; Cahn, N.; Speidel, B. A.; Chung, J. E.; Levy, D. F.; Wilson, S. M.; Berger, M. S. & Chang, E. F. Dissociation of Broca's area from Broca's aphasia in patients undergoing neurosurgical resections. *J. Neurosurg.*, 138(3):847-57, 2022.
- Augustin, J. R. *Human Neuroanatomy*. New Jersey, John Wiley & Sons, 2017.
- Barret, K. E.; Barman, S. M.; Brooks, H. L. & Yuan, J. *Ganong's Review of Physical Physiology*. New York, McGraw Hill, 2019.
- Becker, Y.; Claidière, N.; Margiotoudi, K.; Marie, D.; Roth, M.; Nazarian, B.; Anton, J. L.; Coulon, O. & Meguerditchian, A. Broca's cerebral asymmetry reflects gestural communication's lateralisation in monkeys (*Papio anubis*). *eLife*, 11:e70521, 2022.
- Biller, J.; Gruener, I. G. & Brazis, P. *DeMyer's The Neurologic Examination: A Programmed Text*. Nueva York, McGraw Hill, 2017.
- Buckingham, H. W. The Marc Dax (1770-1837)/Paul Broca (1824-1880) controversy over priority in science: left hemisphere specificity for seat of articulate language and for lesions that cause aphemia. *Clin. Linguist. Phon.*, 20(7-8):613-9, 2006.
- Carlson, N. *Fisiología de la Conducta*. Madrid, Pearson Educación, 2014.
- Carter, R. *How the Brain Works*. New York, Penguin Random House, 2020.
- Castellucci, G. A.; Kovach, C. K.; Howard 3rd, M. A.; Greenlee, J. D. W. & Long, M. A. A speech planning network for interactive language use. *Nature*, 602(7895):117-22, 2022.
- Cattaneo, L. Language. *Handb. Clin. Neurol.*, 116:681-91, 2013.
- Cho, N. S.; Peck, K. K.; Gene, M. N.; Jenabi, M. & Holodny, A. I. Resting-state functional MRI language network connectivity differences in patients with brain tumors: exploration of the cerebellum and contralesional hemisphere. *Brain Imaging Behav.*, 16(1):252-262, 2022.
- Conti, L. *Fisiología médica*. Madrid, McGraw Hill Interamericana, 2010.
- Crossman, A. R. & Nea, D. *Neuroanatomía. Texto y Atlas en Color*. Amsterdam, Elsevier/Masson, 2015.
- Cubelli, R. & Montagna, C. G. A reappraisal of the controversy of Dax and Broca. *J. Hist. Neurosci.*, 3(4):215-26, 1994.
- Duque Parra, J. E. La función vestibular y su concordancia frenológica: conectando la historia de la función cerebral vestibular. *Medicina (Bogotá)*, 34 (4):363-7, 2012.
- Duque Parra, J. E.; Barco Ríos, J. & Dávila Alzate, N. Eponyms in medical sciences: historical errors that lead to injustice. *Rev. Fac. Med.*, 66(1):87-90, 2018.
- Fedorenko, E. & Blank, I. A. Broca's Area is not a natural kind. *Trends Cogn. Sci.*, 24(4):270-84, 2020.
- Forgács, B.; Tauzin, T.; Gergely, G. & Gervain, J. The newborn brain is sensitive to the communicative function of language. *Sci. Rep.*, 12(1):1220, 2022.
- Fovet, T.; Yger, P.; Lopes, R.; de Pierrefeu, A.; Duchesnay, E.; Houenou, J.; Thomas, P.; Szaffarczyk, S.; Domenech, P. & Jardri, R. Decoding activity in Broca's Area predicts the occurrence of auditory hallucinations across subjects. *Biol. Psychiatry*, 91(2):194-201, 2022.
- Gajardo-Vidal, A.; Lorca-Puls, D. L.; Team, P.; Warner, H.; Pshdary, B.; Crinion, J. T.; Leff, A. P.; Hope, T. M. H.; Geva, S.; Seghier, M. L.; et al. Damage to Broca's area does not contribute to long-term speech production outcome after stroke. *Brain*, 144(3):817-32, 2021.
- García-Porrero Pérez, J. A. & Hurlé Gonzáles, J. M. *Neuroanatomía Humana*. Madrid, Médica Panamericana, 2015.
