

Neurotransmisores y su papel en la transmisión de señales entre neuronas.

Neurotransmitters and their role in the transmission of signals between neurons.

Mildred Naomi Sarmiento Holguín ^{1*}, Alex Rolando Chiriguaya Jáuregui ², Hernán Darío Robles Intriago ³ & Diana Cristina Beltrán Alcívar ⁴

1.* Estudiantes de Medicina, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Email: mildred.sarmiento@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3076-181X>

2. Estudiantes de Medicina, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Email: alex.chiriguaya@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7563-481X>

3. Estudiantes de Medicina, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Email: hernan.robles@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8999-2030>

4. Estudiantes de Medicina, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Email: diana.beltran01@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6450-3270>

Destinatario: Mildred.sarmiento@cu.ucsg.edu.ec

Recibido: 23/Abril/2022

Aceptado: 27/mayo/2023

Publicado: 30/junio/2023

Como citar: Sarmiento Holguín, M. N., Chiriguaya Jáuregui, A. R., Robles Intriago, H. D., & Beltrán Alcívar, D. C. (2023). Neurotransmisores y su papel en la transmisión de señales entre neuronas. Revista E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar, 5 (15), 24-38 <https://doi.org/10.53734/mj.vol5.id271>

Resumen: Las neuronas forman parte del sistema nervioso, cuya función es ser mensajeras y comunicadoras del organismo, a través de la transmisión de impulsos nerviosos hacia otras células del cuerpo por medio de una transmisión eléctrica o química, que se conoce como sinapsis. La comunicación de las neuronas es posible además por los neurotransmisores, los cuales son sustancias que hacen posible esta comunicación a través de la transmisión sináptica, los cuales son liberados en las terminaciones nerviosas en el sitio conocido como hendidura sináptica, mezclándose con proteínas en el tejido celular, por lo que su papel en la transmisión de señales entre las neuronas juega un papel fundamental para que esta función se lleve a cabo.

Palabras Clave: neuronas, neurotransmisores, sinapsis.

Abstract: Neurons are part of the nervous system, whose function is to be messengers and communicators of the body, through the transmission of nervous impulses to other cells in the body through an electrical or chemical transmission, which is known as synapses. The communication of neurons is also possible by neurotransmitters, which are substances that make this communication possible through synaptic transmission, which are released in the nerve endings in the site known as the synaptic cleft, mixing with proteins in the tissue. cellular, so its role in the transmission of signals between neurons plays a fundamental role for this function to be carried out.

Keywords: neurons, neurotransmitters, synapses.

INTRODUCCIÓN

El sistema nervioso es considerado uno de los más importantes para el funcionamiento del cuerpo humano, debido a que hace posible el recibimiento y procesamiento de información proveniente tanto del interior del cuerpo humano como del entorno, regulando cada una de las funciones con órganos y sistemas.

La constitución del sistema nervioso está formado por dos tipos de células; las neuronas y la neuroglia. Las neuronas son unidades funcionales cuya función esencial es generar información por medio de señales eléctricas desde los sistemas sensoriales al cerebro o la transmisión de actividades motoras desde el cerebro a los músculos. Por su parte, la neuroglia presenta cuatro tipos: astrocitos, oligodendrocitos, células ependimarias y microglía, las cuales envuelven a las neuronas y juntas se encargan de la organización en circuitos o bloques funcionales para conservar la homeostasia, recibiendo información que se obtiene del mundo exterior, ejecutando acciones para la actividad mental (Ugaz Ugaz et al., 2019)

Vallejo et al. (2019), mencionan que las neuronas son las células del sistema nervioso que se encargan de obtener y transmitir datos, utilizando procesos electroquímicos. Por lo que constantemente recogen y evalúan información relacionado tanto con el estado interno del organismo como también con el ambiente externo, información que intercambiada entre si, conocida como comunicación neuronal, que hacen que las necesidades de los individuos puedan ser satisfechas.

El presente artículo tiene como objetivo describir el papel de los neurotransmisores en las señales que se emiten entre las neuronas.

