

ARTÍCULO DE REVISIÓN

La neurobiología aplicada: Bases del neurodesarrollo y aprendizaje

Applied neurobiology: Bases of neurodevelopment and learning

Simeón Ugaz Cayao¹; Hugo Fernández Cosavalente²; Liz Ugaz Cachay³; Flor Vásquez Vásquez⁴; Eduardo Quiroz Aldave³

- 1 Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Trujillo. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.
- 2 Hospital Belén, Jr. Bolívar #350, Trujillo, Perú.
- 3 Hospital Edgardo Rebagliati. Av Edgardo Rebagliati 490, Jesús María 15072, Lima, Perú.
- 4 I.E 1706 Laredo. Francisco Bolognesi S/N Santo Domingo, Laredo, Perú.

*Autor correspondiente: ignaciougaz@gmail.com (S. Ugaz).

Fecha de recepción: 15 03 2019. Fecha de aceptación: 14 06 2019.

RESUMEN

Las neurociencias lo constituyen el conjunto de ciencias que se dedican al estudio del cerebro, con la finalidad de conocer la organización del sistema nervioso, su funcionamiento en la generación de la conducta humana: la genética, anatomía, biología, fisiología, neurología. La neurobiología se encarga del estudio de las células del sistema nervioso, su organización y circuitos funcionales para procesar información bases para el comportamiento humano. Se plantea realizar una revisión bibliográfica con las bases neurobiológicas del desarrollo del sistema nervioso y del aprendizaje, con variados contenidos sobre neurogénesis, sinapsis, transmisión del impulso nervioso con la información base para el conocimiento, así mismo el abordaje de aspectos neurobiológicos de algunos trastornos del sistema nervioso y su desarrollo.

Palabras clave: Neurobiología; neurodesarrollo; aprendizaje; educación.

ABSTRACT

The neurociencias constitutes it the group of sciences that you/they plows devoted to the study of the brain, with the purpose of knowing the organization of the nervous system, their operation in the generation of the human behavior: the genetics, anatomy, biology, physiology, neurology. The neurobiology takes charge of the study of the cells of the nervous system, its organization and functional circuits to process information bases for the human behavior. He/she thinks about to carry out to bibliographical revision with the neurobiologic you bases of the development of the nervous system and of the learning, with varied contents on neurogénesis, sinapsis, transmission of the nervous impels with the information you bases for the knowledge, likewise the boarding of neurobiologic aspects of some dysfunctions of the nervous system and its development.

Keywords: Neurobiology; nervous development; learning; education.

INTRODUCCIÓN

La neurobiología se encarga del estudio de las células del sistema nervioso, su organización y circuitos o redes funcionales para procesar información de las bases

del comportamiento humano. Una nueva forma de encarar la educación con el auxilio de las ciencias del cerebro y de la mente es la neuroeducación, una interdisciplina y transdisciplina, que promueve

la interacción de las ciencias de la educación con aquellas que se ocupan del estudio del cerebro (Battro, 2011).

Las bases de la neurobiología se han sentado a través de los años desde los egipcios que conocían los síntomas del daño cerebral que mejoran con las trepanaciones de cráneo y que se extendió a otras culturas como la Paracas en el Perú (Barbado et al., 2002).

El campo de la neurobiología se orienta hacia la actividad neuronal, la neurogénesis, sinaptogénesis, los canales y estructura iónica celular, la neurotransmisión, la plasticidad neuronal (Purves et al., 2006). Las células del sistema nervioso son la neurona y neuroglia o glía, realizan sus funciones en términos anatómicos, electrofisiológicos y moleculares. La variedad de neuronas y de neuroglia están reunidas en conjuntos llamados circuitos neurales, circuitos que conforman los componentes primarios de los *sistemas neurales* los que procesan tipos específicos de información. Los sistemas neurales que comprenden neuronas y circuitos algunos fuera del encéfalo, cumplen 3 funciones generales: el *sistema sensitivo*, da información sobre el estado del organismo y entorno, el *sistema motor* que organiza y genera acciones y el *sistema asociativo* vincula los aspectos sensitivos, motores y bases para las funciones superiores, percepción, atención, cognición, emociones, pensamiento (Purves et al., 2006).

