



**UNIVERSIDAD  
MAYOR**

**POSTGRADOS EDUCACIÓN  
PROGRAMA NEUROCIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
TESINA FINAL**

**JUNAEB en colegios municipales: ¿Entrega una  
alimentación adecuada para el desarrollo cognitivo de  
estudiantes de primer ciclo?**

TESINA PARA OPTAR AL GRADO  
ACADÉMICO DE MAGISTER EN  
NEUROCIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**Alumnas:  
Paulina Calisto Pustela  
Morín Díaz Nova**

**2019**

## INDICE

I.	Introducción .....	4
II.	Problema que resolverá la realización de la tesina.....	6
III.	Propósito que tiene la tesina.....	6
IV.	Fundamentación .....	8
V.	Relevancia.....	10
VI.	Objetivos de la tesina .....	11
VII.	Descripción de la metodología a utilizar .....	13
VIII.	Marco Referencial.....	16
IX.	Resultados.....	60
X.	Conclusiones .....	72
XI.	Bibliografía.....	77

SOLO USO ACADÉMICO

## Resumen

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad evidenciar mediante el estado del arte si el programa alimenticio proporcionado por Junaeb logra entregar una alimentación adecuada para el desarrollo cognitivo de los estudiantes de primer ciclo escolar. Para ello se realizó una recopilación de información la cual está asignada según las etapas que contiene la tesina. En una primera instancia se describieron conceptos básicos con el fin de instruir de mejor manera al lector, algunas de estas definiciones son; nutrición, ácidos grasos, aprendizaje, memoria, vulnerabilidad, entre otros. De la misma manera, se adjuntan tablas y estudios que permiten comparar la situación nutricional de los alumnos que se encuentran en el primer ciclo. Además de información nutricional, como también calórica, la cual nos da pistas sobre lo que se consume en el menú del programa de alimentación escolar. Finalmente se realiza un pequeño análisis que responde a la pregunta problema, así como también, a los objetivos y preguntas secundarias. Esta investigación sigue un hilo conductor que permite que el futuro lector pueda internalizarse en el tema a tratar, de este modo el lector podrá formar su propia opinión sobre el estado del arte desarrollado, las interpretaciones y análisis de las fuentes utilizadas.

**Palabras clave:** Neurociencia, nutrición, ácidos grasos, vitaminas, minerales, aprendizaje y programa de alimentación escolar.

# 1.

## Introducción

Diversas investigaciones relacionadas con el área de la salud, alimentación y educación llevan a cuestionarse cuál es la relación que existe hoy en día entre la dieta alimenticia (llena de azúcares y carente de nutrientes) y el desarrollo de la mente de un niño, como los realizados por Connor (1996), Ortega et al. (2012), Sandsteard et al. (1998), entre otros. Es por ello por lo que para las autoras de este documento se han cuestionado sobre ¿Qué posibilidades existen de que su cerebro esté nutricionalmente apto para aprender, si su alimentación es carente de nutrientes esenciales?

Se han establecido a nivel nacional distintos programas y políticas para, por una parte, erradicar la desnutrición y por otra fomentar hábitos de vida saludables (Junaeb, 2018), lo cual ha generado la interrogante en las autoras de este estado del arto de ¿cuán efectivos son estos mismos para lograr alcanzar los objetivos propuestos?

Creada en 1964, la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (Junaeb) surge con el propósito de velar por los niños, niñas y jóvenes chilenos en condiciones de vulnerabilidad biopsicosocial. Uno de sus focos de acción está relacionado con establecer planes de alimentación en diversos programas como el Programa de Alimentación Escolar (PAE), Beca Alimentación Educacional Superior, PAE Trabajos Voluntarios y Programas Vacaciones. Con ello se pretende, a nivel nacional, entregar los recursos alimenticios que se requieren durante la edad escolar luchando así contra la desnutrición y actualmente también contra la obesidad infantil (plan contrapeso, el cual apunta como meta a la reducción de la obesidad, a través de 50 medidas).

Por otra parte, las neurociencias hoy en día han tomado gran relevancia al estudiar los diferentes procesos que ocurren a nivel cerebral y los determinantes que influyen en dichas funciones. El principal objetivo de esta ciencia es esclarecer cómo millones de células nerviosas individuales intervienen en el encéfalo para provocar determinada

conducta y cómo, a su vez, estas se ven influenciadas por el ambiente, incorporando también la conducta de otros seres humanos (Jessel, et al., 1997).

Un determinante sustancial que contribuye en los procesos neurocerebrales es la alimentación y/o dieta, presente desde los orígenes del hombre y que hasta hace un par de años atrás no se sabía con exactitud qué función cumplía en el desarrollo cognitivo de los individuos. Según Grande (1984), la alimentación es "*el proceso mediante el cual tomamos del mundo exterior una serie de sustancias que, contenidas en los alimentos que forman parte de nuestra dieta, son necesarias para la nutrición*". Estos alimentos poseen una cantidad variada de nutrientes que aportan no sólo en el crecimiento de una persona, sino que también en su desempeño cerebral, académico, intelectual, entre otros.