Agrela (2022), expone que en el cerebro de los humanos se encuentran alrededor de 86.000 millones de neuronas, siendo las células que más abundan dentro de este, comunicándose a través de axones, por medio de impulsos de señales conocidos como potenciales de acción en distintas áreas del cerebro y del cuerpo humano.

Por otro lado, Escobar (2019), señala que las neuronas son unidades morfofuncionales del tejido nervioso. Son excitables porque reciben, transmiten y almacenan la información. Para que cada una de estas funciones se cumpla dependerá de algunas adaptaciones morfológicas y funcionales, como por ejemplo tener una superficie extensa y ejecutar contactos sinápticos. En las neuronas coexiste una correspondencia morfológica y funcional, predominando formas irregulares como los procesos extensos y ramificados, que hace fácil la interacción con otras células.

Además, Ferreres (2022), expone que las neuronas son una unidad compleja de procesamiento, integrada también a otras neuronas formando circuitos y redes locales conectadas

a distancia y sistemas, por lo que esta organización se originan capacidades de procesamiento de información que hacen posible las habilidades y funciones cognitivas, así como la conducta de los seres humanos.

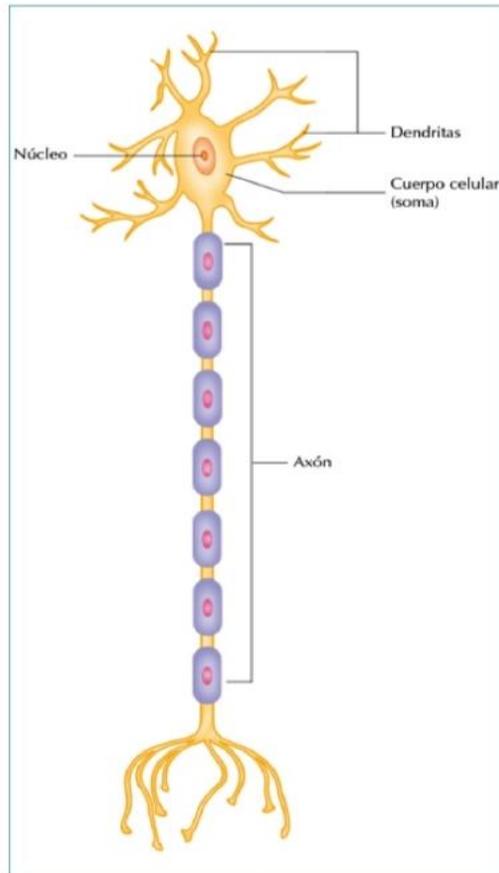
Por su parte, Marín (2022), acota que las neuronas reciben información de parte de receptores sensoriales del organismo, procesándola y analizándola, para luego traducirla en una señal electroquímica que se difunde en otras neuronas o ejecutan acciones en un órgano efector. Tienen capacidad para regenerarse y repararse. Además tienen elementos básicos comunes a ellas como el ADN nuclear, compactado en cromosomas que tienen su información genética, orgánulos como la mitocondrias que generan energía y ribosomas que fabrican proteínas, y están distribuidos en el citoplasma, en la cual la membrana lipídica y el retículo endoplásmico ayuda a almacenar y transportar las moléculas y sustancias. Dentro de los componentes internos están los microtúbulos, tubos largos y rígidos que cumplen un gran papel en la articulación del andamiaje de la estructura de la célula.

Las neuronas están conformadas por varias partes las cuales son señaladas por Gibbons (2023):

1. Cuerpo celular o soma o tronco de árbol: Es el centro de control y está compuesto por el núcleo, la mitocondria y otros componentes.
2. Axón o raíz del árbol: Se comunica y activa cuando la neurona necesita comunicarse con otra neurona, lo cual lleva a cabo a través de una potencial acción.
3. Dendritas o ramas del árbol con dendríticas asociadas: Son las receptoras, ya que reciben las señales y mensajes de otras células. La información la reciben a través de pequeñas protuberancias conocidas como espinas dendríticas, que a su vez se proyectan desde las ramas hasta el punto de articulación especializado conocido como sinapsis.

