

Alimentos cerebrales: una forma de innovar las prácticas educativas y alimentarias

Brain foods: One way to innovate educational and nourishing practices

Grecia Herrera Meza^{1,2*}, María Leonor López Meraz³, Sandra Verónica Melo Rodríguez¹,
Rafael Jaime Méndez¹

¹ Benemérita Escuela Normal Veracruzana, "Enrique C. Rébsamen"

² Instituto Interdisciplinario de Investigaciones, Universidad de Xalapa

³ Instituto de Investigaciones Cerebrales, Universidad Veracruzana

Recibido: 8 de febrero de 2023

Aceptado: 2 de marzo de 2023

Publicado: 22 de marzo de 2023

RESUMEN

¿Qué elementos deberíamos considerar los docentes para desarrollar prácticas innovadoras en cerebros de estudiantes en formación? Prácticas alimentarias (a base de omega-3) que incidan en la estructura cerebral y un desarrollo óptimo de funciones cognitivas y emocionales, sumadas a experiencias enriquecedoras que generen plasticidad cerebral. Estos son algunos de los elementos que, desde las neurociencias, dan sentido a la labor del docente, pues es él quien, de manera intencionada, desde su práctica reflexiva incide en el aula para la generación de aprendizajes, emociones, cultura, costumbres e ideologías. En este artículo damos cuenta de algunos efectos positivos y adversos en el consumo de DHA (ácido graso del Omega-3) vinculado a funciones primordiales en la educación, y nuestras vidas, como lo son: la atención y memoria, así como también a la propiedad que tiene el cerebro para ser moldeado por su contexto, condición alentadora que coloca al docente como facilitador de ambientes enriquecidos y un modelador de cerebros en desarrollo.

PALABRAS CLAVE: innovación educativa, plasticidad cerebral, Omega-3, DHA.

ABSTRACT

What elements should teachers consider to develop innovative practices in the brains of students? Food practices (based on Omega-3) that influence brain structure, and an optimal development of cognitive and emotional functions, added to enriching experiences that generate brain plasticity. These are some of the elements that,

*Autor de correspondencia: Benemérita Escuela Normal Veracruzana, "Enrique C. Rébsamen", Av, Xalapa s/n, col. Unidad Magisterial, Xalapa, Ver. México. Correo: greehem@gmail.com

according to neurosciences, give meaning to teacher's work. Through intentional reflective practices it is the teacher who influences the classroom to generate learning, emotions, culture, traditions, and ideologies. This article reports some positive and adverse effects of DHA (Omega-3 fatty acid) consumption linked to essential functions in education, and our lives, such as: attention and memory, as well as the brain's property to be shaped by its context, an encouraging condition that places a teacher as a facilitator of enriched environments and a modeler of developing brains.

KEYWORDS: educational innovation, brain plasticity, Omega-3, DHA.

INTRODUCCIÓN

Si partimos de la concepción de innovación educativa “como una serie de intervenciones, decisiones y procesos, con cierto grado de intencionalidad y sistematización, que tratan de modificar actitudes, ideas, culturas, contenidos, modelos y prácticas pedagógicas” (Carbonell, 2013, p. 17), otorgamos al docente un papel protagónico (y clave) a su quehacer, pues en el aula es el responsable de generar estos cambios de manera intencionada. Para ello, es preciso centrarse en lo que requiere atención, las necesidades de los estudiantes, así como, comprender la magnitud de la situación en cuestión y cómo esta influyen en los aprendizajes del estudiantado (Fullan, 1992), nada más ni nada menos, para así desarrollar estrategias focalizadas. Desde estas “sentencias”, sí y solo sí, es posible que el docente dé respuestas acertadas a los requerimientos contextuales a los que diariamente se enfrenta en el aula. Para tal efecto, es preciso reflexionar de manera sistemática su práctica docente y saber que, de manera consiente e intencionada establece condiciones en el aula que brindan experiencias las cuales, generan en todo momento cambios en el cerebro del estudiantado.

¿ACCIONES EN EL AULA QUE MODIFICAN EL CEREBRO DEL ALUMNADO? Pues sí.

El cerebro cambia constantemente, se modifica a sí mismo, y es modificado por el contexto debido a la propiedad denominada plasticidad cerebral, la cual tiene principios que los docentes debemos conocer y reflexionar desde nuestras prácticas para incidir en las intervenciones pedagógicas.