Los principales intereses que competen a la realización de esta investigación radican en identificar si la alimentación es una variable en el desarrollo cognitivo de los alumnos que cursan primer ciclo educacional. Hay que mencionar, además que en el estadio del desarrollo seleccionado ocurren una serie de cambios relacionados a lo cognitivo, como también a los desafíos pedagógicos como la adquisición de la lectoescritura, operatoria básica, entre otros. Estos importantes procesos determinan la base del aprendizaje del estudiante. Por otra parte, se indagará en estudios referidos a los índices de nutrición esperados para este rango etario, estableciendo así los parámetros sugeridos para una alimentación entregada por: el hogar, el establecimiento educacional, y en programas de alimentación gubernamentales.

2.

### **Problema que resolverá la realización de la tesina**

La problemática central de esta investigación se basa en responder la siguiente pregunta:

**¿Existe relación entre los programas de alimentación otorgados por JUNAEB y los nutrientes necesarios que debería ingerir un estudiante para un correcto desarrollo cognitivo, según la etapa de la infancia en que se encuentre?**

Se realizará una comparación entre ambos temas con el propósito de determinar si la alimentación recibida, efectivamente facilita el desarrollo cerebral y/o cognitivo. De todas maneras, el análisis y las posibles conclusiones aportarán datos que, en el futuro, pueden ser utilizados para resolver problemas ya detectados, como también otros que pueden surgir a lo largo del estudio.

3.

### **Propósito que tiene la tesina**

Esta investigación tiene como propósito principalmente analizar si los programas de alimentación proporcionados por JUNAEB entregan los nutrientes necesarios en la etapa escolar inicial, además de establecer si existe una relación directa entre la alimentación que ingieren los estudiantes a esta edad y su función cognitiva a través de una revisión bibliográfica. Algunos colegios municipales serán el foco de estudio, ya que es el estado el encargado de proveer la alimentación a estas dependencias, mediante la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas.

A la vez se pretende recopilar un listado con los tipos de alimentos que son fundamentales para mantener una dieta equilibrada que permita a los estudiantes favorecer su desarrollo cognitivo.

De la misma forma, busca entregar recomendaciones sobre los alimentos de base, que deberían estar incluidos en una dieta propicia para una adecuada maduración cerebral y cognitiva. Estas sugerencias irán destinadas al organismo que implementa estos programas de alimentación ya sean instituciones gubernamentales de salud, Junaeb propiamente tal, como también a instituciones educativas que quieran verse involucradas en la nutrición de sus estudiantes en función de beneficiar a la comunidad educativa, en especial al actor principal que en este caso es el alumnado.

Otro punto importante para considerar es el hecho de que los resultados del estudio sean considerados para la toma de decisiones con el fin de mejorar y desarrollar políticas públicas y programas de nutrición que permitan establecer una alimentación regulada, sobre todo en la etapa escolar, donde se debe poner mayor énfasis en cómo se está desarrollando el cerebro y la importancia de los procesos cognitivos en el aprendizaje escolar.

SOLO USO ACADÉMICO

#### 4.

### Fundamentación

El balance entre las necesidades energéticas la ingesta de nutrientes esenciales y su gasto condicionan el estado nutricional de las personas. Una nutrición adecuada en conjunto con el fomento y la práctica de hábitos de vida saludables pueden ayudar a prevenir distintos tipos de problemas de salud (obesidad, diabetes enfermedades cardiovasculares) y por consiguiente contribuir con un adecuado desarrollo cognitivo. Los factores relacionados a la dieta tienen una acción inmediata y beneficiosa en la función y plasticidad neural (Gómez-Pinilla, 2011).

Existen diversos estudios relacionados con el cómo afecta la nutrición en el desempeño académico y conductual de los estudiantes. Dentro de estos, se encuentra un estudio piloto realizado en Minnesota, en el cual se observaron cambios significativos en las asignaturas de lenguaje, matemática e incluso en su comportamiento, atención y concentración, tras implementar un Programa de desayunos para todos, enfocado en estudiantes vulnerables de escuelas públicas que cursaban entre tercero a quinto año escolar. Otro estudio científico comprobó por medio de pruebas computacionales que la ingesta de un desayuno en base a *“cereales ricos en carbohidratos y complejos puede ayudar a mantener un desempeño mental a lo largo de la mañana”* (Wesner et al, 2003; en OCDE, 2003: 96).

Dentro de una alimentación adecuada, los ácidos grasos esenciales (AGE) son aquellos que el cuerpo no puede sintetizar por lo que el organismo debe adquirirlos a través de la dieta, estos ácidos son conocidos como ácidos grasos poliinsaturados. Conforman gran parte de los lípidos totales del cerebro y entre ellos destacan el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido araquidónico (AA). También, entre es fundamental que la dieta incorpore hierro, nutriente necesario para una mielinización adecuada de la médula espinal y la materia blanca de los pliegues del cerebro. La deficiencia del mineral hierro, interfiere en la formación de mielina que envuelve las neuronas cerebrales (Rama Devi y otros ., 2002).