En la figura 1, se muestra las partes de la neurona:

Figura 1
Partes de la neurona



Fuente: Gibbons (2023)

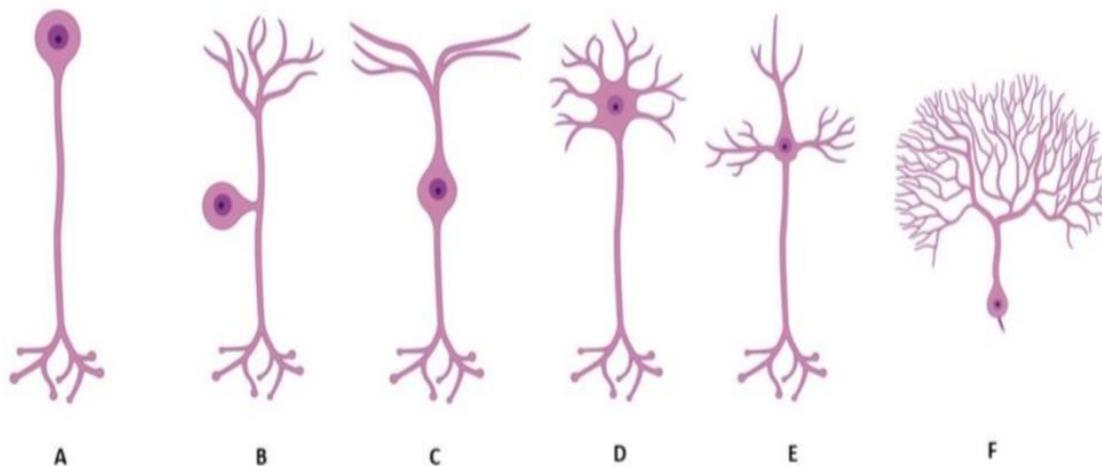
Además, las neuronas pueden clasificarse en diferentes criterios, mencionados por Barbeito et al. (2022), descritas a continuación:

- Según la forma del soma: Pueden ser piramidales, estrelladas, esféricas, ovoides o piriformes
- Según la cantidad de prolongaciones: Pueden ser:
 - Multipolares: ya que tienen un gran número de prolongaciones; varias dendritas y un axón.
 - Bipolares: son las que poseen un axón y una dendrita que son muy semejantes, estas se localizan generalmente en órganos de los sentidos.
 - Unipolares: Tienen una sola prolongación con características de axón.
 - Seudounipolares: Están ubicadas en ganglio nerviosos dorsales, poseen un axón y una dendrita muy parecidas y fusionados en su origen.
- Según su función, pueden ser:

- Sensoriales: Son las que reciben estímulos del medio ambiente y también del organismo, transportándolos al sistema nervioso central.
- Motoras: Encargadas de conducir las respuestas desde el sistema nervioso central hacia cada uno de los órganos efectores
- Interneuronas: Son muy pequeñas, efectúan la sinapsis con otras neuronas, pero no son parte de los receptores sensoriales y tampoco tienen conexión con órganos efectores, su función es de regulación.
- Neurosecretoras: Su función es secretar hormonas hacia la circulación sanguínea.

Figura 2

Tipos de Neuronas



Fuente: Barbeito et al. (2022) Unipolar B. Seudounipolar C. Bipolar D. Multipolar estrellada E. Multipolar piramidal F. Multipolar piriforme

