

El efecto de la neuroplasticidad en la rehabilitación neurológica después de lesiones cerebrales.

The effect of neuroplasticity on neurological rehabilitation after brain injuries.

Giuliana Cristina Acuña Orellana ^{1*}, Alisson Yuzabeth Aguilar Coronel ², Emily Abigaíl Vulgarin Aspiazu ³ & Maholy Yaribeth Morales Choez ⁴

1. * Estudiantes de Medicina, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. **Email:** giuliana.acuna@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6748-7086>

2. Estudiantes de Medicina, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. **Email:** alisson.aguilar@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4740-4689>

3. Estudiantes de Medicina, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. **Email:** emily.vulgarin@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5151-0794>

4. Estudiantes de Medicina, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. **Email:** maholy.morales@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1262-9996>

Destinatario: giuliana.acuna@cu.ucsg.edu.ec

Recibido: 23/Abril/2022

Aceptado: 25/mayo/2023

Publicado: 30/junio/2023

Como citar: Acuña Orellana, G. C., Aguilar Coronel, A. Y., Vulgarin Aspiazu, E. A., & Morales Choez, M. Y. (2023). El efecto de la neuroplasticidad en la rehabilitación neurológica después de lesiones cerebrales. Revista E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar, 5 (15), 1-11 <https://doi.org/10.53734/mj.vol5.id269>

Resumen: El cerebro es un órgano que posee cualidades increíbles, no solo es el órgano rector de las funcionalidades del cuerpo humano, sino que entre sus intrincados y complejos andamiajes neuronales poseen la capacidad de regenerarse luego de sufrir alguna lesión. El objetivo de esta investigación, es recopilar la información necesaria para lograr identificar alguno de los tipos más frecuentes de lesiones cerebrales, así como conocer el efecto que posee la neuroplasticidad en la rehabilitación neurológica luego de sufrir alguna lesión cerebral. La metodología que se usó fue la de bibliográfica, en la que se usó principalmente Google Académico como principal buscador de información, de igual manera, se revisaron y seleccionaron diferentes publicaciones de tipo científico de las principales bases de datos especializadas, como Elsevier, MediaPlus, Dialnet, entre otras. Como resultado se obtiene que principalmente las lesiones cerebrales son una de las principales causas de muerte en los EE.UU. y que la neuroplasticidad representa una de las características más notorias e importantes del cerebro, ya que por medio de ella y con una correcta y oportuna técnica de rehabilitación se logra recuperar parcial o total funcionalidades cerebrales luego de sufrir alguna lesión.

Palabras Clave: neuroplasticidad, cerebro, lesión cerebral.

Abstract: The brain is an organ that has incredible qualities. Not only is it the governing body of the functions of the human body, but among its intricate and complex neuronal scaffolding, it has the ability to regenerate after suffering an injury. The objective of this research is to collect the necessary information to identify some of the most frequent types of brain injuries, as well as to know the effect that neuroplasticity has on neurological rehabilitation after suffering a brain injury. The methodology used was bibliographic, in which Google Scholar was mainly used as the main information search engine. Likewise, different scientific publications were reviewed and selected from the main specialized databases, such as Elsevier, MediaPlus, Dialnet, among others. As a result, it is obtained that mainly brain injuries are one of the main causes of death in the United States and that neuroplasticity represents one of the most notable and important characteristics of the brain, since through it and with correct and Timely rehabilitation technique allows partial or total recovery of brain functionalities after suffering an injury.

Keywords: neuroplasticity, brain, brain injury.

INTRODUCCIÓN

La neuroplasticidad es un fenómeno biológico en el que ocurren una serie de acciones químicas y físicas que ayudan a las neuronas a lograr regenerarse y establecer nuevas conexiones entre estas con el fin de lograr una recuperación o regeneración de las funciones cerebrales que sufrieron algún daño tras alguna lesión cerebral (Zamudio, 2022). Por su parte, Padilla (2023) menciona que la neuroplasticidad es la capacidad del cerebro para modificar su organización anatómica y funcional. Este concepto ha sido explorado por neurocientíficos desde el siglo XIX, y se ha demostrado que tiene una gran importancia en la rehabilitación de pacientes con trastornos neurológicos, tal como en la enfermedad cerebrovascular.

