

# Plasticidad cerebral y la capacidad de adaptación del adulto mayor al proceso de enseñanza-aprendizaje

Wilson Francisco Flores Zelada

Universidad de El Salvador

wilson.flores@ues.edu.sv

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7939-3414>

## Introducción

Las investigaciones en el área de las neurociencias han realizado valiosos aportes sobre el cerebro, y la necesidad de integrar y de aplicar estos conocimientos a la educación, lo que resulta aparentemente arduo, difícil y de gran complejidad. De interés resulta para el tema que se presenta en esta ponencia, el aprovechamiento del conocimiento de la plasticidad del cerebro humano, para comprender cómo el cerebro del adulto mayor aún puede ser regenerado con una estimulación adecuada de los componentes del sistema nervioso.

La Ley de Atención Integral para la Persona Adulta Mayor de la República de El Salvador, en su artículo 2, regula que: “se considera adulto mayor a todo hombre o mujer que haya cumplido sesenta años de edad” (Ley de Protección Integral para el Adulto Mayor, 2002, Art.2). En ese sentido, se realizó una sistematización de diversos referentes para establecer las bases, desde una perspectiva teórica, de la disyuntiva que se presenta entre la vejez y el cerebro humano, y cómo este envejecimiento cerebral no puede ser visto sólo como una etapa de decadencia; es decir, cómo el paso de los años genera cambios neuronales en el cerebro, la memoria y la capacidad de seguir siendo activo. Esto es posible gracias a la plasticidad cerebral. Estos componentes no están fijados de modo irreversible genéticamente, pues aún a una edad avanzada o de envejecimiento, podría adaptarse a cualquier tipo de cambio en periodos de enseñanza-aprendizaje, debido a la plasticidad, dado que el mismo cerebro humano es plástico.

“El envejecimiento es un proceso fisiológico, al igual que el resto de las diferentes etapas que recorren el arco de la vida humana, desde la infancia a la pubertad, adolescencia y juventud hasta la edad adulta” (Mora, 2013, p.2). Por lo tanto, es posible establecer, después de una minuciosa revisión teórica, que no todo estudio que se haga sobre la plasticidad del cerebro humano, desde la perspectiva de la neuroeducación, está asociado a lesiones cerebrales o enfermedades patológicas, sino que este puede estar relacionado con el mejoramiento de su capacidad cognitiva, en procesos de enseñanza-aprendizaje.

El presente estudio inicia con una revisión teórica e integral sobre el cerebro humano, el cual consta de tres partes principales: la corteza cerebral, el tronco encefálico y la médula espinal (Valcárcel, 2011, p.17). La corteza cerebral está compuesta por dos tipos de neuronas: las excitatorias y gabaérgicas; estas, a su vez, se subdividen por dos hemisferios, cada uno subdividido por cuatro lóbulos: frontal “motor”, parietal “sensitivo”, temporal “auditivo”, occipital “visual”, todos separados por fisuras (Valcárcel, 2011, p.21).

En el interior del lóbulo temporal auditivo, se ubica el hipocampo; y es en las espinas dendríticas donde se lleva a cabo el proceso de plasticidad cerebral. Este conocimiento constituye un punto de partida en la búsqueda de estrategias para la estimulación cognitiva del adulto mayor, en un contexto ideal para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Consecuentemente, se exponen las bases teóricas del envejecimiento del cerebro humano; y cómo el mismo, mediante estimulaciones cognitivas, puede desarrollar habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por todo lo expresado, el objetivo de la presente ponencia consiste en explicar teóricamente cómo la plasticidad cerebral del adulto mayor puede contribuir a la adaptación a cualquier tipo de cambio en periodos de enseñanza-aprendizaje, lo que será analizado desde la visión de la neuroeducación. Para entender estos aspectos, las investigaciones sobre los componentes y el funcionamiento del cerebro humano han constituido un excelente aporte.

Respecto de la metodología empleada se utilizaron métodos teóricos, entre estos el histórico-lógico; el análisis y síntesis y análisis documental para la recopilación de información bibliográfica en tesis, revistas, escritos científicos, informes de educación de países de Centroamérica sobre neurociencia y neuroeducación.