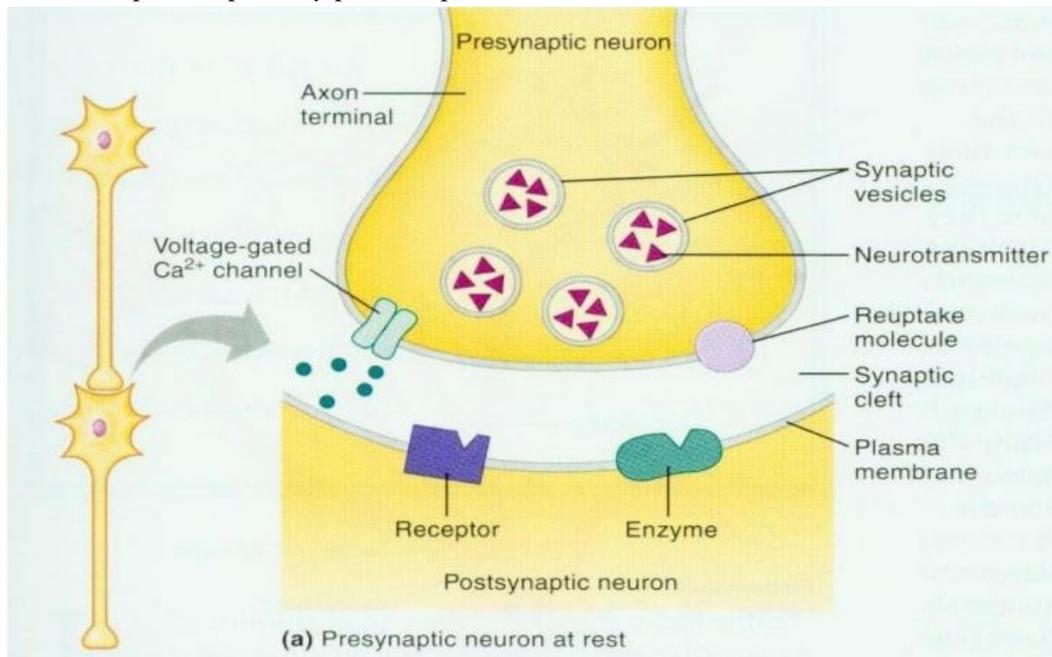
Dentro de las propiedades de las neuronas, Morandín (2022), acota que están se determinan por su ubicación y las conexiones efectivas que genera con otras neuronas, así como por proteínas que sintetizan y los neurotransmisores que son secretados. Cuando se crean conexiones adecuadas, las neuronas pueden enviar sus axones hacia una dirección específica, proceso que puede ser influenciado genéticamente o determinado por actividades de moléculas quimiotrópicas.

La palabra sinapsis fue introducida por Sherrington en 1987, definiéndola como un área de contacto, especializada en transmitir información entre dos neuronas. Hoy en día se usa también para referirse a las conexiones de las neuronas con las células efectoras y células receptoras (Torres et al., 2023)

Para Alcivar y Moya (2020) la sinápsis, es el proceso que hace posible la comunicación de las células, así como su interacción entre ellas, a través de los axones y las dendritas, donde se da la transformación de emisiones eléctricas por las químicas.

Según lo mencionado por Lerma (2023), la sinapsis está constituida por la parte de dos neuronas, una es la encargada de enviar información y la segunda quien la recibe. La primera neurona se conoce como presináptica y la segunda postsináptica. Ambas partes son diferentes tanto en estructura como en lo funcional y están separadas por un pequeño espacio llamado hendidura sináptica.

Figura 3
Neuronas presinápticas y postsinápticas



Fuente: Páez (2020)

Haro (2022) Señala que por el tipo de neurotransmisor que se libera, la sinapsis puede ser:

- Excitatoria, cuando se libera una descarga eléctrica o potencial de acción que transita por la neurona postsináptica y da paso a la secreción de neurotransmisores en espacios sinápticos que son compartidos con otras neuronas. De esta forma la información que se transmite desde la neurona presináptica a la neurona postsináptica viaja por el tejido nervioso, provocando potenciales de acción en otras neuronas.

- Inhibitoria, en ella es muy inusual que se produzca un potencial de acción en la neurona postsináptica, que obstaculiza o impide que la neurona postsináptica continúe la transmisión de información a otras neuronas.

Por otro lado están los tipos de sinapsis los cuales son señalados por Moreno (2019):