Por lo tanto, es fundamental estudiar si es que dentro de la alimentación entregada por los estamentos chilenos podemos encontrar estos y otros nutrientes que son fundamentales en el desarrollo cerebral. Al poder indagar más en este tema nutricional, se podrá trabajar en ámbitos como el rendimiento académico, aprendizaje y la memoria, recurriendo a la alimentación como una forma de colaboración en procesos cerebrales internos que a futuro pueden traer consecuencias positivas en el estudiante durante las distintas etapas de desarrollo evolutivo. Analizar el desayuno y sus beneficios en el rendimiento escolar, y cómo actúa en la niñez, adultez y vejez estabilizando el nivel nutricional (Hultman, 1989).

Los resultados obtenidos en la investigación podrían aportar evidencias que permitan a las instancias correspondientes, sustentar decisiones conducentes a la reformulación de los programas de nutrición con el fin de realizar una mejora decisiva que favorezca a los colegios municipales y por qué no, a cualquier otra institución educativa que quiera verse involucrada con esta problemática.

Asimismo, proveer evidencias para sustentar decisiones por parte del estado u organismos que estén vinculados con esta área, de invertir en mejoras y/o políticas públicas destinando mayores recursos con el propósito de crear menús completos que contengan todos los nutrientes necesarios para cada etapa escolar, asegurando así un crecimiento adecuado del estudiante, no solo físicamente sino más bien cognitivamente.

## **5. Relevancia**

La realización de esta tesina debiera interesar tanto a las instituciones de carácter estatal como de tipo local involucradas con el tema de estudio, puesto que las evidencias que suministre podrían sustentar decisiones de forma inmediata, realizando mejoras nutricionales en los establecimientos públicos.

Las autoridades y encargados de salud y nutrición escolar, por ejemplo, se verían expuestos a evaluar los tipos de programas ya aprobados con la intención de solucionar las posibles carencias que se detecten en los programas a los cuales nos referimos.

La realización de esta tesina, también debiera importar a la comunidad de los investigadores, por cuanto esta tesina les proporcionará una revisión sobre la alimentación actual proporcionada por el estado, a niños y niñas en etapa escolar pertenecientes a establecimientos educacionales municipales y subvencionados, puesto que la gran mayoría de las investigaciones y estudios realizados en Chile por largos años, están relacionados con los efectos de una buena dieta en la madre durante el embarazo, en lactantes y en niños durante su primera infancia, y según esto se han generado políticas y programas que potencian una nutrición adecuada para un desarrollo cognitivo óptimo en los sujetos en estudio (Leiva Plaza et al., 2001).

Esta recopilación de información puede aportar a la revisión de las investigaciones realizadas por la comunidad de investigadores, que a la vez podría generar cambios o replanteamientos en la visión que existe en cuanto al tipo de alimentación que es necesaria para un desarrollo cognitivo apropiado en los estudiantes.

## **6.**

### **Objetivos de la tesina**

Dada la relevancia del tema en cuestión, esta tesina se conforma bajo un objetivo general, el cual desprende diversos objetivos específicos, que buscan resolver las interrogantes que afloran de esta temática.

## 6.2. Objetivo General

**Establecer si la propuesta alimenticia otorgada por Junaeb es efectiva en proporcionar los nutrientes que el organismo necesita para un adecuado desarrollo cognitivo en estudiantes de primer ciclo.**

## 6.2. Objetivos específicos y preguntas de investigación

A partir del objetivo general se desglosa una serie de objetivos específicos y preguntas relacionadas con esta investigación, los cuales serán organizados en la siguiente tabla:

**Tabla N° 1: Preguntas principales y secundarias, de acuerdo con los objetivos específicos declarados.**

Objetivos específicos	Preguntas principales	Preguntas secundarias
Establecer la relación que existe entre nutrición y desarrollo cognitivo	¿Cuál es la relación que existe entre nutrición y desarrollo cognitivo?	¿Qué es la nutrición? ¿Qué tipo de nutrición favorece un adecuado desarrollo cognitivo? ¿Existe un requerimiento tipo para las personas? ¿Cuáles son los efectos de la nutrición en el desarrollo cognitivo? ¿Incide la nutrición en el desarrollo cognitivo? ¿De qué forma? ¿Por qué son importantes estos nutrientes para el organismo? ¿En qué estructuras y procesos participan estos nutrientes?

Conocer cuáles son los nutrientes esenciales para un adecuado desarrollo cognitivo	¿Cuáles son los nutrientes esenciales para un adecuado desarrollo cognitivo?	¿Cómo los ácidos grasos, minerales y vitaminas influyen en el desarrollo cognitivo? ¿Cuál de ellos tiene mayor y menor relevancia? ¿En qué procesos significativos participan? ¿Cuál es el índice de ingesta recomendado en un niño o niña cursando primer ciclo escolar? ¿Qué entidades determinan los índices de ingesta apropiados? ¿Existe alguna entidad que supervise que se proporcione estos nutrientes esenciales a los estudiantes? ¿Cómo lo hace?
Analizar si la alimentación entregados por Junaeb atienden las necesidades nutricionales apropiadas para el desarrollo cognitivo de los niños	¿La alimentación entregada por Junaeb atiende las necesidades nutricionales apropiadas para el desarrollo cognitivo de los niños?	¿Qué nutrientes proporciona Junaeb dentro de sus programas de alimentación? ¿Son suficientes estos aportes nutricionales para un desarrollo cognitivo óptimo? ¿Esta alimentación cumple con los estándares establecidos por la OMS y el Ministerio de Salud (MINSAL)?
Nombrar otros factores que están relacionados con el adecuado desarrollo cognitivo	¿Qué otros factores están relacionados con el adecuado desarrollo cognitivo?	¿El índice de vulnerabilidad está relacionado con un adecuado desarrollo cognitivo?