La neuroplasticidad, representa la capacidad del sistema nervioso de cambiar su reactividad como resultado de activaciones sucesivas (Just y Varma, 2007) en respuesta frente a cambios internos o externos y obedece a modificaciones reorganizacionales en nuestra percepción y cognición (Phillips y Wilson,

2010). Es así como la neuroplasticidad representa uno de los sustratos que dan soporte a procesos de gran complejidad, como lo son las funciones cognitivas superiores (Seelbach, 2012) tales como: la planificación y organización, la fluidez y flexibilidad mental, los procesos atencionales y de memoria, los de monitoreo y control inhibitorio, la cognición social, el sentido figurado, entre otras.

Así que, al realizar actividades vinculadas a procesos mentales de orden superior como las habilidades cognitivas y metacognitivas con nuestros estudiantes, modificamos las conexiones neuronales en su corteza cerebral, en el cuerpo o soma de las neuronas, en sus prolongaciones, ya sea en las dendritas o en los axones, produciéndose como una consecuencia de la ejercitación de dichas habilidades, un incremento en la calidad de la cognición en ellos. Es preciso tener en cuenta que, cada experiencia de aprendizaje genera en el cerebro una modificación en su estructura y función, y sobre todo que, conservamos esta capacidad plástica durante toda la vida (Jurado, 2016). Por lo tanto, brindar experiencias de aprendizaje y prácticas saludables para el buen funcionamiento cerebral en todos los niveles educativos y a lo largo de nuestra vida es, no sólo necesario sino una obligación. Otro aspecto que como docentes debemos considerar es que, si bien existen áreas cerebrales encargadas de funciones específicas, ningún cerebro es igual a otro, todos y cada uno de los seres humanos tenemos conexiones neurales diferentes que responden a la información genética y a las experiencias tan únicas que cada uno de nosotros posee y ha creado a lo largo de su vida (Rains, 2002). Estas conexiones (denominadas sinapsis) se crean en función de los aprendizajes acumulados, pero también se pueden eliminar debido diversos factores tales como: el debilitamiento de dicha conexión, la falta de fortalecimiento, enfermedades y sustancias químicas como algunas drogas (García, 2021).

Desde los argumentos anteriores, el docente tiene la oportunidad de incidir en la plasticidad cerebral del alumnado de manera intencionada en su aula, y es mediante la generación de ambientes estimulantes es que puede intervenir positivamente en los procesos de cognición, en la adquisición de funciones y o en la recuperación de capacidades que pudieran verse afectadas durante el neurodesarrollo o en la maduración de éstas (por ende, en procesos de plasticidad) (Lebeer y Rijke, 2003). Para ello, diversos estudios muestran que, elementos como la estimulación sensorial y física, la alimentación y el sueño son detonantes clave para formar circuitos cerebrales, promover la generación de nuevas neuronas o reducir su pérdida. Razón por la que, los *alimentos cerebrales* y sus prácticas sistemáticas son indispensables.

¿QUÉ SON LOS ALIMENTOS CEREBRALES?

Nuestro tejido cerebral está compuesto entre 50 y 60% por ácidos grasos (entre otros elementos), de los cuales, un 35 % son ácidos grasos omega-3 (Flores, Hernández, Guevara, 2007) que juegan un papel fundamental en la estructura y función del cerebro; sin embargo, a pesar de tan importante información, en la actualidad se ha incrementado el consumo de grasas de baja calidad (cabe hacer notar que la ingesta de grasas ha tendido a descender sobre todo para controlar la obesidad y el colesterol). Aunado a esto, estudios sobre la evolución de las dietas muestran que uno de los principales cambios en nuestros hábitos alimentarios se ha producido principalmente en el tipo y cantidad de ácidos grasos esenciales (“grasas sanas” que nuestro cuerpo no produce y que sólo se obtiene a través de la alimentación) y antioxidantes presentes en los alimentos que escasamente consumimos. Se ha comprobado que los factores genéticos y ambientales determinan la susceptibilidad de un individuo a enfermarse; por lo tanto, la nutrición es un factor ambiental determinante que tiene un gran impacto en nuestros procesos biológicos básicos y en aquellos más complejos. Por ende, un cambio de prácticas alimentarias orientada a un mayor consumo de “grasas sanas” repercutiría en una mejora importante en la salud de niños y adultos.