- Gnedych, D.; Tsvetova, D.; Mkrtychian, N.; Blagovechtchenski, E.; Kostromina, S. & Shtyrov, Y. Broca's area involvement in abstract and concrete word acquisition: tDCS evidence. *Neurobiol. Learn. Mem.*, 192:107622, 2022.
- Gould, E. R. *Déjàreview: Fisiología*. Ciudad de México, El Manual Moderno, 2010.
- Greenstein, B. & Greenstein, A. *Color Atlas of Neuroscience. Neuroanatomy and Neurophysiology*. Stuttgart, Thieme, 2000.
- Haines, D. E. *Neuroanatomy an Atlas of Structures, Sections, and Systems*. Filadelfia, Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
- Hall, J. E. & Hall, M. E. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. Amsterdam, Elsevier, 2021.
- Harari, Y. N. *Homo Deus. Breve Historia del Mañana*. Barcelona, Debate, 2015.
- Hendelman, W. *Atlas of Functional Neuroanatomy*. Boca Raton, CRC Press, 2000.
- Hopkins, W. D. Neuroanatomical asymmetries in nonhuman primates in the homologs to Broca's and Wernicke's areas: a mini-review. *Emerg. Top. Life Sci.*, 6(3):271-84, 2022.
- Ji, Z.; Song, R. R.; Swan, A. R.; Angeles Quinto, A.; Lee, R. R. & Huang, M. J. Magnetoencephalography language mapping using auditory memory retrieval and silent repeating task. *Clin. Neurophysiol.*, 2022. Doi: <https://www.doi.org/10.1097/WNP.0000000000000947>
- Jiao, Y.; Zhao, S.; Li, H.; Wu, J.; Weng, J.; Huo, R.; Wang, J.; Wang, S.; Cao, Y. & Zhao, J. Z. Grading scale based on arcuate fasciculus segmentation to predict postoperative language outcomes of brain arteriovenous malformations. *Stroke Vasc. Neurol.*, 7(5):390-8, 2022.
- Johansen-Berg, H. & Behrens, T. E. J. Diffusion MRI. *From Quantitative Measurement to In-vivo Neuroanatomy*. Amsterdam, Elsevier, 2014.
- Jorge, A.; Lipski, W. J.; Wang, D.; Crammond, D. J.; Turner, R. S. & Richardson, R. M. Hyperdirect connectivity of opercular speech network to the subthalamic nucleus. *Cell Rep.*, 38(10):110477, 2022.

- Kandel, E. R. *La Nueva Biología de la Mente*. Barcelona, Paidós, 2019.
- Keller, S. S.; Crow, T.; Foundas, A.; Amunts, K. & Roberts, N. Broca's area: nomenclature, anatomy, typology and asymmetry. *Brain Lang.*, 109(1):29-48, 2009.
- Leo, J. *Medical Neuroanatomy for the Boards and the Clinic. Finding the Lesion*. Berna, Springer Nature, 2022.
- Li, B.; Deng, S.; Sang, B.; Zhu, W.; Zhuo, B.; Zhang, M.; Qin, C.; Lyu, Y.; Du, Y. & Meng, Z. Revealing the neuroimaging mechanism of acupuncture for poststroke aphasia: a systematic review. *Neural Plast.*, 2022:5635596, 2022.
- Liu, Q. Q.; Li, W. B.; Zhao, Z. B.; Zhang, W. G.; Lv, P. Y.; Yang, Y. H. & Yin, Y. Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation to the right Broca mirror area for improving auditory comprehension in a sensory aphasia after stroke: a case report. *Folia Neuropathol.*, 60(2):257-60, 2022.
- Mancall, E. L. & Brock, D. G. *Gray's Clinical Neuroanatomy. The Anatomic Basis for Clinical Neuroscience*. Filadelfia, Saunders, 2011.
- Manning, L. & Thomas-Antérion, C. Marc Dax and the discovery of the lateralisation of language in the left cerebral hemisphere. *Rev. Neurol. (Paris)*, 167(12):868-72, 2011.
- Martin, J. H. *Neuroanatomy. Text and Atlas*. 5a ed. New York, McGraw Hill, 2021.