- Sinapsis eléctrica: Es donde la transmisión entre la primera y segunda neurona se lleva a cabo por el paso de iones de una célula a otra, a través de uniones gap, que son pequeños canales formados por el acoplamiento de complicados canales proteicos en las membranas celulares de las neuronas presináptica y postsináptica. El impulso nervioso es transmitido directamente desde una célula a otra. Este tipo sinapsis es más rápida que la química, pero menos plásticas, tienen menor propensión a las alteraciones o modulaciones ya que facilitan el intercambio entre los citoplasmas, los iones y otras sustancias químicas. Dentro de sus ventajas están:
 - Transmisión bidireccional de los potenciales de acción versus la sinapsis química, que tiene solo la comunicación correccional.
 - Sincroniza la actividad neuronal, haciendo posible la acción coordinadora entre estas.
 - Mayor velocidad sináptica, dado a que los potenciales de acción transitan directamente por medio del canal proteico sin tener de que los transmisores se liberen.
- Sinapsis química: Es aquella donde la liberación de las moléculas señaladoras, neurotransmisores, entre las células que se encuentran separadas entre sí por un espacio de 20 a 30 nanómetros, la conocida hendidura sináptica. La liberación de los neurotransmisores comienza con la llegada de un impulso nervioso o potencial de acción, produciéndose a través de un proceso rápido de secreción celular:
 1. En el terminal nervioso presináptico, las vesículas tienen los neurotransmisores, permaneciendo ancladas y preparadas con la membrana sináptica
 2. Cuando se produce un potencial de acción se genera la entrada de iones calcio por medio de canales de calcio dependientes de un voltaje.
 3. Los iones de calcio comienzan un torrente de reacciones que finalizan haciendo que las membranas vesiculares se unan con la membrana presináptica y liberan su contenido a la hendidura sináptica.
 4. Los receptores del lado opuesto de la hendidura se unen a los neurotransmisores y obligan la apertura de los canales que están cerca de la membrana postsináptica, fluyendo los iones hacia o desde el interior, cambiando el potencial de la membrana local.

METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo bibliográfica-documental, la cual según lo expone Reyes y Carmona (2020), es una de las técnicas investigativas que permiten la recolección, recopilación y selección de información sobre lecturas realizadas en distintos documentos, revistas, libros, periódicos, memorias de eventos, entre otros documentos. Los datos recopilados de esta investigación corresponden a la consulta de artículos científicos, tesis de grado, y otros documentos obtenidos de Google Académico, que permitieron la obtención de las bases teóricas para desarrollar el tema “Neurotransmisores y su papel en la transmisión de señales entre neuronas”.

RESULTADOS

Según Jara (2023), los neurotransmisores son sustancias utilizadas por las neuronas que permiten la comunicación con otras neuronas y con tejidos conocidos como tejidos diana o tejidos blanco, donde actuarán, durante el proceso de transmisión sináptica.

Por su parte, Luna (2023), señala que los neurotransmisores son moléculas que hacen posible la comunicación entre las neuronas: una neurona se encarga de liberar el neurotransmisor y la otra lo recibirá por medio de una estructura conocida como receptor.

En palabras de Mayta et al. (2019), los neurotransmisores son mensajeros químicos transmitidos por medio de las neuronas hasta llegar a la célula u órgano diana. Para que funcionen correctamente necesita que la neurona contenga concentraciones de NA^+ y K^+ en distintos niveles de concentración tanto en el medio interno como externo.

Para Casas et al. (2023), un neurotransmisor puede sintetizarse en el soma neural o en las terminaciones nerviosas. Algunos sintetizan directamente en las terminaciones nerviosas por las acciones de enzima sintetizadas en el soma, que son transportadas a estas terminaciones, fluyendo por el axón una corriente de sustancias libres o encerradas en vesículas, que pueden ser precursores tanto en los neurotransmisores o en sus enzimas, llamado flujo axónico. La clasificación de los neurotransmisores se muestra en la figura 4.