Fuente: Elaboración propia.

## 7. Descripción de la metodología a utilizar

En este capítulo se determina el método que fue más factible para la clasificación de información o datos de interés que aportaron a la investigación. El estado del saber

se formó utilizando diversas fuentes de información, como, por ejemplo: libros, revistas científicas, estudios publicados en los últimos años, entre otros.

El diseño de esta investigación es de tipo descriptivo, la cual fue realizada durante los meses de septiembre y octubre del presente año en la ciudad de Santiago de Chile.

Cabe mencionar que para la recopilación de información se utilizaron fuentes secundarias basadas en investigaciones, con criterios de búsqueda enfocados a publicaciones, colecciones generales y artículos científicos. Principalmente se accedió a la información por medio de Internet, seleccionando de preferencia información proveniente de buscadores académicos y científicos validados y reconocidos por la comunidad científica como: Scielo, Google académico, Redalyc, Conycit, BioMed, Mente y Cerebro entre otras. Además de utilizar páginas web de instituciones gubernamentales, con el fin de obtener de primera fuente información para desarrollar esta investigación.

Para la búsqueda de información se utilizaron encabezados como: desarrollo cognitivo en niños de 7 años, nutrición y desarrollo cognitivo, ácidos grasos y desarrollo cognitivo, minerales y desarrollo cognitivo, vitaminas y desarrollo cognitivo, aminoácidos y desarrollo cognitivo, Junaeb, FAO, INTA, entre otras.

Desde el punto de vista de uso de recursos actualizados, se optó por recopilar toda la información relacionada al tema desde las primeras indagaciones en el área hasta publicaciones más recientes con el fin de abordar de mejor manera los contenidos, y así mismo desarrollar la evolución de estos a lo largo de los años. Sin embargo se consideró como criterio de exclusión investigaciones o estudios que fueran expuestos como resúmenes breves, así como también toda información que no tuviera autor y/o institución que acredite su validez científica.

Una vez que se accedió y selección la información pertinente para esta investigación, se dio comienzo a escribir el cuerpo de esta investigación, con el fin de conseguir un mejor entendimiento por parte de los futuros lectores se fue describiendo, desarrollando, relacionando cada uno de los conceptos abordados en esta tesina.

Respecto al tiempo que se requirió para realizar este trabajo investigativo, este fue de alrededor de nueve semanas en las cuales estuvieron divididas diversas actividades relacionadas a los pasos a seguir para la creación de este estado del arte. Para un mejor entendimiento se creó preliminarmente un cronograma, en el cual se presenta la realización de dichas actividades.

### 7.1. Cronograma

<b>Actividades y Semanas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Revisión bibliográfica según criterios de búsqueda		x							
Selección de información.			x						
Revisión del planteamiento del problema y sus objetivos			x						
Elaboración del marco de referencia de la tesina				x	x	X			
Generación de resultados y conclusiones						x	x	x	
Correcciones finales								x	
Cierre del informe y Entrega Final									x

### **a. Revisión de autores y bibliografía**

Al tener la problemática, se realizó una revisión de autores y bibliografía relacionada con el tema a abordar. Se seleccionó la bibliografía más actual, estableciendo un año en específico que en este caso fue desde el 2000 en adelante. También se utilizaron tablas comparativas, matrices de datos cualitativos, mapas conceptuales y líneas de tiempo para ver la evolución de los programas de alimentación a lo largo de los años.

### **b. Determinación del diseño de la investigación y fuentes de datos**

Diseño descriptivo en el cual se utilizaron fuentes secundarias basadas en investigaciones con criterios de búsqueda enfocados a revistas de neurociencia.

Es bien conocido que la base de toda investigación se origina de fuentes primarias de información. Martín Vega (1995) sostiene que “Las fuentes de información tienen como objetivos principales buscar, localizar y difundir el origen de la información contenida en cualquier soporte físico, no exclusivamente en formato libro, aunque sus productos más elaborados y representativos sean los repertorios.” Por este motivo, este estudio clasificó sus fuentes en primarias y secundarias dando prioridad a la primera. Bouncore (1980) explica las fuentes primarias como “las que tienen información original no abreviada ni traducida; tesis, libros, monografías, artículos de revista, manuscritos. Se les nombra también fuentes de primera mano.” Por el otro lado existen las fuentes secundarias cuya función es interpretar las fuentes de primera mano, incluso llegando a un análisis de la fuente.

