

Bases biológicas del aprendizaje

Laura Abero | Maestra. Lic. en Ciencias de la Educación (FHCE, UdelAR). Diploma Superior en Curriculum (FLACSO). Mag. en Didácticas de la Educación Básica (CLAEH). Profesora de Pedagogía e Investigación Educativa en los IINN e IPA.
mylaura24@gmail.com

Introducción

El marco en que se inscribe este trabajo es la temática de las Dificultades de Aprendizaje, más específicamente, las *Bases biológicas del aprendizaje*. Para ello, uno de los nuevos campos de estudio es la Neuropsicología que vincula la base biológica, el aprendizaje y los componentes emocionales y sociales del individuo en forma interdisciplinar, con el campo de estudio de las Neurociencias.

«Se puede definir la Neurociencia como el ámbito interdisciplinar que estudia diversos aspectos del sistema nervioso: anatomía, funcionamiento, patología, desarrollo, genética, farmacología y química con el objetivo último de comprender en profundidad los procesos cognitivos y el comportamiento del ser humano (Mora y Sanguinetti, 1996).» (apud Portellano, 2005:3)

La Neuropsicología estudia las relaciones entre conducta y cerebro, considerando cómo las lesiones cerebrales afectan las funciones cognitivas y las acciones *comportamentales* del individuo (cf. Portellano, 2005). Además de cambios físicos, el sistema nervioso lesionado genera trastornos cognitivos que afectan a funciones básicas de la persona: pensamiento, memoria, lenguaje o la regulación del comportamiento.

Difiere de otras neurociencias conductuales por su objeto de estudio, ya que se centra «en el conocimiento de las bases neurales de los procesos mentales complejos» (idem, p. 6). Su muestra de investigación son seres humanos y las funciones complejas de la especie, tales como memoria, pensamiento, lenguaje, funciones ejecutivas, motricidad, percepción.

Así, se apunta a dar respuesta a la interrogante: ¿cómo se comunica el sistema nervioso central? Debemos abordar conceptos relacionados a los componentes del sistema nervioso.



En todos los organismos es posible la presencia de vida por la existencia de actividad nerviosa, o de un sistema nervioso que colabora con su supervivencia. Hay que agregar que las neuronas son las responsables de la excitabilidad y la plasticidad –capacidad de variar la respuesta según el sentido que tenga la supervivencia–. La vida acontece por la existencia del sistema nervioso, por lo que su organización, su función y su estructuración determinan la conservación de un ser vivo.

Componentes del sistema nervioso central

El sistema nervioso central está compuesto por siete partes (cf. Kandel, Schwartz y Jessell, 2001:7): médula espinal, bulbo raquídeo, protuberancia, cerebelo, mesencéfalo, diencefalo y hemisferios cerebrales. Los autores señalan que cada una tiene funciones y organizaciones específicas, que hacen posible la comunicación del sistema nervioso central.

A continuación se describen los diferentes componentes, tomando palabras de los propios autores (*idem*, p. 8).

La **médula espinal** recibe y procesa la información sensitiva de la piel, las articulaciones y los músculos de las extremidades y el tronco, y controla el movimiento de las extremidades y el tronco. Se subdivide en las regiones cervical, dorsal, lumbar y sacra. La médula espinal se continúa hacia arriba con el tronco encefálico, compuesto del bulbo raquídeo, la protuberancia y el mesencéfalo. El tronco del encéfalo recibe información sensitiva de la piel y los músculos de la cabeza, además de encargarse de su control motor. También transmite información de la médula espinal; regula el grado de vigilia y de conciencia.

El **bulbo raquídeo**, situado por encima de la médula espinal, responsable de funciones vitales: digestión, respiración, frecuencia cardíaca.

La **protuberancia**, colocada por encima del bulbo, lleva información sobre el movimiento del hemisferio cerebral al cerebelo.

El **cerebelo**, por su parte, instalado por detrás de la protuberancia, regula la fuerza y amplitud de los movimientos, y participa en el aprendizaje de las capacidades motoras.

El **mesencéfalo**, situado por encima de la protuberancia, vigila otras funciones sensitivas y motoras: movimientos oculares y coordinación de reflejos visuales y auditivos.