## Desarrollo

El cerebro aparece mencionado por primera vez en un papiro egipcio del siglo XVII a.C. Es el célebre papiro de Edwin Smith, así llamado en honor a su descubridor, y se trata del primer documento histórico en que tal órgano aparece (González, 2012 pp.1-2).

Desde una perspectiva epistemológica, Aristóteles (384-322 a.C) creía que el cerebro “era un órgano tan inmóvil, grasiento, frío, aparentemente inútil y escaso de sangre, desempeñaba un papel secundario en el cuerpo”. Para el filósofo griego el

cerebro era “una flema sobrante que solo servía para refrigerar la sangre, una especie de radiador natural. Consideraba más lógico adjudicar al corazón el origen de la función mental el cual ocupa un lugar central en el cuerpo” (González, 2012, p. 1).

En ese mismo sentido, el filósofo francés racionalista René Descartes (1596-1650), como uno de los grandes pioneros de la neurofisiología, creía que la mente ejercía control sobre el cerebro a través de la glándula pineal, lo que él llamó dualismo cartesiano o dualismo de sustancias, planteado así: “Existe una mente ajena a la materia, expresando que el cerebro y el cuerpo humano eran dos componentes distintos, al cerebro le llamó “la substancia o cosa no extensa pensante” (*res cogitans*), y al cuerpo humano “la substancia o cosa extensa no pensante” (*res extensa*), lo cual lo unía la glándula pineal, “tercer ventrículo cerebral”, el cual es un órgano pequeño del cerebro humano que produce melatonina, ubicado en el interior del encéfalo, donde se produce el líquido cefalorraquídeo. Descartes, sin ser médico ni especialista, fue uno de los primeros pioneros de la neurofisiología (Lopez et al. 2022, pp. 32-33) (Descartes, 1649, Art. 6 y Art. 7) (Mitchell, 2017, pp. 191-226)

Por su parte, Damasio (1996) expresa en oposición a Descartes lo siguiente:

La razón humana no depende de un centro único, sino de distintos sistemas cerebrales que operan en concierto, en múltiples planos de organización neuronal. Desde las capas corticales prefrontales hasta el hipotálamo y el tallo cerebral, diversos centros cerebrales, de “alto nivel” y de “bajo nivel” cooperan en la fábrica de la razón. (p.7)

En virtud de lo expresado por Descartes, se sabe en la actualidad que el cerebro y el cuerpo humano constituyen “un solo cuerpo cierto”; incluso, una actividad tan sencilla como el escribir, no deviene de la mano derecha o izquierda, sino del cerebro mismo.

Por su puesto, Damasio tiene razón al expresar que un aspecto es la separación dual que hace Descartes de la mente y el cuerpo, y otro aspecto muy separado es la razón humana.

Independientemente del punto de vista que se vea, el cerebro es de trascendental importancia en la actividad humana, puesto que es el órgano más importante del cuerpo humano, al estar encargado de una diversidad de funciones; dividido en lóbulos y dendritas; y dirige una gran parte de las actividades diarias del ser humano.

Es decir, el cerebro humano ha sido objeto de estudio desde siglos, como una de las principales incógnitas de la estructura de este importante órgano. Como se hizo referencia en párrafos anteriores, para Aristóteles el corazón era más importante como órgano vital, que el mismo cerebro. En virtud de lo anterior se presentan algunas precisiones teóricas del cerebro humano, con especial atención en la plasticidad cerebral.

El cerebro “es el órgano que elabora los estímulos externos e internos del individuo, los integra en los sistemas cerebrales anteriores y da lugar a un conjunto de respuestas. Su funcionamiento es estudiado por las ciencias experimentales” (Valcárcel, 2011, p.19)

En opinión de Mora (2013):

El cerebro es el órgano más complejo del cuerpo humano. Pesa casi un kilo y medio y contiene más de 100.000 millones de neuronas, estas «células nobles del pensamiento» como las llamó Santiago Ramón y Cajal- padre de la Neurociencia Moderna- es claramente el órgano máximo responsable de lo que somos y hacemos. Pero el cerebro no es como el hígado. Es decir, el cerebro no es un órgano homogéneo en su función, sino un ensamblaje de áreas y circuitos que codifican para funciones diferentes, sean éstas sensoriales (visión, audición, tacto, etc.),

mentales (atención, aprendizaje, memoria, pensamientos, sentimientos) o motoras (las expresiones de la cara, la voz y los sonidos articulados o el movimiento del cuerpo). Precisamente, el cerebro no envejece todo él al mismo tiempo, sino que lo hace de un modo diferencial entre sus áreas, dependiendo del uso y entrenamiento al que las sometamos con nuestra conducta. Y es por ello por lo que el cerebro no envejece igual en todas las personas. No es igual ni envejece igual el cerebro de quienes se dedican a un trabajo manual o mecánico que el de aquellos que realizan una labor intelectual. Y posiblemente en estos últimos la tasa o velocidad de envejecimiento de las diferentes áreas cerebrales es distinta en un músico, un científico, un ingeniero o un hombre de negocios. (p.5)