Los omega-6 y omega-3 son dos de los ácidos grasos poliinsaturados, más abundantes en los mamíferos. Sus precursores son ácidos grasos esenciales (AGE) porque tanto los humanos como otras especies los requieren para su correcto funcionamiento, pero no pueden ser sintetizados en nuestros organismos, sino que se deben adquirir a través de la ingesta de algunos alimentos. Específicamente, los ácidos grasos más importantes que deben estar presentes en nuestra dieta son los de la serie de omega-3: el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA). Por una parte, el EPA es básico para la regulación, ni más ni menos de la funcionalidad cerebral (concretamente en la señal celular y en la irrigación sanguínea), en el óptimo desarrollo cerebral y de la visión, en la síntesis de las prostaglandinas (sustancias parecidas a las hormonas que regulan la presión arterial, la contracción muscular, entre otros), además de que, sí es necesario, puede convertirse con facilidad en DHA (Watson, 2014).

En este artículo, se otorga protagonismo al DHA, ácido graso estructural que forma parte de las membranas celulares, incluidas las membranas neuronales. En el cerebro favorece el aumento de la sinapsis y la transmisión de impulsos nerviosos entre las neuronas, concretamente su suplementación permite obtener una acumulación en diferentes estructuras cerebrales como la corteza frontal, el cerebelo y el hipocampo, así como, favorecer la neuroplasticidad y

la protección neuronal (Valenzuela, Bascuñan, Chamorro, Valenzuela, 2011). Todo lo anterior está directamente implicado en los procesos que, como docentes, son el centro de interés en nuestro hacer. Numerosos estudios en humanos asocian una mayor incorporación de DHA en el tejido cerebral con un incremento en la capacidad de aprendizaje y memorización. De igual forma, en investigaciones realizadas con animales de laboratorio ha sido posible correlacionar la mayor incorporación de DHA en el hipocampo y en la corteza frontal (estructuras cerebrales implicadas en procesos de memoria y cognición, entre otros) con un mejor desempeño en pruebas realizadas como laberintos.

Para el caso de estudios en humanos, diferentes autores han correlacionado los mayores puntajes obtenidos en pruebas de habilidades de aprendizaje en niños de diferentes edades, provenientes de madres que han tenido exclusivamente lactancia natural, o lactancia natural apoyada con fórmulas suplementadas con DHA, o sólo aporte de fórmulas suplementadas con DHA (Gil y Gil, 2004). En este contexto, resultados de la suplementación en modelos animales en ratas gestantes, antes de la etapa gestacional o durante ambos períodos, también muestran una mayor capacidad de aprendizaje y una mejor retención o memorización de la habilidad adquirida en las crías. Y es que hay etapas específicas en el desarrollo donde el DHA se necesita en cantidades significativas: embarazo, lactancia e infancia.

Por ejemplo: para mantener un equilibrio de la cantidad de omega-3 entre el feto y la madre, esta última debe ingerir alrededor de 100 mg/día de estos ácidos grasos durante el último trimestre del embarazo y posteriormente, ya que son administrados a través de la leche materna (Das, 2003).

En concordancia, estudios en humanos y animales indican que la deficiencia de DHA, está vinculada, entre otros factores, a la capacidad de aprendizaje, la concentración y el coeficiente intelectual en los niños y otras alteraciones que no se hacen evidentes hasta llegar a la etapa adulta (Innis, 2008). Se ha demostrado que el DHA no sólo es necesario durante la primera etapa de la vida; por ejemplo, durante el neurodesarrollo y en algunas de sus alteraciones como el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) (que si bien posee una etiología multifactorial), se ha demostrado que hay una deficiencia de ácidos grasos omega-3 (Bloch y Qawasmi, 2011).

En las últimas tres décadas, las enfermedades psiquiátricas como el trastorno bipolar y la depresión, la agresión, y las enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson, han crecido significativamente y la deficiencia de

estos ácidos grasos, se ha relacionado con estos trastornos del comportamiento (Valenzuela, Bascuñan, Valenzuela, Chamorro, 2009). Al respecto, estudios epidemiológicos indican una estrecha asociación entre la incidencia y el desarrollo de estas enfermedades y factores como la edad, actividad física, antecedentes familiares y malas dietas, como la falta o niveles bajos de omega-3 (Shinto, Marracci, Baldauf-Wagner, Strehlow, Yadav, Stuber y Bourdette, 2009).