### **c. Descripción de los contenidos**

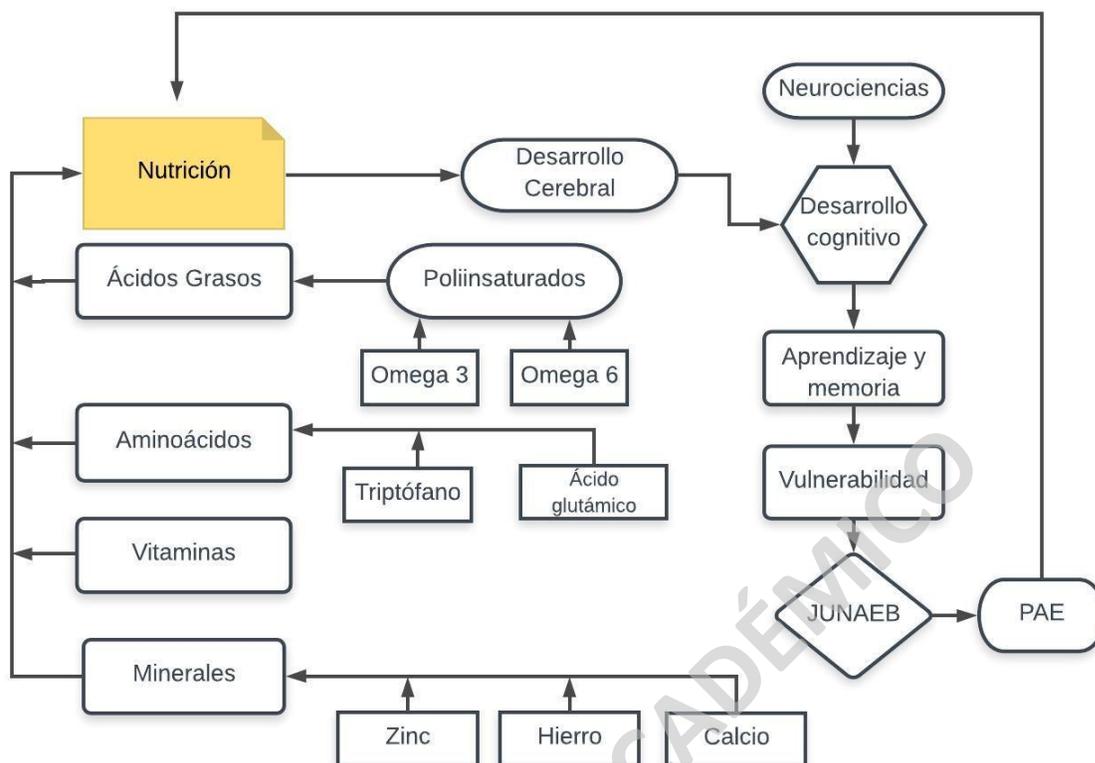
€ Desarrollo Cerebral

- € Desarrollo Cognitivo
- € Concepto de Neurociencia
- € Memoria y Aprendizaje
- € Concepto de Alimentación / Dieta
- € Nutrientes/tipos de nutrientes (ácidos grasos poliinsaturados, omega 3, omega 6, ácido eicosapentaenoico (EPA), AA, DHA, vitaminas, minerales, flavonoides)
- € JUNAEB/ Organismos estatales (PAE, OMS, FAO)
- € Alimentos que favorecen / desfavorecen el aprendizaje

## **8. Estado del arte del objeto de estudio**

A continuación, se visualizará un mapa conceptual que establece los contenidos seleccionados para la creación del marco referencial que le proporcionará al lector la información necesaria con el fin de profundizar en el estado del saber de esta investigación.

### **Esquema N°1: Contenidos seleccionados para el Marco Referencial**



Fuente: Elaboración propia.

### 8.1 Desarrollo Cerebral

Desde la mirada de la neurociencia, el periodo de gestación suele ser decisivo para la formación del cerebro humano. Incluso se menciona que alrededor de las cuatro semanas posteriores a la concepción comienza el proceso de desarrollo neural como también cerebral en el feto. El desarrollo del cerebro se acrecienta de forma impetuosa al inicio del tercer trimestre de la gestación hasta los dos años. Conforme a esta edad, el volumen del cerebro humano habrá alcanzado el 80 a 90 % del tamaño cerebral en etapa adulta (Isaacs, 2013).

Esto se debe a que el sistema nervioso central progresa significativamente ya en el periodo de embarazo, estableciendo los cimientos necesarios para crear las primeras

conexiones neuronales en el feto (Oates, Karmiloff-Smith y Johnson, 2012). Cuando se habla de desarrollo cerebral hay que considerar varios acontecimientos biológicos que contribuyen a que ocurra este proceso de manera paulatina y eficaz.

A medida que la evolución del desarrollo cerebral en estado gestacional terminal avanza, suceden los siguientes eventos: desde los seis a nueve meses de embarazo, el volumen de la materia gris y blanca acrecienta de forma considerable, la corteza cerebral aumenta en grosor permitiendo una producción de pliegues y circunvoluciones. A la par en ese mismo momento, ocurre una proliferación neural y una migración dirigida hacia la corteza cerebral. Los axones forman conexiones que facilitan la poda mediante muerte neuronal o eliminación sináptica, concluyendo finalmente en una mielinización acelerada al término del periodo gestacional (Keunen, van Elburg, van Bal y Benders, 2015). Si bien el cerebro va construyendo sus cimientos neurobiológicos como consecuencia de diversos procesos dendríticos a lo largo de la vida gestacional, de igual manera sigue en constante maduración durante las primeras etapas de la vida (Rosselli, 2003).