Es un fenómeno realmente maravilloso que ocurre en el cerebro luego de que ocurre una lesión cerebral. en el presente artículo se exponen los principales mecanismos que se activan al momento de producirse una lesión cardiovascular o de otro tipo, como reacciona ante una adversidad, se reconecta y se adapta a la nueva situación que se presenta.

A través de la neuroplasticidad el cerebro posee la capacidad de reorganizarse y recuperar sus funciones normales, dentro de lo posible, y utilizar áreas no afectadas para reorganizar sus funciones, con la finalidad de compensar el daño sufrido.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un esquema de investigación de tipo bibliográfica documental, en la cual Reyes-Ruíz y Carmona (2020) afirman que es una de las diferentes técnicas cualitativas que se encargan de recolectar, seleccionar y posteriormente analizar la información disponible en diferentes tipos de fuentes, como las lecturas de documentos, libros, periódicos, resultados de investigaciones como tesis, ponencias, artículos de tipo científicos, entre otros.

Por otro lado, Barraza (2018) menciona que la investigación de tipo bibliográfica, también se caracteriza por la utilización de datos provenientes de fuentes secundarias, en la que en primera instancia se hace uso de dichos datos para dirigir la investigación realizando una relación entre los datos obtenidos de dichas fuentes y luego estableciendo una visión general de los aspectos más relevantes de diversas fuentes dispersas.

Es importante mencionar, que el estudio se realizó utilizando como principal motor de búsqueda Google Académico, de igual manera se seleccionaron las principales bases de datos en las que se encuentran un importante número de revistas y publicaciones científicas indexadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La vida del ser humano en la tierra como especie viviente, ha presentado diversas etapas, en las que sin duda se ha visto en la obligación de desarrollar la capacidad de adaptación para garantizar su sobrevivencia. Esto lo ha logrado en gran parte gracias a que el hombre ha sido dotado de una anatomía que posee capacidades increíbles de supervivencia y adaptación al medio. Tal como lo indica Steffan et al. (2021), la supervivencia del hombre estuvo marcada por una serie de eventos que incluyen la evolución de diferentes ancestros, mediante las mutaciones genéticas que lograron perfeccionarse hasta la actual versión del hombre.

El cerebro es un órgano que se encuentra presente en diversas especies vivientes en el planeta, sin embargo, en el ser humano presenta una serie de variantes que lo hace ser sustancialmente diferente del resto, esto se debe a la intrincada conformación de sus partes, ya que esto le ha permitido diferenciarse del resto de las demás especies, es decir, se le ha atribuido la singularidad de la especie gracias a que el cerebro es el órgano rector de las habilidades cognitivas y de raciocinio propias del ser humano (González et al., 2023).

Al respecto de los rasgos que distinguen al ser humano de otras especies, conviene citar lo descrito por Ferreres (2020) en su publicación:

Al igual que el resto de las especies, los seres humanos somos el producto de la evolución biológica por selección natural. Esto significa que, por un lado, los rasgos anatómicos, fisiológicos, conductuales, y cognitivos que caracterizan a nuestra especie (y la distinguen de otras) son producto de variaciones genéticas surgidas al azar. Por otro lado, también significa que la mayoría de los rasgos anatómicos, fisiológicos, conductuales, y cognitivos que compartimos con otras especies fueron seleccionados porque favorecieron la supervivencia y la reproducción de ancestros comunes en los ambientes que éstos habitaron (p. 25).