Además, una disminución en niveles de DHA en la sangre está vinculada con trastornos neurológicos como el deterioro cognitivo (pérdida de funciones tales como la memoria, la atención y el procesamiento de la información), la demencia, migrañas y depresión posparto. Otros estudios proponen que los omega-3 deben usarse como complemento a la atención médica de enfermedades como la depresión, la esquizofrenia, los trastornos bipolares (Su, 2010), la demencia y trastornos prevalentes durante el embarazo y la lactancia, tales como: depresión posparto, trastornos psiquiátricos y demencia (Valenzuela, Bascuñan, Valenzuela y Chamorro, 2009). Incluso otras investigaciones proponen que previenen las enfermedades neurodegenerativas por sus propiedades neuroprotectoras (Porquet, Grinan-Ferre, Ferrer, Camins, Sanfeliu, Del Valle y Pallas, 2014).

¿QUÉ TIENEN EN COMÚN EL DHA Y LAS ALTERACIONES CEREBRALES MENCIONADAS?

Al DHA se le ha atribuido un efecto sobre la modulación de los sistemas dopaminérgicos (Healy-Stoffel y Levant, 2018) y en estas alteraciones del sistema nervioso central (SNC) (depresión, esquizofrenia, trastornos bipolares, TDAH, entre otras) participa la Dopamina (DA), un neurotransmisor implicado en múltiples procesos cognitivos, emocionales y motores. Evidencia experimental en modelos murinos muestra la capacidad del DHA para incidir en la neurotransmisión dopaminérgica (Healy-Stoffel y Levant, 2018).

Por ejemplo, en procesos básicos como atención y memoria y, específicamente, en trastornos del neurodesarrollo como TDAH, donde interviene la DA, causando así en los investigadores un interés por su mecanismo de acción. Además, experimentalmente se ha demostrado la capacidad del DHA para incidir en la neurotransmisión dopaminérgica, reduciendo la transmisión la liberación y el número de receptores D2 en el núcleo acumbens (Zimmer, Delion-Vancassel, Durand, Guilloteau, Bodard, Besnard y Chalon, 2000), así como disminuyendo la densidad vesicular de células DA en el hipocampo (Létondor, Buaud, Vaysse, Richard, Layé, Pallet, y Alfons, 2016) y sobre todo en la corteza frontal, donde se procesan funciones cerebrales de alta complejidad cognitiva, emocional y social, y en otras alteraciones conductuales de tipo motor.

¿EN QUÉ ALIMENTOS PUEDO ENCONTRAR ÁCIDOS OMEGA-3?

Después de conocer algunos riesgos y beneficios para la salud cerebral y su potenciación, los omega-3 deben ser incluidos en nuestra dieta diaria como complemento alimenticio. Las fuentes alimentarias más ricas en omega-3 son:

TABLA 1

Cantidades de Omega-3 en gramos por cada 100 gramos de la fuente alimenticia

Alimentos	g/100g
Aceite de linaza	55.3
Aceite de salmón	35.30
Aceite de hígado de bacalao	19.75
Aceite de arenque	11.86
Nuez	11.50
Soja	7.30
Aceite de soja	7.60
Germen de trigo	5.30
Caviar	3.74
Sardina	3.0

NOTA: Tomado de Herrera y Herrera, 2018.

Otros alimentos que contienen omega-3, aunque en menor cantidad, son: el arenque, pescado del Pacífico, salmón, pescado del Atlántico, anchoa, mantequilla, atún fresco, cangrejo, trucha (arcoíris), el aceite de oliva, aceite de maíz, girasol aceite, queso parmesano, huevo de gallina, tuna, fresa, atún enlatado, leche de vaca (Herrera y Herrera, 2018). Es importante señalar que el DHA y el EPA se encuentra en las capas grasosas de los pescados de agua fría y mariscos; sin embargo, curiosamente el pescado no lo produce de modo natural, sino que, al igual que nosotros, debe obtenerlo de la cadena alimentaria a partir de microorganismos marinos y algas que son la fuente natural de omega-3.

CONCLUSIONES

Si bien se cuenta con evidencia acerca de la influencia de la experiencia y por ende la estimulación que en el aula podemos generar los docentes sobre la plasticidad cerebral, aún en el campo educativo vinculado a las neurociencias tenemos mucho que aportar; pues investigaciones reportan que entre el nacimiento y hasta los 8 años aproximadamente el 80% del “aprendizaje individual” ya ha ocurrido, y el “aprendizaje social” cobra importancia en edades subsecuentes.