El objetivo del presente trabajo es explicar las bases neurobiológicas del neurodesarrollo y del aprendizaje escolar, con extensión a las diversas manifestaciones del cerebro. Además hacer extensión sobre la neurobiología de la neurona para expresar las conductas del desarrollo del niño.

DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO

El neurodesarrollo se refiere al desarrollo del sistema nervioso desde que el gameto masculino se une al femenino y aparece una estructura macro que es el hombre. El neurodesarrollo obedece a un patrón genético, atraviesa 6 etapas bien definidas que enmarca en la evolución del ser humano, comienza con la neurulación desde los 14 días, finaliza a los 2 años, quizá algunos rezagos ínfimos toda la vida. Este diseño es regular, la falla se

expresa como una noxa con muchas repercusiones, la inducción dorsal, inducción ventral, multiplicación, migración, organización y mielinización (Volpe, 2008).

El neurodesarrollo trata de explicar cuando un óvulo fecundado en sus primeros 14 días vive de su propia reserva, luego se implanta en el útero, se multiplica, adquiere la forma la mórula con 3 capas diferenciadas: ectodermo, mesodermo y endodermo (Cardinali, 2007; Volpe, 2002).

El cerebro en su contexto anatómico constituye la base macro de la estructuración histológica (Spaltholz et al., 1970). Las células del sistema nervioso son la neurona y la neuroglia. La unidad funcional básica es la neurona y la función principal es la generación información a través de señales eléctricas desde los sistemas sensoriales al cerebro o transmitir actividad motora desde el cerebro a los músculos (Testut, 1996; Netter, 2003). La neuroglia que son de cuatro tipos: astrocitos, oligodendrocitos, células ependimarias y microglía, rodean a las neuronas y en conjunto se organizan en circuitos o bloques funcionales para mantener la homeostasia, recepción de información que llega del mundo exterior y ejecuta las acciones correspondientes para la actividad mental (Cardinali, 2007; Srevens y Lowe, 2006).

NEUROBIOLOGÍA

La neurobiología estudia las células, sus conexiones y las redes neuronales que se establecen en el sistema nervioso que son la base de la conducta humana. Se plantea el problema si el desarrollo del sistema nervioso y el aprendizaje tienen bases neurobiológicas y la hipótesis que si tienen el sustento neurobiológico.

La base neurobiológica de la conducta motora gruesa consta de dos neuronas, la primera neurona se ubica en el lóbulo frontal, área 4 de Brodman, en el homúnculo de Penfield donde se encuentra la representación somatotópica del cuerpo, de las seis capas de la corteza cerebral, las neuronas más grandes de la III y células gigantes de Best ubicada en la quinta capa emergen sus axones, mediante el haz cortico-espinal ventral llegan a los plexos braquial y lumbosacro, hacen sinapsis con la II neurona motora en el asta

anterior la médula espinal mediante una neurona internuncial. De la médula sale un paquete nervioso que hace sinapsis con el músculo del órgano efector de los miembros superiores e inferiores para la motricidad gruesa, el neurotransmisor que se utiliza en el sistema motriz es la acetilcolina (Cardinali, 2007; Castro, 1983; Swaiman, 1996).

El motor fino tiene semejante disposición, la primera neurona está ubicada en el homúnculo de Penfield donde corresponde a las manos y pies, luego se conectan con la segunda neurona en la médula espinal en los plexos cervical para los miembros superiores y lumbosacro para los miembros inferiores, mediante el haz cortico espinal lateral que es cruzado y el paquete nervioso médula espinal-órgano efector.

Para el personal social no hay estructura definida en el sistema nervioso, es un proceso de maduración de diferentes conductas que participan: el motor grueso, fino, lenguaje, praxia, gnosia, inteligencia, memoria (Castro, 1983; Swaiman, 1996).