Figura 4
Clasificación de los neurotransmisores

Neurotransmisores pequeños		
Neurotransmisor	Localización	Función
Acetilcolina	Sinapsis con músculos y glándulas; presente en muchas partes del sistema nervioso central (SNC)	Excitatorio o inhibitorio Acción en la memoria
Aminas		
Serotonina	Varias regiones del SNC	Mayormente inhibitorio; sueño, tiene que ver con el estado de ánimo y las emociones
Histamina	Encéfalo	Mayormente excitatorio; compromiso en las emociones, en la regulación de la temperatura y balance de agua
Dopamina	Encéfalo; sistema nervioso autónomo (SNA)	Mayormente inhibitorio; tiene que ver con emociones/ánimo; regulación del control motor. Inhibidor de la PRL
Epinefrina	Áreas del SNC y división simpática del SNA	Excitatorio o inhibitorio; actúa como hormona cuando es producida por la médula suprarrenal
Norepinefrina	Áreas del SNC y división simpática del SNA	Excitatorio o inhibitorio; regula efectores simpáticos; encéfalo: compromiso con emociones
Aminoácidos		
Glutamato	SNC	Es el neurotransmisor excitatorio más abundante (75%) del SNC
GABA	Encéfalo	Es el neurotransmisor inhibitorio más abundante del encéfalo
Glicina	Médula espinal	Es el neurotransmisor inhibitorio más común de la médula espinal
Otras moléculas pequeñas: NO	Es incierta la localización del óxido nítrico	Pudiera ser una señal de la membrana postsináptica para la presináptica
Neurotransmisores grandes		
Neurotransmisor	Localización	Función
Neuropéptidos		
Péptido intestinal vasoactivo	Encéfalo; algunas fibras del SNA y sensoriales, retina, tracto digestivo	Función en el SN: incierta
Colecistoquinina	Encéfalo; retina	Función en el SN: incierta
Sustancia P	Encéfalo; médula espinal, rutas sensoriales del dolor, tracto gastrointestinal	Mayormente excitatorio; sensaciones de dolor
Encefalinas	Varias regiones del SNC; retina; tracto digestivo	Mayormente inhibitorias; actúan como opioides para bloquear el dolor
Endorfinas	Varias regiones del SNC; retina; tracto intestinal	Mayormente inhibitorias; actúan como opioides para bloquear el dolor

Fuente: (Casas et al., 2023)

Para que un compuesto pueda ser considerado como neurotransmisor, debe contar con ciertos requisitos los cuales son especificados por Estepa (2023).

- Tiene que ser provocado y liberado por una misma neurona y almacenarse en el botón sináptico.
- Provocar comportamientos determinados en los receptores de la neurona postsináptica.
- La administración de estos, debe provocar los mismos efectos tanto en la forma exógena como si se produce y se libera en forma endógena.
- La acción dentro de la neurona postsináptica se inhiba por un mecanismo determinado.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las neuronas constituyen las células principales del cerebro y de estas dependen los procesos del pensamiento y conducta, para que puedan funcionar es necesario que exista una apropiada regulación de electricidad y de sustancias químicas conocidas como neurotransmisores, que se liberan por los distintos tipos de neuronas, cuando el cuerpo se enfrenta a una situación o realiza alguna conducta. (Correa, 2020)

Foye (2022), explica que la información que dan los neurotransmisores hasta el interior de una célula es posible por medio de la unión de estos con receptores especializados ubicados en la superficie de la célula y que son competentes para incluir en los mecanismos bioquímicos desde el exterior. Los que reciben dentro de la membrana celular son selectivos en relación a la capacidad para unirse a un neurotransmisor para el cual este diseñado, posiblemente por causa de la configuración molecular del receptor consiente que la molécula que transmite cuadre perfectamente. Las magnitudes en que un transmisores influya sobre su célula diana, dependerá de la concentración del transmisor en el fluido extracelular y de la afinidad por el receptor de la membrana.

Por otro lado, González y García (2019), asegura que la unión desde un neurotransmisor hasta su receptor provoca cambios conformacionales es este, que permiten la conducción de corrientes iónicas y por ende la transmisión de la excitabilidad. Por cuanto la naturaleza excitatoria o inhibitoria en la transmisión entre neuronas, dependerá de la clase de neurotransmisores que libere la neurona presináptica, además de los receptores presentes en la membrana postsináptica y las diferencias entre el potencial de reposo de la membrana y el valor de potencia de equilibrio de la corriente iónica inducida; fuerza electromotriz para los iones permeantes.

Además, Lerma (2023), menciona algo muy importantes y es que la comunicación neuronal no solo es vital para el funcionamiento del cerebro, también es importante para cada una de las funciones que realiza el cuerpo humano, permitiendo la comunicación, las ordenes que emite el

cerebro a cada uno de los órganos o estructuras efectoras. Por lo tanto esta comunicación es indispensable para poder movernos, mantener el equilibrio o para la correcta frecuencia cardiaca.