El **diencefalo**, situado por encima del mesencéfalo, tiene dos estructuras: el *tálamo* y el *hipotálamo*. El primero procesa la información que alcanza la corteza cerebral procedente del resto del sistema nervioso central. El segundo regula la función autónoma, endocrina y visceral.

Los **hemisferios cerebrales** consisten en una capa externa muy plegada –la *corteza cerebral*– y tres estructuras situadas en la profundidad: los *ganglios basales*, el *hipocampo* y los *núcleos amigdalinos*. Los ganglios basales participan en la regulación de la realización de los movimientos; el hipocampo está involucrado en aspectos del almacenamiento de los recuerdos; y los núcleos amigdalinos coordinan las respuestas autónomas y endocrinas de los estados emocionales.

El encéfalo se divide también en tres regiones: el *rombencéfalo* (bulbo raquídeo, protuberancia, y cerebelo), el *mesencéfalo* y el *prosencefalo* (diencefalo y hemisferios cerebrales). El bulbo raquídeo, la protuberancia y el mesencéfalo forman el tronco encefálico.

Cognición y cerebro

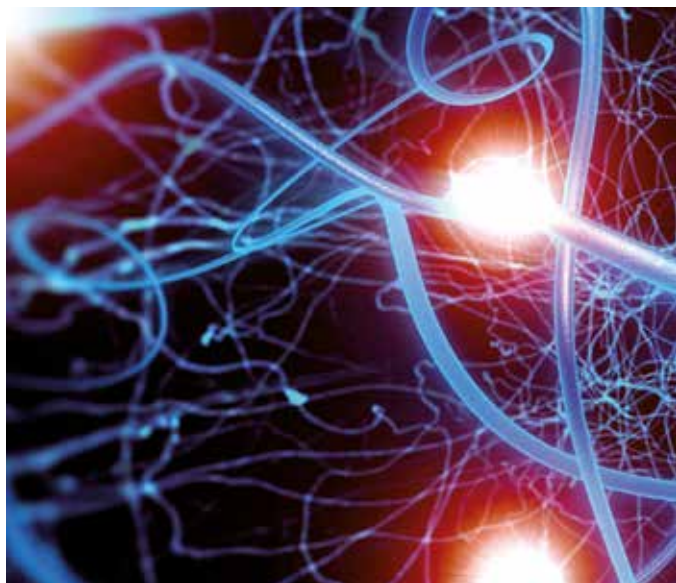
En la corteza cerebral –sustancia gris plegada que cubre los hemisferios cerebrales– ocurren todas las capacidades cognitivas (*idem*, p. 9). En cada uno de los dos hemisferios cerebrales, la corteza está dividida en cuatro lóbulos: frontal, parietal, temporal y occipital. El lóbulo frontal, en general, se ocupa de la planificación de acciones futuras y del control del movimiento; el lóbulo parietal define la sensación somática, el esquema corporal y su relación con el espacio extrapersonal; el lóbulo occipital se ocupa de la visión; el temporal de la audición; y a través de estructuras profundas –el hipocampo y los núcleos amigdalinos– de aspectos del aprendizaje, la memoria y las emociones. «Cada lóbulo posee varios pliegues profundos hacia su interior (...) Las crestas de estos pliegues se denominan circunvoluciones...».

Si nos preguntamos acerca de la organización de la corteza cerebral, esta se caracteriza por dos rasgos: 1) cada hemisferio se ocupa de los procesos sensitivos y motores del lado contralateral (opuesto) del cuerpo. Así, las áreas motoras del hemisferio derecho vigilan los movimientos de la mitad izquierda del cuerpo. La información sensitiva que llega a la médula espinal desde la parte izquierda del cuerpo, cruza al lado derecho del sistema nervioso; 2) los hemisferios no son simétricos, ni iguales en función y estructura, si bien tienen aspecto parecido.

Según estos autores, los rasgos afectivos, así como la personalidad, tienen una localización en la corteza cerebral. Estos aspectos son de reciente investigación.

El estudio de los afectos fue evidenciado «en pacientes con algunos trastornos del lenguaje y en los que sufren un tipo concreto de epilepsia» (*idem*, p. 14). Así, en indagaciones sobre afasia, con defectos cognitivos del lenguaje, se demostró que los pacientes también tenían problemas en reconocer entonación (prosodia) del lenguaje. Este aspecto afectivo está localizado en el hemisferio derecho.