Ahora bien, se conoce que el cerebro es un órgano de máxima importancia en el desarrollo y diferenciación del ser humano, y que las funciones motoras, sensoriales y cognitivas dependen de él, por lo cual, de su correcto funcionamiento depende el normal desenvolvimiento del individuo en sus múltiples tareas diarias. Sin embargo, el ser humano es vulnerable a sufrir diversas patologías que pueden llegar a afectar considerablemente las funciones normales a nivel de motricidad y sensoriales, tal es el caso de las lesiones cerebrales, la cual es según Grasso-Cladera y Salas (2022) pueden ser traumáticas, como por ejemplo las producidas por un accidente automovilístico, o las no traumáticas, ejemplo de ello los accidentes cerebro vasculares o las resultantes de algún tipo de infección o tumores cerebrales.

De acuerdo a lo anteriormente descrito, existe una gran variedad de lesiones cerebrales, pero una de las que más se destaca es la lesión cerebral traumática (LCT), la cual se define como una

alteración que sufre el cerebro de manera temporal o permanente producida por una fuerza externa. Soto-Páramo et al. (2022) mencionan que los edemas cerebrales, por ejemplo, están asociados directamente con las lesiones craneales traumáticas, y las que se observan con mas frecuencia son:

- Citotóxico: El cual se caracteriza por la acumulación de agua intracelular de neuronas, astrocitos y microglía independientemente de la integridad de la pared endotelial vascular.
- Vasogénico: Causado por una interrupción mecánica o autodigestiva o una ruptura funcional de la capa de células endoteliales de los vasos cerebrales.

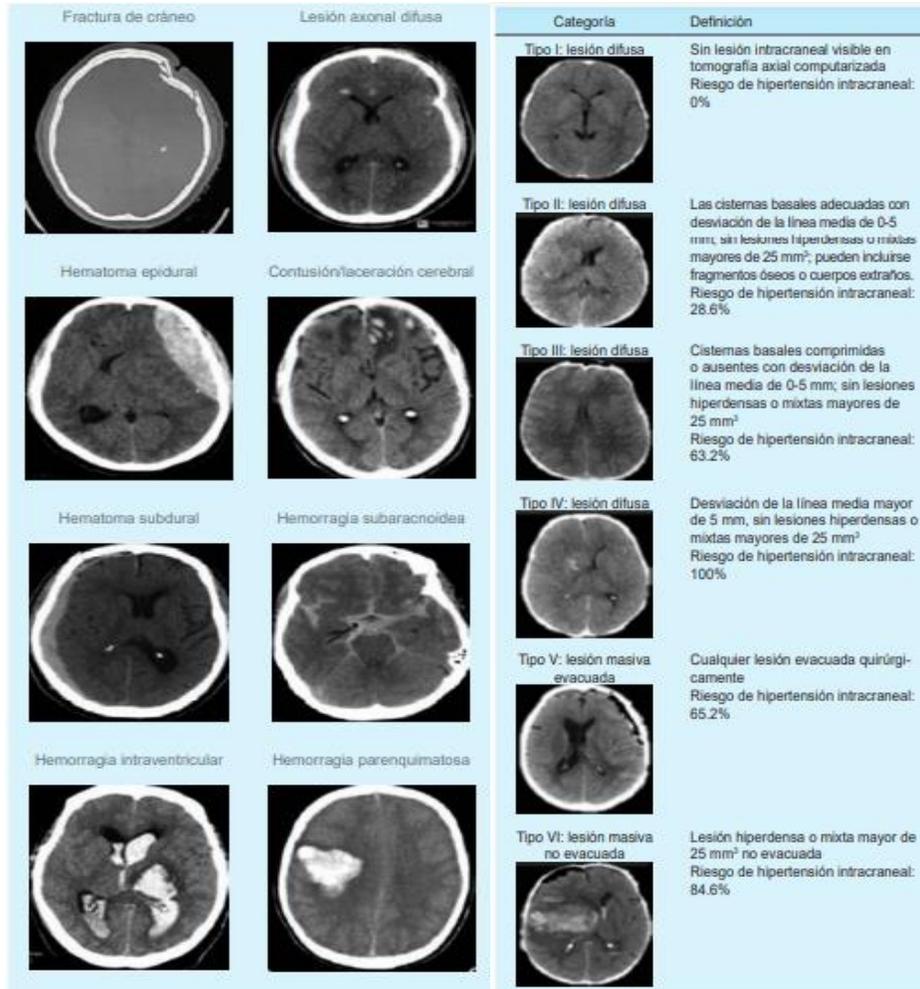
De igual forma, los mismos autores mencionan que las LCT puede clasificarse de la siguiente manera, según Soto-Páramo et al. (2022):