El lenguaje es una conducta innata, son de 2 tipos el lenguaje expresivo y comprensivo, tiene un largo proceso de aprendizaje. El lenguaje expresivo comienza con el llanto al nacer, dice mamá al año, oraciones a los 3 años y lenguaje desarrollado a los 6 años. El lenguaje comprensivo, obedece órdenes a los 18 meses, comprende conceptos a 6 años, principios a los 8 años y resolución de problemas a los 10 años. La base neurobiológica del lenguaje se encuentra en el cerebro izquierdo, las áreas primarias, área de Broca, área 44 de Brodman en el frontal para el lenguaje expresivo, de Wernicke o área 22 en el temporal para el lenguaje comprensivo, el pliegue curvo, gyrus angular, centro de Dijerine o área 39 en el parietal para la lectoescritura. Las áreas secundarias o complementarias son de ubicuidad bilateral, la región prefrontal para resolución de la complejidad cognitiva, la sustancia reticular activadora (SARA) que une el tronco encefálico y corteza cerebral para la vigilia, el sistema límbico para el lenguaje emotivo (Cuetos, 2012).

El lenguaje es el medio por el cual el ser humano se comunica a través de símbolos y signos, es la capacidad innata del ser

humano, es la expresión del pensamiento (Chomsky, 1989). La escritura constituye un lenguaje aprendido, es la capacidad más compleja que se aprende, se halla la escritura desde cuando se le pone un instrumento al alcance del niño, raya al año edad, a los 2 años hace garabatos o figuras ondulantes, a los tres años copia un círculo, de cuatro copia un cuadrado y la cruz simple y reconoce grafemas, a los cinco años copia un triángulo, el contorno de un objeto, hace letras grandes, pueden interesarse a escribir su nombre en imprenta, a los seis años copia el rombo y escribe letras mayúsculas en imprenta, a los siete años copia el cuadrado con diagonales, escribe oraciones con caracteres de imprenta y se orienta el tamaño al final de la líneas, a los 8 años copia la cruz ampliada, realiza la escritura formal, a los nueve años copia el cilindro y a los once años copia el cubo, dejando de ser una competencia esta actividad más allá de esta edad (Condemarín y Chadwick, 1981).

La lectura es el proceso por el cual los estímulos visuales que recibe la retina son transmitido al SNC y codificadas en términos lingüísticos. El proceso motriz integra y secuencia los movimientos oculomotrizes, permite superar 200 palabras por minuto y adecuarlos a los procesos sacádicos de los ojos, que favorece explorar los distintos componentes de las letras, forma figura, fondo, contornos y lo integra en un simbolismo grafémico. Los estímulos visuales traducidos a grafemas adquieren la significación de lenguaje, se almacenan en el área de Broca para el control fonológico y en el área de Wernicke para el contexto sintáctico y semántico (Rodríguez y Agreda, 2004).

ALTERACIONES NEURONALES

La evaluación neurológica determina el estado del sistema nervioso, la integridad del encéfalo con las neuronas dedicadas para el aprendizaje, la integridad del cerebro es base para el desarrollo y el aprendizaje, el área motora base del movimiento voluntario e involuntario, la coordinación dependiente del cerebelo, la sensibilidad, los nervios craneales, las funciones superiores lenguaje, inteligencia, memoria, praxia, gnosia. El cerebro es base para todo aprendizaje (Fejerman y Fernandez, 1987).

Los trastornos generales del aprendizaje son de diferentes tipos, por trastornos en la escuela (Guadalupe, 2012), en el hogar del niño (abandono parental), por defectos neurosensoriales (sordera), por alteración en el mismo niño (hipotiroidismo). Los trastornos específicos del aprendizaje ocurren por alteración en el lóbulo parietal izquierdo área 39 por inmadurez o lesión, son la dislexia, disgrafía y discalculia. El trastorno específico del aprendizaje de la lectura se domina dislexia, es un desorden de origen neurológico de relativa permanencia en el ser humano, se caracteriza por la incapacidad para la lectura, sin déficit intelectual, se acompaña de bajo rendimiento escolar, confusión de grafemas b/d/p/q, alteración en el orden de palabras cama=maca, debilidad para reconocer derecha izquierda, alteraciones del lenguaje, con dislalias, bajo vocabulario (Condemarín y Chadwick, 1981; Bravo, 1985).

Para el cálculo, no se puede precisar el momento que inician este proceso, a la escuela llegan los niños sabiendo una serie de aprendizajes sobre cálculo, su aprendizaje consciente puede atribuirse entre los 5-6 años de edad en que aparece la abstracción del número, acompañado de la formación de conceptos y en adelante puede trabajar las nociones de adición, sustracción progresivamente (Srevens y Lowe, 2006). El trastorno del aprendizaje del cálculo se llama discalculia, su característica se traduce en la dificultad para realizar operaciones aritméticas, aun de las más simples de adición y sustracción.