Otra evidencia de la participación cerebral y los elementos afectivos se demostró cuando se ve afectada el área de Wernicke, situada en el hemisferio izquierdo. En este caso hay un compromiso en la «comprensión de la calidad emocional del lenguaje» (*idem*, p. 15). Por ejemplo, reconocer el tono triste o alegre en la descripción sobre un acontecimiento. Respecto al hemisferio contrario, según señalan los autores, «puede ser necesario



un hemisferio derecho intacto para apreciar las sutilezas del lenguaje, como la ironía, la metáfora y el ingenio, así como el contenido emocional del habla» (*ibid.*).

En las últimas décadas se descubrió que el lóbulo temporal está implicado en estados y elementos de la personalidad.

«Los pacientes con epilepsia crónica del lóbulo temporal [...] manifiestan alteraciones emocionales características, algunas de las cuales solo se producen fugazmente durante la propia convulsión y se conocen como fenómenos ictales (del latín ictus, golpe o ataque). Fenómenos ictales frecuentes son los sentimientos de irrealidad (...); alucinaciones visuales o auditivas transitorias; sentimientos de despersonalización, miedo o cólera; delirios; sentimientos sexuales; y paranoia.» (*ibid.*)

Finalmente se puede resaltar que las capacidades cognitivas como la percepción, el movimiento, el lenguaje, el pensamiento y la memoria «son posibles por la interconexión en serie y en paralelo de varias regiones del cerebro» (*ibid.*). Así, si existe una lesión en alguna parte del cerebro es posible, por medio de la reorganización de sus conexiones, no perder una función específica, como se creía hace algunas décadas. Si se representan los procesos mentales como vías de ferrocarril se puede entender que si hay una disfunción en un eslabón, se va afectar la información que transporta, pero no interfiere en el sistema en su conjunto.



Clases de células del sistema nervioso

Se conocen dos tipos principales de células en el sistema nervioso central: las células nerviosas (neuronas) de señalización y las células gliales, de sostén (glía).

Las **neuronas**, como unidades básicas del cerebro, tienen a su cargo discriminar la complejidad del entorno, percibir acontecimientos (algunos que serán guardados en la memoria para usarse luego) para expresarse prontamente en conductas apropiadas a la situación.

«El componente de entrada produce señales locales graduadas.

El componente desencadenante toma la decisión de generar un potencial de acción.

El componente de conducción propaga un potencial de acción de todo o nada.

El componente de salida libera neurotransmisores.

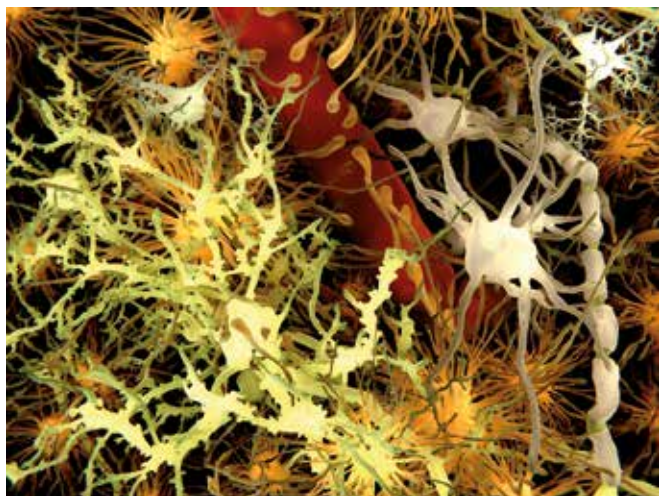
La transformación de la señal nerviosa, de sensitiva en motora, se ilustra por la vía del reflejo miotático.» (idem, p. 19)

Una neurona típica tiene cuatro regiones definidas: cuerpo celular, dendritas, axón y las terminales presinápticas. Cada una de estas partes desempeña una función específica.