1. Lesión cerebral primaria o focal (LCF): es causada por el daño mecánico, directo e inmediato causado por el impacto del trauma. Los resultantes de este tipo de lesiones son: edema local, isquemia, destrucción tisular, necrosis neuronal y gliosis reactiva
2. Lesión cerebral secundaria o difusa (LCD): se define como los cambios dispersos de tejidos neuronales intactos y sin alteraciones vasculares, cambios en microvasculatura, desconexión neuronal, desregulaciones iónicas y/o alteración en la permeabilidad capilar.

A continuación, se pueden observar en la figura 1, las diferentes lesiones craneales traumáticas y la clasificación de las lesiones.

Figura 1

Imágenes de Tomografía Axial Computarizadas de las Diferentes Formas de Lesión Cerebral Traumática.



Fuente: (Soto-Páramo et al., 2022)

Este tipo de lesiones cerebrales son las más estudiadas ya que representan un gran porcentaje en la mortalidad en el mundo, por ejemplo, según afirma Torres (2022) en su investigación, la principal causa de muerte y discapacidad en los EE.UU son las lesiones craneo encefálicas, y a su vez éstas representan el 30% de todas las muertes por lesiones, de igual manera, cada día, 155 personas mueren en EE.UU. por lesiones que incluyen lesión traumática cerebral (LTC). Son cifras alarmantes, puesto que el alto porcentaje solo se traduce en que estas lesiones son la mayor causante de accidentes fatales en la región. Por otro lado, García (2020) menciona que es mas que obvia la importancia que revisten los traumatismos craneoencefálicos ya que la frecuencia con que se producen y la morbilidad e incluso alta mortalidad que ocasionan. Las cifras reales son

difíciles de conocer, pero oscilan alrededor de 2.000 urgencias atendidas por 100.000 habitantes y año.

Estos pacientes, por lo general presentan un cuadro bastante complicado de tratar a nivel médico, ya que el cerebro por ser un órgano tan intrincado y delicado representa un reto para los médicos tratantes al momento de intentar salvar la vida o lograr una rehabilitación de estos pacientes.

Los procesos de rehabilitación de un paciente que haya sufrido alguna lesión cerebral, conocidos como neurorehabilitación, deben enfocarse según la gravedad de la lesión, sin embargo, se debe acotar que la rehabilitación neurológica juega un papel determinante en facilitar la recuperación y facilitar el camino del paciente hacia un desenlace clínico favorable (Noé et al., 2021).

En este sentido, existe una cualidad propia del cerebro en la que se realiza una importante “regeneración” cuando presenta algún tipo de problema o lesión. Aguilar (2021) explica que la plasticidad cerebral es la adaptación funcional del Sistema Nervioso Central (SNC) para minimizar los efectos de alteraciones estructurales o fisiológicas, cualquiera que sea la causa y que puedan ocurrir en cualquier momento de la vida. Por su parte, Guadamuz et al. (2022) define a la neuroplasticidad como un proceso que realiza cambios estructurales y funcionales adaptados en nuestro cerebro después de sufrir una lesión cerebral traumática, es la capacidad del sistema nervioso para cambiar su actividad en respuesta a estímulos intrínsecos o extrínsecos mediante la reorganización de su estructura, funciones o conexiones después de lesiones.