### **8.1.1 Desarrollo cerebral enfocado a la infancia**

A medida que transcurre el tiempo, el cerebro del niño sigue en busca de un desarrollo óptimo, logrando especializarse según la evolución de las conexiones y circuitos neuronales determinados para cada facultad cerebral. Si bien el cerebro posee distintas funciones que responden a estímulos o experiencias, este órgano complejo busca que sus secciones logren trabajar al unísono con el objetivo de establecer circuitos neurales activos que favorezcan distintos procesos neuronales. (Leonard, Snodgrass y Robertson, 2007) concuerdan en que el cerebro no es un órgano invariable con capacidad finita, sino que tiene flexibilidad y sus neuronas tienen la facultad de crecer y mutar constantemente.

Este órgano biológico llamado cerebro ya en la etapa previa como también en la infancia, se conforma por células específicas conocidas como neuronas y células sub especializadas llamadas neuroglías (Sprenger, 1999; en Salas Silva, 2003). Las células nerviosas establecen enérgicas conexiones entre sí provocando una transmisión celular conocida como sinapsis, la cual adquiere un rol fundamental al momento de estudiar el funcionamiento del cerebro.

La sinapsis consiste en un tipo de nexo específico a nivel celular, siendo el lugar físico que sirve como enlace esencial para la transferencia de información desde una neurona a otra, facilitando la interacción de distintas áreas del sistema nervioso (Kandel, 2000). De acuerdo con Elliot (2000; en la OEA, 2010), neurocientíficos comprobaron que el cerebro lleva a cabo alrededor de 1,8 millones de nuevas sinapsis por segundo entre los dos meses de gestación y los dos años, y que el 83% del crecimiento dendrítico ocurre después del nacimiento. Dentro de esta dinámica, actúan una infinidad de neuronas dispuestas a interactuar entre sí formando circuitos de procesamiento. Las observaciones de Diamond (1999), revelaron que en la etapa de primera infancia la red neuronal se constituye de manera asombrosa y que el ambiente, y todo lo que proviene de él, tiene un papel decisivo en el desarrollo del cerebro y en la formación y consolidación de los aprendizajes. Es de suma relevancia dar a conocer lo que sucede con esta red dendrítica durante su desarrollo a lo largo del ciclo vital enfocándose en la interacción neural.

### **8.1.2 Sucesos cerebrales importantes en el desarrollo cerebral durante la infancia**

La primera infancia es un período de la vida de un ser humano que se inicia en el nacimiento y primer año de vida, atravesando por el periodo preescolar hasta la transición al periodo escolar, vale decir hasta aproximadamente los ocho años (Naciones Unidas, 2006). La característica que mejor describe a la infancia es una sensibilidad singular a la experiencia indican Ann y Richard Barnett (2000). Durante esta etapa acontece una serie de transformaciones internas que modelan el funcionamiento del

cerebro y a su vez perfilan las pautas, estructuras y organización con las cuales se va rigiendo la corteza en desarrollo.

En primer lugar, para que exista una conexión rápida y eficiente entre neuronas se requiere un mayor volumen de materia blanca en las regiones cerebrales, esta sustancia está sujeta a cambios los cuales producen la mielinización. Para entender en qué consiste la mielinización, debemos definir qué es la mielina y cómo opera en la estructura cerebral. Filibin, Walsh, Trapp y otros (1990) señalan que la mielina es una vaina celular exclusiva, una prolongación alterada de la membrana plasmática de la célula de Schwann en el nervio periférico. La mielina ejerce como un aislante eléctrico que favorece la conducción del impulso nervioso (Davis, 1990). Por ende, este acto facilitador de conexiones neuronales se denomina mielinización. Diversas regiones son mielinizadas de forma pausada, obedeciendo a un extenso proceso sistematizado genéticamente, el mismo que persistirá bastantes años posteriores al nacimiento.

En segundo lugar, existe otro hito que modela la citoarquitectura cerebral, la neuroplasticidad. Lee, Tsang y Birch (2008) definen neuroplasticidad como un proceso que muestra la habilidad del sistema nervioso para reactivarse como resultado de repetidas activaciones, lo que permite que existan modificaciones como respuestas adaptativas a ciertos estados.

Duffau (2006) estableció que la neuroplasticidad es un proceso constante que puede darse a corto, mediano o largo plazo donde hay una reorganización de mapas neuronales que mejora el funcionamiento de las conexiones nerviosas en situaciones específicas. Por otra parte, Downboy (2011) describe aún más el proceso, aclarando que son cambios en las redes neuronales como consecuencia del ejercicio, daños fisiológicos, rehabilitación, tratamientos farmacológicos, células madres entre otros estímulos.