Los autores Mora y Valcárcel describen al cerebro como un complejo sistema de cableado y ensamblaje, con unas diversas de funciones neuronales y lóbulos, que se interconectan entre sí; como se verá más adelante, la interconectividad celular no son “fijas” o “estáticas”, sino que, con los estímulos adecuados, sobre todo en la etapa de adultez mayor, puede el mismo cerebro ser regenerado y adaptarse a ciertas condiciones en proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otra parte, desde la óptica de la neurociencia o neurociencias, es pertinente referirse a cuatro aspectos principales: a) estructura cerebral; b) bases moleculares; c) patologías “como la enfermedad de Alzheimer”, en honor a su descubridor Alois Alzheimer, quien en 1907 detectaba en ese entonces por primera vez dicha enfermedad en una paciente alemana de 51 años, de nombre Auguste Deter; y, finalmente, d) funciones cerebrales ( Soriano et al, 2007, p. 435)

En el estudio de las funciones cerebrales, es pertinente destacar que el cerebro humano consta de tres partes: la corteza cerebral, el tronco encefálico, y la médula espinal (Valcárcel, 2011, p.17). Una vez

identificado, la corteza cerebral está compuesta por dos tipos de neuronas: las excitatorias y gabaérgicas; estas, a su vez, se subdividen por dos hemisferios, cada uno subdividido por cuatro lóbulos: frontal -motor-; parietal -sensitivo-; temporal -auditivo-; y occipital -visual-, todos separados por fisuras (Valcàrcel, 2011, p.21).

El lóbulo frontal (motor) es el encargado de decidir la conducta motora apropiada en cada caso, como cuando se ve un objeto que el cerebro identifica como peligroso, como una serpiente, yo se toma la decisión de salir corriendo (Geffner, 2017). Este comprende desde el polo frontal hasta la cisura de Rolando (Ramón, 2008, p.2).

El lóbulo parietal (sensitivo) está involucrado en el mapa de “donde actuar”. Está integrado por información sensorial interoceptiva (los músculos, articulaciones, tendones) y exteroceptiva de nuestro cuerpo (los músculos, articulaciones, tendones), y exteroceptiva del exterior, a la que se le atribuyen funciones sensitivas asociativas, así como el reconocimiento del espacio (Geffner, 2017). Este tiene como límites, por delante, la cisura de Rolando; por detrás, la cisura perpendicular externa; y, por debajo, la cisura de Silvio (Ramón, 2008, p.2).

El lóbulo occipital (visual) se encarga básicamente de la visión. Elabora la información visual aunque esta trasciende a los lóbulos parietales y temporal (Geffner, 2017). El lóbulo temporal comprende entre la cisura de Silvio y la perpendicular externa (Ramón, 2008, p.2).

El lóbulo temporal (auditivo) es el asiento de los últimos peldaños de procesamiento auditivo, así como el lugar donde, en su cara medial, se asientan importantes estructuras de la memoria (hipocampo) y del sistema emotivo inconsciente (sistema límbico) (Geffner, 2017). El lóbulo temporal comprende por detrás de la cisura perpendicular externa (Ramón, 2008, p.2).

En el interior del lóbulo temporal auditivo, se ubica el hipocampo, y es en los lugares llamados

espinas dendríticas donde se lleva a cabo el proceso de plasticidad cerebral, que es la base de este estudio.