En los trastornos de atención e hiperquinesia (TDAH), se logran una escritura normal alrededor del 40%, por lo común pueden escribir, pero por la hiperactividad o la falta de concentración no logran completar sus oraciones. Los TDAH afecta al 6-9% de niños escolares y 50-80% de los niños con TDAH tienen dificultades en el medio escolar y el 40% sufren de dislexia, se señala que tiene déficit en la dopamina y serotonina (Trujillo et al., 2012).

El autismo un trastorno de la comunicación y el habla, dificultad para la interacción social y actividad repetitiva con estereotipias, su base neurobiológica se atribuye a daño temprano del encéfalo, lesión cerebral, alteración de los

cromosomas XV, XVI, sin embargo su etiopatogenénesis aún se desconoce y su detección temprana le ayuda a su rehabilitación y su vida futura (Ugaz et al., 2019).

La concepción mente-cerebro como dos sustancias con propiedades y leyes diferentes, se conoce como dualismo cartesiano y ha intercedido con el estudio científico de la conciencia de la neurobiología, la informática y la inteligencia artificial (Barbado et al., 2002). Bunge (2011) en su concepción mente-cerebro también refiere que aún no se ha establecido la unidad mente cerebro.

La evaluación funcional y estructural del encéfalo es importante para el diagnóstico y tratamiento, el electroencefalograma para la epilepsia, la resonancia magnética cerebral, tomografía cerebral (Silva, 2011). La Resonancia magnética cerebral basado en el magnetismo de los protones, dibuja la estructura interna del encéfalo, dando a conocer alteraciones orgánicas y funcionales del cerebro.

SISTEMA SENSORIAL

Los órganos neurosensoriales, audición, visión, gusto, tacto y olfato, otorgan al cerebro la información del mundo externo. La audición es la más empleada para el aprendizaje, tiene dos estructuras, los oídos y el nervio auditivo. El estímulo sonoro llega a las orejas, pasa por el CAE llega al tímpano, moviliza la cadena de huesecillo, por el estribo y ventana oval continua las ondas sonoras por la rampa timpánica y alcanza la membrana basal. La mecida de la membrana basal moviliza las células ciliadas y el rozamiento de las células ciliadas internas con la membrana tectoria da lugar a la *transducción*, o transformación de la energía mecánica en eléctrica de electrones. Los electrones es captado por el VIII par, la I neurona que es bipolar, tiene el soma en el triángulo de Scarpa, capta la información eléctrica de las células ciliadas del órgano de Corti y a través del nervio auditivo llega a la protuberancia, hace sinapsis con la II neurona del núcleo coclear, pasa a la III neurona del grupo olivar, continua con la IV neurona del lemnisco lateral, V neurona del colículo inferior, llega a la VI neurona en el tálamo, pasa a la VII neurona en el área 21 de la circunvolución de Heschel en el temporal, finalizando en el área 22

de Wernicke para la comprensión del lenguaje (Cuetos, 2012).

La visión está compuesta por dos estructuras, los ojos y la vía visual. La señal luminosa llega al ojo, a través de los medios de refracción el humor acuoso, cristalino, humor vítreo, transportan la luz hacia la retina estructura nerviosa de 6 capas. La luz llega a la primera capa de las células pigmentarias, ocurre refracción de la luz hacia los conos y bastones donde se produce la transducción, la transformación de la energía luminosa en eléctrica para ser usada por la vía visual. La nueva información es captada por las células bipolares (I neurona), hace sinapsis con la II neurona de células ganglionares. La información continúa por el nervio óptico, se entrecruza en el quiasma, donde se cruza la visión (para la visión bilateral) y a través de la cintilla óptica llega hacia la III neurona al cuerpo geniculado en el tálamo y mediante la radiación óptica llega a la región calcarina del occipital área 17, donde se hace mental lo que se vio (Rodríguez y Agreda, 2004; Mora, 1996).