En tercer lugar, es relevante considerar las podas sinápticas que ocurren los primeros años de un ser humano. Durante esta etapa llamada infancia se observa un incremento en la densidad neuronal lo que no significa que sea la formación de neuronas nuevas, sino más bien un aumento exponencial en el crecimiento sináptico definido como sinaptogénesis exuberante (SE) (Huttenlocher y Drabholkar, 1998). Una neurona promedia al menos unas 2.500 sinapsis y cuando se encuentra en el apogeo de la SE en los dos a tres años de vida, este número acrecienta a 15.000. Al tiempo después de esta etapa de crecimiento sináptico, el circuito neuronal experimenta un descenso en su densidad sináptica, puesto que las conexiones neuronales que se emplean con una frecuencia menor son eliminadas (Graham, 2001). El acto de desechar las sinapsis irrelevantes e ineficientes durante este ciclo de desarrollo se entiende como poda sináptica. La poda puede ser observada como un mecanismo de aprendizaje donde primordialmente la eliminación de las sinapsis obedece a las respuestas de las neuronas frente a diversos factores ya sean ambientales o estímulos externos (Craik & Bialystok, 2006).

La densidad de las ramas neurales conformadas por dendritas alcanza su pico crítico en la primera infancia y posteriormente, se logra un pronunciado descenso durante la última etapa de infancia; mientras que, entre la adolescencia y la adultez, se da una especificación de las sinapsis y los circuitos neuronales (Tang et al., 2014).

## **8.2 Desarrollo cognitivo**

Con el correr de los años se ha estudiado cómo el desarrollo evolutivo propio de los seres humanos afecta y/o forman parte de procesos madurativos propios del desarrollo cognitivo. A su vez, se ha investigado como la experiencia social que el individuo mantiene a lo largo de su desarrollo afecta también la evolución de su cognición.

Los autores Piaget y Vygostky fueron los precursores de las investigaciones cognitivas, realizando *“contribuciones centrales para la comprensión de la mente humana”* (Carretero, 2001: 177). Es por ello por lo que parece fundamental exponer sus

teorías e incluir la Teoría de la mente, con el fin de poseer una amplia definición del concepto de desarrollo cognitivo.

### 8.2.1 Teoría del Desarrollo Cognoscitivo de Piaget

Para Piaget el desarrollo cognitivo del ser humano ocurre por medio de etapas, en las cuales el sujeto va construyendo de forma activa el conocimiento del mundo que lo rodea utilizando aquellos conocimientos que ya posee y a la vez interpretando los nuevos sucesos y objetos que se le presentan. Este autor dividió el desarrollo en cuatro etapas (estadios) relacionadas a un rango etario, en las cuales el pensamiento del menor presenta características propias que las diferencian de las otras, provocando transformaciones en el cómo se organiza el conocimiento (Tomás J., Almenara, J., 2008).

La siguiente tabla detalla los rangos etarios y características de cada estadio del desarrollo planteado por Piaget.

**Tabla Nº 2: Etapas de la Teoría del Desarrollo Cognoscitivo de Piaget.**

<b>ESTADIO</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
<b>Sensoriomotora</b> El niño activo	Del nacimiento a los 2 años	Los niños aprenden la conducta propositiva, el pensamiento orientado a medios y fines, la permanencia
<b>Preoperacional</b> El niño intuitivo	De los 2 a los 7 años	El niño puede usar símbolos y palabras para pensar. Solución intuitiva de los problemas, pero el pensamiento está limitado por la rigidez, la centralización y el egocentrismo.

<p><b>Operaciones concretas</b> El niño práctico</p>	<p>De los 7 a los 11 años</p>	<p>El niño aprende las operaciones lógicas de seriación, de clasificación y de conservación. El pensamiento está ligado a los fenómenos y objetos del mundo real.</p>
<p><b>Operaciones formales</b> El niño reflexivo</p>	<p>De 11 a 12 años y en adelante</p>	<p>El niño aprende sistemas abstractos del pensamiento que le permiten usar la lógica proposicional, el razonamiento científico y el razonamiento proporcional.</p>

Fuente: Universidad Autónoma de Barcelona (2008).

El ser humano transitará por dichos estadios siguiendo los principios básicos del desarrollo cognitivo, los cuales son predisposiciones naturales y que permitirán que reorganice y distinga entre los esquemas que ya posee. Dichos principios son:

- € **Organización:** A medida que el sujeto va madurando en cuanto a su desarrollo cognitivo, consigue integrar a sistemas más complejos, modelos físicos simples o esquemas mentales.
- € **Adaptación:** Es la facultad que posee el individuo de poder adecuar la conducta o los esquemas mentales a los requerimientos del contexto. Ocurre por medio de 2 procesos: **Asimilación** es el proceso activo mediante el cual el niño moldea la información nueva (modifica o transforma) para que incorporarla en sus esquemas presentes. **Acomodación** es el proceso en el cual se transforman los esquemas actuales para ajustar la nueva información discrepante.

- € **Equilibración:** Predisposición a buscar un equilibrio al organizar los nuevos esquemas mentales y pautas de conductas con las nuevas experiencias entregadas por el medio. Esto se alcanza por medio de los procesos de asimilación y acomodación (Tomás J., Almenara, J., 2008).