La plasticidad cerebral puede ser definida como:

la adaptación funcional del sistema nervioso central (SNC) para minimizar los efectos de las alteraciones estructurales o fisiológicas sea cual fuere la causa originaria. Ello es posible gracias a la capacidad de cambio estructural-funcional que tiene el sistema nervioso por influencias endógenas y exógenas, las cuales pueden ocurrir en cualquier momento de la vida. (Pascual, 1996, p.1) (Sarnat, 1992, pp. 118-131)

En opinión de Pascual (1996), los principales tipos de plasticidad son:

Por edades: a) plasticidad del cerebro en desarrollo; b) plasticidad del cerebro en periodo de aprendizaje; c) plasticidad del cerebro adulto. Por patologías: a) Plasticidad del cerebro malformado; b) plasticidad del cerebro con enfermedad adquirida; c) plasticidad neuronal en las enfermedades metabólicas. Por sistemas afectados: a) plasticidad en las lesiones motrices; b) plasticidad en las lesiones que afectan a cualquiera de los sistemas sensitivos; c) plasticidad en la afectación del lenguaje. (p. 1361)

En razón de lo anterior, es pertinente cuestionarse: ¿Es posible aprovechar los cimientos teóricos de la plasticidad cerebral para la adaptación a cualquier cambio del adulto mayor en el proceso de enseñanza-aprendizaje? La respuesta a esta interrogante significa que las actividades para direccionar la enseñanza- aprendizaje pueden ser organizadas y planificadas desde la neuroeducación.

Al respecto Jiménez (2003), expresa:

Santiago Ramón y Cajal (1858-1939), considerado el padre de la neurociencia moderna, planteaba que las vías nerviosas son fijas acabadas e inalterables, según este

neurobiólogo “todo puede morir, nada puede ser regenerado”. Sin embargo es necesario aclarar de entrada que los componentes del sistema nervioso no están fijados de modo irreversible en el plano de la genética, sino que puede existir cambios profundos por diferentes tipos de estímulos. (p. 71)

Se comparte el criterio expresado por Jiménez porque, gracias a los avances científicos en el campo de las neurociencias y la neuroeducación, se rompe el mito que existió durante mucho tiempo, de que el sistema nervioso central posee una estructura inmutable e irreparable; sin embargo, al reconocer la plasticidad cerebral, es posible organizar la estimulación de la persona en actividades en las cuales participa, independientemente de la edad y de su envejecimiento. Esta idea es esencial en los fundamentos que se asumen sobre la plasticidad del cerebro y su contribución a la capacidad de adaptación a cualquier cambio del adulto mayor en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Cabe resaltar que:

cada neurona se encuentra localizada en distintos lugares de la corteza, parece ser que el truco que utiliza el cerebro para reconstruir la imagen fragmentada es el disparo simultáneo correlacionado en un instante de todas esas neuronas implicadas en el análisis de los atributos de cada objeto. (Revollo, 2012, pp 287-288) (Jiménez, 2003, p. 71)

El cerebro del adulto mayor es mucho más práctico de lo que comúnmente se cree. A esta edad, la interacción de los hemisferios derecho e izquierdo del cerebro se vuelve armoniosa, lo que amplía las posibilidades creativas. Es por eso que, entre las personas mayores de 60 años, se pueden encontrar muchas personalidades que acaban de iniciar sus actividades creativas. Por supuesto, el cerebro ya no es tan rápido como en la juventud. Sin embargo, gana en flexibilidad. Por lo tanto, con la edad, es más

probable que tomemos las decisiones correctas y estamos menos expuestos a las emociones negativas. El pico de la actividad intelectual humana ocurre alrededor de los 70 años, cuando el cerebro comienza a funcionar con toda su fuerza. Con el tiempo, aumenta la cantidad de mielina en el cerebro, sustancia que facilita el paso rápido de señales entre neuronas. Debido a esto, las habilidades intelectuales aumentan en un 300% en comparación con el promedio (New England Journal of Medicine, 2022).

Es decir, al adulto mayor, mientras vea, escuche y entienda siempre será un ser capaz de poder ser objeto de enseñanza-aprendizaje; el adulto mayor está con vida, su cerebro aún está activo; y es posible que, con cierto estímulos cognitivos y ciertas enseñanzas, este pueda aprender con la herramientas, recursos, estrategias que ofrece la neuroeducación, puesto que el cerebro es plástico. Este término de plasticidad cerebral hace referencia, por lo tanto, a la capacidad adaptativa del sistema nervioso para minimizar los efectos de las lesiones, a través de modificar su propia organización estructural y funcional. Aunque, como se ha visto, no todo estudio de plasticidad cerebral necesariamente tiene que ver con lesiones cerebrales.