La teoría consultada permitió constatar, que sin duda alguna, el papel de los neurotransmisores es vital para que puedan generarse la comunicación entre las neuronas, y por ende, la comunicación con todos los órganos del cuerpo humano, y estos puedan funcionar correctamente, dado a que los neurotransmisores cuando segregan su sustancia, activan la transmisión de las señales de las neuronas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrela, F. d. (marzo-abril de 2022). Regiones de la vida: núcleos de la base y sistema límbico. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 6(2), 3367. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2098/3039>
- Alcivar, D. F., & Moya, M. E. (agosto de 2020). La neurociencia y los procesos que intervienen en el aprendizaje y la generación de nuevos conocimientos. *Revista Polo del Conocimiento*, 5(8), 510-529. Obtenido de <file:///C:/Users/Invitado/Downloads/Dialnet-LaNeurocienciaYLosProcesosQueIntervienenEnElAprend-7554360.pdf>
- Barbeito, C., Falcón, J. E., & Magallanes, V. (2022). Tejido nervioso y sistema nervioso. En *Libros de Cátedra*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/149526/Documento_completo-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Casas, L. A., ARdila, E., & Jácome, A. (2023). *Fisiología endocrina*. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pFyCEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA410&dq=neurotransmisores:+excitatorios,+inhibitorios,+neuromoduladores,+neurohormonas&ots=sU4vhOxTjT&sig=_gaOu-pmvsAs8rBdqJ4x7JZ9yLc#v=onepage&q&f=false
- Correa, S. (julio de 2020). Los neurotransmisores son biomoléculas que transmiten información tanto a otro neurotransmisor, como a células musculares o glándulas. *Revista Neurociencias*(11). Obtenido de <https://www.menteyciencia.com/la-quimica-de-las-emociones-10-neurotransmisores-basicos/>
- Escobar, M. (2019). *Sistema nervioso: Neuroanatomía funcional y clínica*. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=g32nEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=los+neurotransmisores&ots=1ZYffvsQub&sig=Ylhf-MQIBvo3ygDhhFyGc-Cn0Bo#v=onepage&q=los%20neurotransmisores&f=false>
- Estepa, C. (2023). *Bioquímica de los neurotransmisores*. Trabajo fin de grado, Universidad de Jaén, Jaén. Obtenido de https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/20094/1/TFG_Estepa%20Castillo_Crist%c3%b3al.pdf
- Ferreres, A. R. (2022). *Neurodesarrollo*. Catedra 1 de Neurofisiología. Obtenido de http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/obligatorias/048_neuro1/cursada/descargas/old/teorico_4.pdf