Morandín-Ahuerma (2022) expresa que el fenómeno de la neuroplasticidad no se descubrió sino hasta mediados del siglo XX, ya que, en los estudios anteriores, se afirmaba que las vías nerviosas eran fijas e invariables, y que, por ejemplo, las neuronas dañadas no podían regenerarse.

Es importante destacar, que estos cambios pueden ser beneficiosos, neutros o negativos, todo depende de la lesión y del efecto que tenga en el individuo. La neuroplasticidad presenta diversos mecanismos que le permiten realizar la regeneración necesaria, pero esto va a depender del proceso que los origine, el lugar donde se desarrolla y el mecanismo por el cual se produce, entre otros aspectos (Guadamuz et al., 2022). Estos mismos autores describen los mecanismos que realizan las acciones de la neuroplasticidad, según Guadamuz et al. (2022):

- Ramificación o sinaptogénesis reactiva: es el crecimiento de un cuerpo celular hacia otro como resultado de su crecimiento normal.
- Súper sensibilidad de denervación: surge de un permanente incremento de la respuesta neuronal por la disminución de las aferencias.
- Compensación conductual: luego de un daño cerebral, se pueden desarrollar nuevas combinaciones de conductas. La persona puede usar diferentes grupos de músculos u otras estrategias para el desarrollo de las capacidades intelectuales.

- Neurotransmisión por difusión no sináptica: este mecanismo se ha demostrado en pacientes con infarto cerebral.
- Desenmascaramiento: las conexiones neuronales que se encuentran en reposo que están inhibidas en el estado normal, se pueden desenmascarar después de un daño cerebral.
- Factores tróficos: se relacionan con la recuperación cerebral luego de una lesión, además del factor de desarrollo nervioso (NGF) las integrinas, neurotrofinas, factor neurotrófico derivado del encéfalo, neurotrofina 3, entre otros.
- Sinapsinas y neurotransmisores: las sinapsinas son fosfoproteínas que aglutinan vesículas simpáticas y las unen al citoesqueleto de las membranas.
- Regeneración de fibras y células nerviosas: fundamentalmente en el sistema nervioso periférico, donde las células de Schwann proveen un ambiente favorable para los procesos de regeneración y facilitan la liberación de factores de desarrollo nervioso, factor neurotrófico derivado del encéfalo, entre otros.
- Diasquisis: concepto antiguo que relaciona la recuperación de la función con la recuperación de la depresión neural desde sitios remotos, pero conectados al sitio de la lesión.
- Neurotransmisores: se sugiere que algunos se suman por medio de codificar información transináptica, lo cual induce efectos sobre la arquitectura neuronal, favoreciendo así el desarrollo de retoños dendríticos, conexión de neuronas con influencias neuromoduladoras.
- Potenciación a largo plazo: proceso cerebral de aprendizaje y memoria que involucra la plasticidad sináptica ha centrado su campo experimental en estudios sobre la transmisión del glutamato y del receptor N-metil-Daspartato.

De igual manera, en la siguiente tabla se pueden describir los mecanismos.

Tabla 1

Mecanismos de plasticidad en el sistema nervioso en desarrollo.

| Periodo | Mecanismo |
|---|--|
| Desarrollo temprano (relativamente sujeto a un programa genético) | Sobreproducción de neuronas Desarrollo exuberante de axones Retoños dendríticos exuberantes |
| Desarrollo tardío (modificable por el ambiente) | Sobreproducción de sinapsis Muerte neuronal programada Interrupción axonal Proliferación de dendritas |
| Factores que modifican el desarrollo tardío | Eliminación de sinapsis Cambios en el tamaño del objetivo Actividad neuronal Factores de desarrollo neuronal Cambios endocrinos Cambios metabólicos |