- Ono, Y.; Zhang, X.; Noah, J. A.; Dravida, S. & Hirsch, J. Bidirectional connectivity between Broca's area and Wernicke's area during interactive verbal communication. *Brain Connect.*, 12(3):210-22, 2022.
- Palacios Sánchez, L. Paul Broca y sus aportes a la Neurociencia. *Medicina*, 43(3):445-9, 2021.
- Pearce, J. M. S. Broca's aphasiacs. *Eur. Neurol.*, 61(3):183-9, 2009.
- Purves, D.; Augustine, G. J.; Fitzpatrick, D.; Hall, W. C.; LaMantia, A. S.; Mooney, R. D.; Platt, M. L. & White, L. E. (Eds.). *Neuroscience*. 6a ed. Oxford, Oxford University Press, 2017.
- Raff, H. & Levitzky, M. *Fisiología Médica. Un Enfoque por Aparatos y Sistemas*. Ciudad de México, McGraw Hill, 2013.
- Riley, S. P.; Chu, D. Y.; Nair, V. A.; Baskaya, M. K.; Kuo, J. S.; Meyerand, M. E. & Prabhakaran, V. Characterizing the relationship between lesion-activation distance using fMRI and verbal measures in brain tumor patients. *Interdiscip. Neurosurg.*, 27:101391, 2022.
- Rolls, E. T.; Deco, G.; Huang, C. C. & Feng, J. The human language effective connectome. *Neuroimage*, 258:119352, 2022.
- Saladin, K. S. *Anatomy & Physiology: The Unity of Form and Function*. Nueva York, McGraw Hill, 2012.
- Seikel, J. A.; Konstantopoulos, K. & Drumright, D. G. *Neuroanatomy and Neurophysiology for Speech and Hearing Sciences*. San Diego (CA), Plural Publishing, 2020.
- Sprung-Much, T.; Eichert, N.; Nolan, E. & Petrides, M. Broca's area and the search for anatomical asymmetry: commentary and perspectives. *Brain Struct. Funct.*, 227(2):441-9, 2022.
- Thompson-Lake, D. G. Y.; Scerri, T. S.; Block, S.; Turner, S. J.; Reilly, S.; Kefalianos, E.; Bonthrone, A. F.; Helbig, I.; Bahlo, M.; Scheffer, I. E.; et al. Atypical development of Broca's area in a large family with inherited stuttering. *Brain*, 145(3):1177-88, 2022.
- Wang, F.; Zhou, T.; Wang, P.; Li, Z.; Meng, X. & Jiang, J. Study of extravisual resting-state networks in pituitary adenoma patients with vision restoration. *BMC Neurosci.*, 23(1):15, 2022b.
- Wang, Y.; Xu, F.; Zhou, W.; Hou, L.; Tang, Y. & Liu, S. Morphological and hemispheric and sex differences of the anterior ascending ramus and the horizontal ascending ramus of the lateral sulcus. *Brain Struct. Funct.*, 227(6):1949-61, 2022a.
- Widmaier, E.; Raff, H. & Strang, K. *Vander's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*. Nueva York, McGraw Hill, 2019.
- Zhang, Y.; Qin, B.; Wang, L.; Chen, J.; Cai, J. & Li, T. Sex differences of language abilities of preschool children with autism spectrum disorder and their anatomical correlation with Broca and Wernicke areas. *Front. Pediatr.*, 10:762621, 2022.
- Zhou, R.; Lv, Y. & Fu, C. The recovery mechanism of standardized aphasia in intelligent medical treatment. *Contrast Media Mol. Imaging*, 2022:5885860, 2022b.
- Zhou, S.; Zhang, Y.; Fu, Y.; Wu, L.; Li, X.; Zhu, N.; Li, D. & Zhang, M. The effect of task performance and partnership on interpersonal brain synchrony during cooperation. *Brain Sci.*, 12(5):635, 2022a.
- Zou, Y.; Li, J.; Fan, Y.; Zhang, C. & Kong, Y. Functional near-infrared spectroscopy during motor imagery and motor execution in healthy adults. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*, 47(7):920-7, 2022.

Dirección para correspondencia:
Jorge Eduardo Duque Parra
Universidad de Caldas
Manizales
COLOMBIA

E-mail: jduqueparra@ucaldas.edu.co