- Foye, W. O. (2022). Principios de química farmacéutica. Barcelona: Reverté S.A. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xtGZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA206&dq=clasificacion+de+los+neurotransmisores&ots=zs9B6vNRCC&sig=Ve3y_v1HemJMt7HNwDrCuyohTjs#v=onepage&q&f=false
- Gibbons, J. (2023). Los nervios vitales: Un manual práctico para fisioterapeutas. California: Paidotribo. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3qzkEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=los+neurotransmisores+y+las+neuronas&ots=mdGJrvlfqa&sig=bmmY9bFf6KMIT4ZDiFdIOAK-_Qs#v=onepage&q=los%20neurotransmisores%20y%20las%20neuronas&f=false
- González, C., & García, M. A. (enero-abril de 2019). La actividad embrionaria espontánea de las redes neuronales y su función en la maduración sináptica. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 28(1). Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-25812019000100056
- Haro, J. (2022). Una introducción al uso de los potenciales evocados en el estudio del lenguaje. *Estudios de Linguística del Español*, 45, 185-204. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/elies/elies_a2022v45/elies_a2022v45p185.pdf
- Jara, K. A. (2023). Influencia de la alimentación en la salud mental, una revisión de literatura. Trabajo de investigación, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., Bogotá. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/5319/Monograf%20Final%20Karent%20Andrea%20Jara%20Acosta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lerma, J. (2023). Cómo se comunican las neuronas: El milagro de la transmisión sináptica. Madrid: CSIC. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=MAXLEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=los+neurotransmisores+y+las+neuronas&ots=Y_JtK9wbeL&sig=RoSsPS77cop3ZdPRyK4hZWtjF4I#v=onepage&q=los%20neurotransmisores%20y%20las%20neuronas&f=false
- Luna, F. J. (julio-agosto de 2023). Alcaloides en la cultura: plantas y hongos alucinógenos mexicanos. *Revista Digital Universitaria*, 24(4). Obtenido de https://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/v24_n4_a6.pdf/
- Marín, R. D. (2022). Estudio mediante simulación computacional de los efectos electrofisiológicos de la desmielinización en neuronas individuales en la enfermedad de Alzheimer. Trabajo Fin de Máster, Universitat Politècnica de València. Obtenido de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/188518/Marin%20-%20Estudio%20mediante%20simulacion%20computacional%20de%20los%20efectos%20electrofisiologicos%20de%20la%20desmie....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mayta, A. E., Portilla, A. A., Huallpa, C. A., Cayhua, C. R., Bernal, J. F., Ancota, M. L., . . . Guerrero, M. A. (2019). Análisis de las células iPS reprogramadas para la regeneración de las células neuronales y su aplicación en los tratamientos de Alzheimer y Parkinson. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Menly-Calizaya-Villanueva/publication/362780903_ANALISIS_DE_LAS_CELULAS_iPS_REPROGRAMADAS_PARA_LA_REGENERACION_DE_CELULAS_NEURONALES_Y_SU_APLICACION_EN_LOS_TRATAMIENT

Morandín, F. (2022). Neuroplasticidad: reconstrucción, aprendizaje y adaptación. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (CONCYTEP), 23-43. Obtenido de <https://philpapers.org/archive/MORNRA-7.pdf>

Moreno, A. (2019). Guía Clínica SoHAH. Manual Multidisciplinar para el manejo del dolor. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VkJrDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA27&dq=transmision+sinaptica+proceso&ots=PWT1kWtM8R&sig=ASoAtMI9gc1DfIKsIW-VSpCrRhE#v=onepage&q=transmision%20sinaptica%20proceso&f=false>

Páez, J. P. (2020). Teorías Neuronales. Obtenido de <https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/1356/LEC%20PSIC%200034%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reyes, L., & Carmona, F. A. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. Universidad Simón Bolívar. Obtenido de <http://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6630/La%20investigaci%c3%b3n%20documental%20para%20la%20comprensi%c3%b3n%20ontol%c3%b3gica%20del%20objeto%20de%20estudio.pdf?sequence=1&isAllowe>

Torres, A. R., Rodríguez, C., & García, L. (2023). Inhibidores de la actividad colinesterasa como terapia sintomática para la enfermedad de Alzheimer. Revista CENIC Ciencias Biológicas, 53. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Angel-Torres-Mc-Cook/publication/367674719_INHIBIDORES_DE_LA_ACTIVIDAD_COLINESTERASA_COMO_TERAPIA_SINTOMATICA_PARA_LA_ENFERMEDAD_DE_ALZHEIMER_CHOLINESTERASE_ACTIVITY_

- Ugaz, S., Fernández, H., Ugaz, L., Vásquez, F., & Quiroz, E. (2019). La neurobiología aplicada: Bases del neurodesarrollo y aprendizaje. *Revista Sciéndo*, 22(2), 169-173. Obtenido de https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/2411/pdf_1
- Vallejo, P. A., Zambrano, G. H., Vallejo, P. Y., Vallejo, N. K., Bravo, G. M., Vallejo, L. A., & Moya, M. E. (2019). Bases neuromorfofisiopatológicas del sistema nervioso y su impacto psicopedagógico en el organismo humano. Alicante: Área de Innovación y Desarrollo, S.L. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=d-isDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=sinapsis+quimica+y+sinapsis+electrica&ots=sthzdhkjBE&sig=RtE6CuQnALDvMO7BYq2sqxHIs9Y#v=onepage&q=sinapsis%20quimica%20y%20sinapsis%20electrica&f=false>