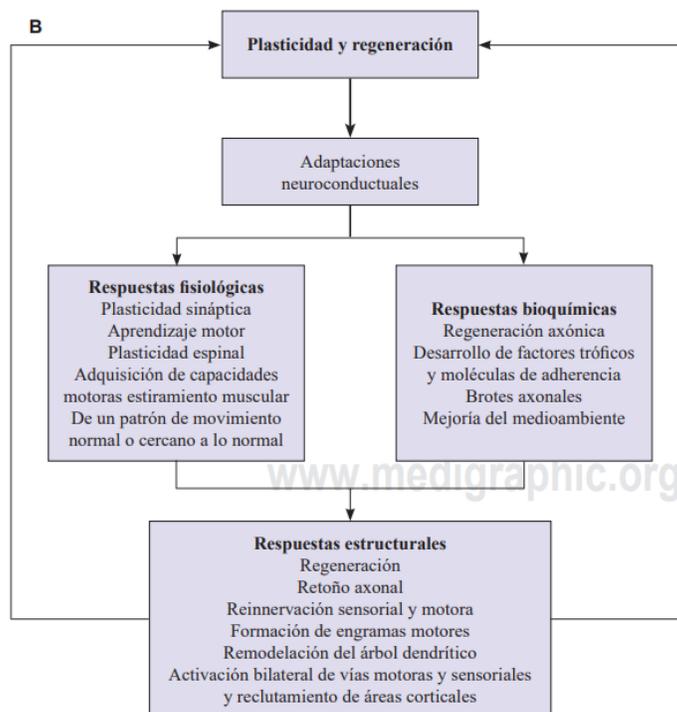
Fuente: (Aguilar, 2021)

Es así, como se habla de una extraordinaria flexibilidad con que cuenta el cerebro para restaurar parcial y en muchos casos total la funcionalidad luego de una determinada lesión, mediante métodos de una intervención oportuna, de igual manera es importante conocer los factores que influyen en esta restauración los cuales son descritos por Aguilar (2021):

1. Edad.
2. La naturaleza y la evolución de las lesiones.
3. La velocidad de la producción del daño.
4. El tiempo entre el traumatismo y la atención del paciente.
5. La calidad de atención.
6. Las sustancias farmacológicas.
7. La cantidad de tejido viable.
8. El número de estructuras lesionadas.
9. Los sistemas de neurotransmisión involucrados.
10. Las etapas del desarrollo en las que se encuentra el paciente.
11. El aprendizaje y estimulación del medioambiente.

Luego, se describe a continuación por medio de la siguiente figura algunos mecanismos de plasticidad y regeneración cerebral.

Figura 2
Mecanismos de plasticidad y regeneración cerebral



Fuente: (Aguilar, 2021).

CONCLUSIONES

Las lesiones cerebrales ocupan una lamentable y alarmante cifra en torno a las principales causas de mortalidad con respecto a otras patologías o problemas de salud, es por ello que es importante conocer los mecanismos de regulación y regeneración que posee en cuerpo humano para rehabilitarse.

La neuroplasticidad es la capacidad neuronal que posee el cerebro para regenerarse y lograr recuperar al menos parcialmente las funciones tras un accidente que ocasione alguna lesión en el cerebro, esta capacidad es realmente maravillosa y por medio de ella las neuronas logran reorganizarse y realizar las conexiones nuevamente para lograr la funcionalidad total o parcial.