La plasticidad cerebral se refiere a la capacidad del sistema nervioso para cambiar su estructura y su funcionamiento a lo largo de su vida. En los adultos mayores, ocurre con la regeneración de neuronas y la adaptación a nuevos cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dentro de las características del cerebro del adulto mayor se pueden identificar por lo menos las siguientes:

a) Las neuronas del cerebro no mueren, como dicen todos los que te rodean. Las conexiones entre ellos simplemente desaparecen si uno no se dedica al trabajo mental.

b) La distracción y el olvido surgen debido a una sobreabundancia de información. Por lo tanto,

no es necesario que concentres toda tu vida en nimiedades innecesarias.

c) A partir de los 60 años, una persona, al tomar decisiones, no usa un hemisferio al mismo tiempo, como los jóvenes, sino ambos.

d) Si una persona lleva un estilo de vida saludable, se mueve, tiene actividad física viable y tiene plena actividad mental, las habilidades intelectuales no disminuyen con la edad, simplemente crecen, alcanzando un pico a la edad de 80-90 años. (New England Journal of Medicine, 2021).

A tenor de lo anteriormente expuesto es importante dejar constancia lo siguiente: La neuroeducación es la fusión de la pedagogía y la neurociencia. Esta última tiene cuatro pilares fundamentales: bases moleculares, patologías, estructura y funcionamiento, siendo que la estructura y el funcionamiento son las que sufren modificaciones

cuando se manifiesta la plasticidad cerebral la cual, desde un enfoque pedagógico, surge cuando se da el cambio del entorno y la adaptación a nuevos cambios de enseñanza-aprendizaje; esta puede ser estimulada cognitivamente en el adulto mayor en procesos de enseñanza-aprendizaje, entre los que son identificables los siguientes: juego de palabras, encuentra las palabras, la palabra oculta, la virola activa, tejo del conocimiento, el silencio ha tenido que ser, el camino de los juglares. Estas son estrategias base para ser desarrolladas por medio del método experimental. Todas están recopiladas sobre la base de la propuesta en el contexto internacional que aparece en la *Revista Pedagógica* de la Universidad de Cienfuegos de Cuba “Conrado”, en un artículo intitulado “La estimulación física y cognitiva en adultos mayores, a partir de la actividad Lúdica”; cada estrategia tiene como criterios para su estructuración: objetivo, método, forma de organización, materiales, tiempo, procedimiento y evaluación (Bermejo, et al., 2021).

## Conclusiones

La plasticidad cerebral o neuroplasticidad está asociada a dos conceptos fundamentales: a) cambio del entorno ; y, b) adaptación del cerebro humano y su sistema nervioso. En ese orden de ideas, la neurociencia en el estudio del cerebro humano tiene cuatro pilares de estudio: bases moleculares, patologías, estructura y funcionamiento. En ese orden de ideas, si durante el proceso enseñanza-aprendizaje se da una modificación del entorno del conocimiento del adulto mayor, la interconexión neuronal (sinapsis) se ve reflejada en la modificación estructura y funcionamiento del cerebro, que puede ser estimulado mediante la técnica cognitiva adecuada, como sucedió cuando se pasó de un entorno de proceso de enseñanza y aprendizaje de presencial a virtual; el cerebro tuvo que adaptarse a ese nuevo cambio; el adulto mayor, en su calidad de estudiante, tuvo que ajustarse (su cerebro) a nuevas técnicas de procesos de enseñanza-aprendizaje, porque puede ser reajustado por una interconectividad a cambios mediante los procesos de estimulación cognitiva adecuados al ser humano superior a los sesenta años de edad.

Desde el enfoque de la neuroeducación, la plasticidad cerebral no necesariamente está asociada con el tratamiento respecto de lesiones cerebrales o tratamiento patológicos, puesto que, si bien es cierto el cerebro se reduce en un 8% al arribo de los sesenta años de edad, este puede aún ser estimulado cognitivamente, dado que las redes neuronales no son fijas ni estáticas.