La madurez visual 20/20 parecida al adulto ocurre a los 6 años, por esta misma edad es frecuente la aparición de los defectos refractarios, miopía, astigmatismo y la hipermetropía. Los niños con defectos refractarios tienen dificultades para el aprendizaje de la lectoescritura, siendo un factor muy útil determinar la indemnidad de la visión para diferenciar de otros trastornos del aprendizaje.

CONCLUSIONES

Las bases neurobiológicas del neurodesarrollo y del aprendizaje escolar, con extensión a las diversas manifestaciones del cerebro son un abanico de conocimientos que se pueden aplicar a la salud y favorecer la atención de pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbado, A.J.; Aispire, D.J.; Cañones, G.P.; Fernández, C.A.; Goncalvez, E.F.; Rodríguez, Z.J.; De la Serna, I.; Solla, J.M. 2002. Aspectos sobre Neurobiología de la conducta humana. *Medicina General*: 500-513.

- Battro, A. 2011. Neuroeducación: El cerebro en la escuela. En: Lipina S, Sigman M. La pizarra de Babel. Fuentes entre neurociencias y educación. Buenos Aires. Ed Libros del Zorzal. p25.
- Bravo, V.L. 1985. Dislexia y retraso lector. Madrid: Santillana SA.
- Bunge, M. 2011. El problema mente cuerpo. Un enfoque psicobiológico. 3aed. Madrid. Editorial Tecnos. p23
- Cardinali, D. 2007. Neurociencia aplicada. Sus fundamentos. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.
- Castro, P.I. 1983. Neurología infantil. Barcelona: Ed Científica Médica.
- Catell, R.B. 1963. Test de Inteligencia, factor "g" escala I, forma abreviada colectiva de RB Catell.
- Chomsky, N. 1989. El conocimiento del lenguaje. Su naturaleza, su origen y su uso. Madrid. Ed Alianza Editorial.
- Condemarín, M.; Chadwick, M.; Milhc, N. 1981. Madurez escolar. Santiago Chile: Editorial Andrés Bello.
- Cuetos, F. 2012. Neurociencias del lenguaje. Bases neurológicas e implicaciones clínicas. Buenos Aires. Ed Médica Panamericana.
- Fejerman, N.; Fernandez, A.E. 1987. Neurología Pediátrica. 2aed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Guadalupe, R.M. 2012. Bullying. Acoso escolar. México. Ed Trillas.
- Hernández, A.A.; Serralde, Z.A.; Olguin, C.G.; Melendez, M.G.; 2011. Amarante DM. Medicina y Nutrición. Nutrición comunitaria y clínica. México. McGraw Hill.
- Miranda, J.E. 2008. Inteligencias múltiples. 1ªed. Lima: Editora Ames.
- Mora, F. 1996. El cerebro íntimo. Ensayos sobre neurociencia. Barcelona. Editorial Ariel SA.
- Netter, F. 2003. Atlas de anatomía humana. 3a Ed. New York.
- Purves, D.; Augustine, G.; Fitzpatrick D, Lamantia, A.; Williams, M. 2006. Neurociencia 3a ed. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana;
- Rodríguez, S.; Agreda, S. 2004. Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición. 2aed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Silva P.J. Métodos en Neurociencias cognitivas. Bogotá. Edit. Manual Moderno; 2011.
- Spalteholz, W.; Tortella, P.; Vilahur, J. 1970. Atlas de Anatomía humana. Barcelona: Editorial Labor SA.
- Srevens, A.; Lowe, J. 2006. Histología humana. 3ª ed Madrid. MMV Elsevier.
- Swaiman, K. 1996. Neurología Pediátrica: principios y prácticas. Madrid: Mosby/Doyma Libros.
- Testut, L. 1966. Tratado de anatomía humana. Barcelona. Tomo 2,3. Ed Salvat Editores, SA.
- Trujillo, O.N.; Pineda, D.; Uribe, L. 2012. Validez del diagnóstico de trastorno por déficit de atención/hiperactividad: de lo fenomenológico a lo neurobiológico (I). *Rev Neurol* 54(5): 289-302.
- Ugaz, S.; Azabache, M.; Vásquez, F.; Ugaz, L. 2019. Autismo infantil: Eficacia de la rehabilitación logopédica en la inserción escolar. *SCIENDO* 22(1): 73-77.
- Volpe, J. 2002. Neurología del recién nacido. 4ª ed. México. Mc Graw Hill.