Es importante tener en cuenta que los mecanismos se activan, pero también se debe dar una intervención médica muy temprana que permita comenzar una rehabilitación acorde y tratar que rinda frutos positivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Steffan, P., Alcaráz, A. P., & Ailén Antiñir, A. (2021). Prehistoria: desde el origen de la humanidad hasta el surgimiento de las sociedades complejas (primera ed.). Buenos Aires: Tandil. Recuperado el 18 de Diciembre de 2023, de <https://www.soc.unicen.edu.ar/images/editorial/ebooks/prehistoria.pdf>
- Aguilar, F. (20 de Junio de 2021). ¿La rehabilitación mejora la función del cerebro dañado a través de la plasticidad cerebral y la regeneración neurológica? Parte 1. *Plast Restaur Neurol*, 8(1), 19-27. doi:10.35366/101201
- Barraza, C. (2018). Manual para la Presentación de Referencias Bibliográficas de Documentos Impresos y Electrónicos. Utemvirtual. Recuperado el 18 de Diciembre de 2023, de https://www.utemvirtual.cl/manual_referencias.pdf
- Ferreres, A. (2020). Neurodesarrollo y evolución. Buenos Aires: Cátedra I de Neurofisiología de la Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 18 de Diciembre de 2023, de http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/obligatorias/048_neuro1/cursada/descargas/old/tema_8.pdf
- García, R. (2020). Unidad de neurocirugía RGS. Recuperado el 19 de Diciembre de 2023, de Unidad de neurocirugía RGS: <https://neurorgs.net/docencia/2020-tema-vi-traumatismos-craneoencefalicos-i/>
- González, P., Arias, A., Bernal, V., Vallejo-Azar, M. N., Bonfili, N., & Barbeito-Andrés, J. (2023). Antropología biológica y neurociencias: los estudios del cerebro en el linaje humano. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 25(1). doi:<https://doi.org/10.24215/18536387e061>
- Grasso-Cladera, A., & Salas, C. (Julio de 2022). Conociendo lo que no se ve: un scoping review sobre lesiones cerebrales invisibles y su psicoeducación. *Praxis Psy*(37), 1-94. doi:10.32995/praxispsy.v23i37.182
- Guadamuz, J., Miranda, M., & Mora, N. (30 de Abril de 2022). Actualización sobre neuroplasticidad cerebral. *Revista Médica Sinergia*, 7(6). Recuperado el 19 de Diciembre de 2023, de <http://revistamedicasinergia.com/>
- Morandín-Ahuerma, F. (2022). Neuroplasticidad: reconstrucción, aprendizaje y adaptación. En *Neuroeducación como herramienta epistemológica* (1 ed.). Puebla: Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (CONCYTEP). Recuperado el 19 de Diciembre de 2023, de <https://philarchive.org/archive/MORNRA-7>

- Noé, E., Gómez, A., Bernabeu, M., Quemada, I., Rodríguez, R., Pérez, T., . . . Ferri, J. (19 de Octubre de 2021). Guía: Principios básicos de la neurorehabilitación del paciente con daño cerebral adquirido. Recomendaciones de la Sociedad Española de Neurorehabilitación. *Neurocirugía*. doi:10.1016/j.nrl.2021.06.009
- Padilla, C. (2023). “Rol, fundamentos y desafíos del papel de la neuroplasticidad cerebral en la rehabilitación motora, luego de enfermedad cerebro vascular, en mayores de 18 años. Ensayo científico. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 19 de Diciembre de 2023, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/21490/Trabajo%20Final%20Camila%20Padilla%20Acevedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes-Ruiz, L., & Carmona, F. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. Unisimon. Recuperado el 17 de Diciembre de 2023, de <https://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&isAllowed=y>
- Soto-Páramo, D., Pérez-Nieto, O., Deloya-Tomas, E., Rayo-Rodríguez, S., Castillo-Gutiérrez, G., Olvera-Ramos, M., . . . Carmona-Suazo, J. (3 de Mayo de 2022). Fisiopatología, diagnóstico y tratamiento de la lesión cerebral traumática. *Neurología, Neurocirugía y Psicología*, 50(1). doi:10.35366/105545
- Torres, A. (2022). La atención en pacientes con lesión traumática cerebral. *Medicina*, 82(1), 17-22. Recuperado el 18 de Diciembre de 2023, de <http://www.scielo.org.ar/pdf/medba/v82s1/1669-9106-medba-82-s1-17.pdf>
- Zamudio, D. (22 de Diciembre de 2022). La neuroplasticidad como factor predominante de la salud mental a partir de la actividad física. *Apunt. cienc. soc.*, 10(1). Recuperado el 19 de Diciembre de 2023, de <https://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/808/744>