Es preciso reflexionar sobre el aporte de los profesores para generar espacios estimulantes para el desarrollo cognitivo (Sousa, 2014), no solo en la infancia sino también en nuestros estudiantes en formación. En todas las etapas del desarrollo no debemos perder de vista factores importantes como la nutrición. Es necesario reconocer la trascendencia de innovar dentro de la cotidianeidad de las aulas y no circunscribirla a aspectos cognitivos y emocionales sino también, dirigir nuestra mirada hacia aspectos nutricionales ligados al equilibrio y buen funcionamiento cerebral.

Entonces, cobra importancia una práctica educativa en la que se reconocen los períodos críticos de aprendizaje en función de la interacción con el contexto y con las características particulares de los individuos, las diferencias en el modo de aprender a lo largo de toda la vida y los nutrientes, entre otros. Puesto que el aprendizaje activo es siempre la clave, generar hábitos y activar procesos para reconstruir la información y establecer las relaciones funcionales otorgan flexibilidad a las memorias para generalizar lo aprendido. El hecho de que las prácticas de enseñanza no estén diseñadas considerando el conocimiento que se tiene sobre el cerebro, no quiere decir que esté ausente. Por el contrario, en la educación se hace mucho, aunque se desconozca la trascendencia neural que el diseño y la implementación que prácticas escolares generan, ya que los conocimientos neurocientíficos no necesariamente se contraponen a las teorías de aprendizaje pasadas y actuales.

Al respecto, es alentador que la comunidad educativa tome un papel activo en la construcción de puentes de conexión entre la educación y las neurociencias, pues ambas áreas del conocimiento, desde la transdisciplina pueden trabajar en favor un desarrollo integral del estudiantado. Sin embargo, vale la pena preguntarnos si, con la experiencia que como profesores hemos acumulado desde nuestro hacer y con el desarrollo de estrategias para favorecer determinados aprendizajes, ¿nuestras prácticas están siendo suficientemente trascendentes para generar y fortalecer redes neuronales que permitan aprendizajes significativos? ¿qué otros elementos deberíamos considerar para alcanzar prácticas innovadoras en cerebros que procesan de modos diferenciados la información derivada de la plasticidad que generan los estímulos a los que actualmente están expuestos?, estas y otras cuestiones derivadas de las prácticas reflexivas del profesor que innova deben estar presente para la mejora de su docencia, pues ante todo lo expuesto se reconoce la labor docente como un facilitador de ambientes enriquecidos y un modelador de cerebros en desarrollo.

AGRADECIMIENTOS: A la colaboración interinstitucional entre el Instituto de Investigaciones Cerebrales, UV y la Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen” en la divulgación del conocimiento. Al programa de Estancias Posdoctorales vinculadas a Fortalecimiento de la Calidad de Posgrado (CONACYT) de la Unidad de Investigación y Desarrollo de Alimentos (UNIDA-ITV).

REFERENCIAS

- Bloch, M. H., y Qawasmi, A.** (2011). Omega-3 fatty acid supplementation for the treatment of children with attention-deficit/hyperactivity disorder symptomatology: systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 50(10), 991-1000. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2011.06.008>
- Carbonell, J.** (2013). La aventura de innovar. *El cambio en la escuela*. España: Morata. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922003000300006&lng=es&nrm=iso
- Das, U. N.** (2003). Long-chain polyunsaturated fatty acids in memory formation and consolidation. *Nutrition*, 19(11/12), 988. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(03\)00174-6](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(03)00174-6)
- Guevara, M. Hernández, M. Arteaga, M.E., Olvera. (Eds.)**(2018). Aproximaciones al estudio de la funcionalidad cerebral y el comportamiento (pp. 509–538). *University of Guadalajara*. <https://www.goodreads.com/book/show/17371790-aproximaciones-al-estudio-de-la-funcionalidad-cerebral-y-el-comportamien>
- Gracia F.** (2021). Juego, plasticidad cerebral y habilidades cognitivas. *Salud y bienestar colectivo*, 5(1), 90-107. <https://revistasaludybienestarcolectivo.com/index.php/resbic/article/view/124/131>
- Gil A., y Gil, M.** (2004). Funciones de los ácidos grasos poliinsaturados y oleico durante la gestación, la lactación y la infancia. In J. Mataix., y A. Gil. (Eds.). *Libro blanco de los omega-3, los ácidos grasos poliinsaturados Omega 3 y monoinsaturados tipo oleico y su papel en la salud* (pp. 82–96). Spain: Editorial Médica Panamericana
- Herrera-Meza, S. y Herrera-Meza, G.** (2018). Omega-3: An Intelligent Decision for Brain Nutrition. En Marván, M. L., y López-Vázquez, E. (Eds.). *Preventing health and environmental risks in Latin America* (pp. 59-70). Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73799-7>
- Healy-Stoffel, M., y Levant, B.** (2018). N-3 (Omega-3) fatty acids: effects on brain dopamine systems and potential role in the etiology and treatment of neuropsychiatric disorders. *CNS & Neurological Disorders-Drug Targets*