## Referencias

- Bermejo Ferrer, E., & López Arística., & M.A.; & Santana Isaac., & Macías Lima; A. & Rodríguez Oropesa., & González Toledo., E. (2021) La estimulación física, funcional y cognitiva en adultos mayores a partir de la Actividad Lúdica. *Revista Conrado*. 17(81) pp 120-128.
- Damasio, A.R. (1996). *El error de Descartes: la emoción, la razón y el cerebro humano*. Barcelona: Crítica.
- Ley de Protección Integral para el Adulto Mayor (2002), Decreto Legislativo Número 717, Diario Oficial del 25 de mayo de 1999, tomo 343, número 96, Asamblea Legislativa, República de El Salvador.
- Descartes, R. (1649) *Tratado de las Pasiones del Alma*
- González, Álvarez, J. (2012,) *Breve Historia del Cerebro*. Capítulo 1: ¿Corazón o cerebro? Editorial Crítica, S.L. Primera edición. ISBN: 978-84-9892-382-7 Barcelona, España.
- Jiménez Vélez, C.A (2003). *Neuro pedagogía lúdica y competencias*. Aula abierta magisterio. Libro ISBN: 978-958-20-0699-0. Cooperativa editorial, magisterio. Primera edición. impresión: contextos gráficos Ltda. Bogotá, D.C. Colombia.
- León León, L., & De la Torre, O. L., (2016). *Cerebro y Sustancias Psicoactivas Elementos básicos para el estudio de la Neurobiología de la Adicción*. Diseño Editorial Licenciado Víctor Gerardo Guerra Campos. Centro de Integración Juvenil. A.C. Ciudad de México.
- López Muñoz, F. & Pérez Hernández, F. (2022) *El legado neurofisiológico del cartesianismo: auge y caída del hombre-máquina*. *Revista de Asociación Española de Neuropsiquiatría*, Volumen 42, Numero 141, España.
- Martínez, P. A. (2005). Estimulación cognitiva y prevención del envejecimiento cerebral. *Portal bibliográfico Dialnet*, 133-152.
- Mitchell, H. B (2017) *Las raíces de la sabiduría. Un tapiz de tradiciones filosóficas* Capítulo 5. Fuentes del conocimiento, ve usted lo que yo veo. Pp 191-226.
- Mora, F. (2013) *¿Se puede retrasar el envejecimiento del cerebro?* 12 claves. Alianza Editorial.
- New England Journal of... Medicine (2022) disponible en <https://seniorsenred.org/>
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Universidad Complutense de Madrid. Pontificia Universidad Católica

- de Chile (2014), *Programa Adulto Mayor UC*. Alianza Editorial. 3487124. Madrid, España. Recuperado de <http://adultomayor.uc.cl/programa-am>
- Olivares, J., Juárez, E., & García, F. (2015). El hipocampo: neurogénesis y aprendizaje. *Rev Med UV*, 15(1), 2028. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=61286>
- Pascual, C.V. (1996) Plasticidad cerebral. *Revista Neurol*, (Barc); 24(135). pp 1361-1366. Barcelona.
- Pascual, C.V. (1996) Plasticidad cerebral. *Revista Revneurol*, , 24 (135) Barcelona. p. 1361-1366.
- Penrose, R. (1991) *La nueva mente del emperador*. Barcelona, Grijalbo.
- Ramón Suarez, G. (2008) *Procesador Central: El Cerebro*. Apuntes de Clase: conocimiento corporal II. Instituto Universitario de Educación Física. Universidad de Antioquilla, Colombia.
- Revolledo Novoa, A. (2012) *El cerebro y la mente según Rodolfo R. Llinàs*. Lima, Perú.
- Sarnat, H.B. (1992) *Cerebral plasticity in embryological development*. En Fukuyama Y Suzuki Y, Kamishita S. Casser. Eds. *Fetal and perinatal Neurology*. BaselKarger. Pp 118-131.
- Soriano, Mas, C.& Guillazo Blanch, G.,& Redolar Ripoll, D.& Torras Garcias, M& Vale Martinez, A. (2007) *Fundamentos de Neurociencia*. Barcelona
- Tirro, V.I ( 2016) La vejez y cerebro. *Revista nuevo humanismo*. ISSN: 1405-0234. Volumen 4(1) Enero-Junio. Disponible en <http://dx.doi.org/10.15359/rnh.4-1.4>. Universidad Central de Venezuela. pp 71-78.
- Valcárcel, L.A (2011) *Cerebro, mente y conciencia*. Barcelona: España.