El cuerpo celular es el centro metabólico, tiene un núcleo que almacena los genes, el retículo endoplásmico, una extensión del núcleo donde se sintetizan las proteínas de la célula. Del cuerpo celular se evidencian dos clases de prolongaciones, las dendritas y el axón. Las primeras, se ramifican como un árbol y se constituyen en el dispositivo principal de recepción de señales provenientes de otra neurona. El axón es una unidad de conducción de señales a otras neuronas. *«Estas señales eléctricas, denominadas potenciales de acción, son impulsos nerviosos rápidos [...] Los potenciales de acción constituyen las señales mediante las cuales el cerebro recibe, analiza y transmite información.» (idem, pp. 21-22)*

La complejidad de la conducta no depende específicamente de una neurona, sino de la conformación de circuitos anatómicos precisos. Hay neuronas con propiedades básicas similares que pueden generar respuestas distintas, según la forma en que estén conectadas entre sí con los receptores sensoriales y músculos.

«...entender la función normal es una necesidad para explicar las anomalías que producen discapacidad intelectual y abordar un tratamiento adecuado de sus consecuencias. La especial riqueza funcional del cerebro depende del desarrollo de regiones cerebrales con tipos de neuronas característicos que establecen un patrón de conexiones mutuas» (Martínez-Morga y Martínez, 2016:53)



Hay cuatro características básicas del sistema nervioso, por las cuales se generan conductas: 1) los mecanismos de señalizar de las neuronas; 2) los tipos de conexión neuronal; 3) la interconexión y diferentes tipos de conducta; 4) los medios por los cuales la experiencia modifica las neuronas y sus conexiones (cf. Kandel, Schwartz y Jessell, 2001:19).

Las sinapsis son unidades de conectividad entre neuronas y del intercambio de información en el cerebro. La sinaptogenia es un proceso altamente sensible a efectos positivos (plasticidad adaptativa) y negativos (toxicidad y deterioro de las conexiones). «*La transmisión sináptica requiere la función coordinada de estructuras altamente especializadas a ambos lados de la hendidura sináptica*» (Martínez-Morga y Martínez, 2016:56).

Otro aspecto relevante es lo que se denomina “plasticidad neuronal” que se define como la capacidad de una neurona o red neuronal para modificarse funcional o estructuralmente en respuesta a cambios de actividad. Así, constituye un mecanismo relevante en el desarrollo y refinamiento de circuitos durante el período posnatal, la infancia y la adolescencia.

Con respecto a las **células gliales**, Kandel, Schwartz y Jessell (2001:20) señalan que superan en número entre diez y cincuenta veces a las neuronas. Su nombre proviene del griego y significa pegamento. No necesariamente se refiere a que “peguen” las neuronas, sino a que rodean los cuerpos neuronales –axones, dendritas–.

Las glías no tienen una función de información, pero cumplen otras funciones vitales: 1) sostienen a las neuronas, estructurando el encéfalo, separan grupos neuronales y conexiones sinápticas; 2) dos tipos de células gliales (oligodendrocitos y células de Schwann) producen mielina, para aislar los axones; 3) algunas células gliales son fagocitos, eliminan detritos tras las lesiones, impiden así la muerte de las neuronas; 4) favorecen una señalización eficiente (por ejemplo, captan los transmisores químicos liberados por las neuronas); 5) dirigen (glía radial), durante el desarrollo, a las neuronas que emigran y el crecimiento de los axones; 6) en algunos casos regulan las terminales presinápticas; 7) evitan que las sustancias tóxicas penetren al cerebro (astrocitos), formando un revestimiento –barrera hematoencefálica–; 8) otras células gliales liberan factores de crecimiento y ayudan a nutrir las neuronas –aunque esta función no se puede demostrar en forma concluyente–.

Los autores señalan que «...lo que hace que el cerebro sea una notable máquina de procesamiento de la información no es la complejidad de sus neuronas, sino sus numerosos elementos y, en concreto, la complejidad de las conexiones existentes entre ellos» (idem, p. 34). 

Referencias bibliográficas

KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James H.; JESSELL, Thomas M. (2001): *Principios de Neurociencia*. Madrid: Ed. McGraw-Hill/Interamericana.

MARTÍNEZ-MORGA, Marta; MARTÍNEZ, Salvador (2016): “Desarrollo y plasticidad del cerebro” (Conferencia inaugural) en *Revista de Neurobiología*, N° 62, Supl. 1, pp. 53-58. En línea: <https://docplayer.es/22017548-Desarrollo-y-plasticidad-del-cerebro.html>

PORTELLANO, José Antonio (2005): *Introducción a la neuropsicología*. Madrid: Ed. McGraw-Hill/Interamericana.