- (Formerly *Current Drug Targets-CNS & Neurological Disorders*), 17(3), 216-232. DOI: <https://doi.org/10.2174/1871527317666180412153612>
- Innis, S. M. (2008). Dietary omega 3 fatty acids and the developing brain. *Brain research*, 1237, 35-43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.08.078>
- Jurado, S. (2016). Entrevista SINC Madrid en: <https://www.agenciasinc.es/Entrevistas/La-plasticidad-cerebral-nos-permite-cambiar-y-aprender-hasta-el-final>
- Just, M. A., y Varma, S. (2007). The organization of thinking: What functional brain imaging reveals about the neuroarchitecture of complex cognition. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7(3), 153-191. The organization of thinking: What functional brain imaging reveals about the neuroarchitecture of complex cognition | SpringerLink
- Lebeer, J., y Rijke, R. (2003). Ecology of development in children with brain impairment. *Child: Care, Health and Development*, 29(2), 131-140. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2214.2003.00323.x>
- Létondor, A., Buaud, B., Vaysse, C., Richard, E., Layé, S., Pallet, V., y Alfos, S. (2016). EPA/DHA and vitamin A supplementation improves spatial memory and alleviates the age-related decrease in hippocampal RXR and kinase expression in rats. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 103. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00103>
- Phillips, S., y Wilson, W. H. (2010). Categorical compositionality: A category theory explanation for the systematicity of human cognition. *PLoS computational biology*, 6(7), DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000858>
- Porquet, D., Grinan-Ferre, C., Ferrer, I., Camins, A., Sanfeliu, C., Del Valle, J., y Pallas, M. (2014). Neuroprotective role of trans-resveratrol in a murine model of familial Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's disease*, 42(4), 1209-1220. DOI: <https://doi.org/10.3233/JAD-140444>
- Rains, G. D. (2002). Principles of human neuropsychology. McGraw-Hill Humanities, Social Sciences & World Languages.
- Seelbach G, (2012). *Bases biológicas de la conducta*. 1a. Edición. Red Tercer Milenio.
- Shinto, L., Marracci, G., Baldauf-Wagner, S., Strehlow, A., Yadav, V., Stuber, L., y Bourdette, D. (2009). Omega-3 fatty acid supplementation decreases matrix metalloproteinase-9 production in relapsing-remitting multiple sclerosis. *Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids*, 80(2-3), 131-136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2008.12.001>

- Sousa, D. A. (Ed.).** (2014). Neurociencia educativa: Mente, cerebro y educación (Vol. 131). Narcea Ediciones. DOI: <https://doi.org/10.17345/ute.2018.2.2438>
- Su, H. M.** (2010). Mechanisms of n-3 fatty acid-mediated development and maintenance of learning memory performance. *The Journal of nutritional biochemistry*, 21(5), 364-373. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2009.11.003>
- Valenzuela, B., Bascunan, G., Valenzuela, B., y Chamorro, M.** (2009). Omega-3 fatty acids, neurodegenerative and psychiatric diseases: A new preventive and therapeutic approach. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(4), 1120-1128. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182009000400009>
- Valenzuela, R., Bascuñan, K., Chamorro, R., y Valenzuela, A.** (2011). Ácidos grasos omega-3 y cáncer, una alternativa nutricional para su prevención y tratamiento. *Revista chilena de nutrición*, 38(2), 219-226. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182011000200012>
- Watson, R. R. (Ed.).** (2014). Omega-3 fatty acids in brain and neurological health. Elsevier. *Omega-3 Fatty Acids in Brain and Neurological Health* - Google Libros
- Zimmer, L., Delion-Vancassel, S., Durand, G., Guilloteau, D., Bodard, S., Besnard, J. C., y Chalon, S.** (2000). Modification of dopamine neurotransmission in the nucleus accumbens of rats deficient in n-3 polyunsaturated fatty acids. *Journal of lipid research*, 41(1), 32-40. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-2275\(20\)32071-X](https://doi.org/10.1016/S0022-2275(20)32071-X)