### 8.2.2 Teoría del Desarrollo Cognitivo de Vygotsky.

Este autor plantea que el desarrollo cognitivo del niño se construye por medio de las interacciones sociales que mantiene a lo largo de su vida, poniendo gran énfasis en las experiencias personales como la historia cultural del sujeto.

Vygotsky postula que el niño nace con habilidades innatas como la percepción, la atención y la memoria, las cuales por medio de la interacción social que mantiene se convierten en funciones mentales superiores. (Tomás J., Almenara, J., 2008).

Los conceptos fundamentales de la teoría de Vygotsky serán expuestos en la siguiente tabla:

**Tabla Nº 3 Teoría del Desarrollo Cognitivo según Vygotsky.**

<b>Conceptos Fundamentales</b>	<b>Características</b>
--------------------------------	------------------------

<p><b>Funciones mentales</b></p>	<p><i>Funciones mentales inferiores:</i> Son aquellas funciones naturales con las cuales nacemos y que están determinadas genéticamente como: Percepción, memoria, atención.</p> <p><i>Funciones mentales superiores:</i> Son aquellas funciones que se van adquiriendo y desarrollando como consecuencia de la interacción social, por lo que están determinadas por las características propias de la sociedad donde se desenvuelve el sujeto.</p>
<p><b>Habilidades Psicológicas</b></p>	<p><i>Interpsicológicas:</i> Son aquellas funciones mentales superiores que se expresan para comunicarse con las demás personas.</p> <p><i>Intrapsicológicas:</i> Son aquellas funciones mentales superiores que implican construir representaciones internas de procedimientos mentales o actos físicos externos, por medio de procesos de interiorización o internalización.</p>

<p><b>Herramientas del pensamiento</b></p>	<p><i>Herramientas técnicas:</i> Son aquellas que permiten al sujeto poder cambiar los objetos o dominar el ambiente.</p> <p><i>Herramientas psicológicas:</i> Las cuales permiten ordenar o dominar la conducta y el pensamiento. El más importante de ellos es el <i>lenguaje</i>, dado que por medio de esta herramienta el niño proyecta su dominio del medio social. Se distinguen tres etapas: habla social, habla egocéntrica, habla interna.</p>
<p><b>Zona del desarrollo proximal</b></p>	<p>Es la etapa en la que el menor posee funciones que se encuentran en proceso de maduración, por lo que requiere ayuda de terceros para poder desarrollarlas por completo.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Esta teoría del desarrollo cognitivo hace referencia a que los seres humanos nacen con habilidades basales, las cuales de acuerdo a la interacción social que mantenga con su medio durante su desarrollo se irán transformando y evolucionando en funciones superiores, que permitirán ir adquiriendo nuevos conocimientos y habilidades, también condenderá consolidar habilidades psicológicas como la interiorización de los actos realizados, también desarrollará la capacidad de expresar su pensamiento por medio de herramientas como el lenguaje, estos distintos eslabones en la evolución del individuo lo situaran en una zona denominada desarrollo proximal, en la cual necesitará la intervención de terceros para poder concluir la maduración de estas habilidades.

Al comparar esta teoría con la presentada por Piaget anteriormente, se puede inferir que ambas tienen posturas y lineamientos muy diferentes entre una y otra, sin

embargo existe una tercera teoría cognitiva que se transforma en otra visión de cómo se lleva a cabo el desarrollo cognitivo del ser humano.

### 8.2.3 Teoría de la mente

El autor Wellman (1985; en Crespo, 2002) establece “cinco tipos de contenidos y descubrimientos que forman la *Teoría de la mente* y que constituyen grupos diferentes pero superpuestos”, los cuales son especificados en la siguiente tabla:

**Tabla N° 4 Teoría de la mente.**

<b>Concepto</b>	
<b>Existencia</b>	El conocimiento metacognitivo involucra que el sujeto se percató que los pensamientos y estados mentales son diferentes de los actos externos.
<b>La distinción de los procesos</b>	Todo individuo que posee un conocimiento reflexivo de su accionar mental, es capaz de identificar cada proceso mental y diferenciarlo de otros.
<b>La integración</b>	Certeza de que los procesos mentales internos están relacionados entre sí y se distinguen de otros procesos invisibles

<b>Conocimiento de las variables</b>	La ejecución de los procesos mentales está afectada por una serie de variables que pueden deberse tanto a las características de una tarea, como al tipo de estrategia que utilizemos.
<b>Monitoreo cognitivo</b>	Se refiere a la capacidad que tienen los seres humanos de leer sus propios estados cognitivos y de monitorearlos mientras ocurren.

Fuente: Elaboración propia.

La cognición es una función resultante de la integración de múltiples diferencias, sensoriales, espaciales, emocionales y de autorreferencia que dan origen a la conciencia y a la conducta.

En definitiva, el desarrollo cognitivo es un conjunto de transformaciones que se obran en las características y capacidades del pensamiento a lo largo de la vida del sujeto, lo cual incrementa los conocimientos y las diversas habilidades necesarias para manejarse en el medio que lo rodea. Este desarrollo evoluciona pasando por diversas etapas, marcadas cada una de ellas por características propias, las cuales dependerán tanto del nivel de madurez, de las experiencias sensoriales, emocionales y sociales que experimente el individuo.

### **8.2.3 Desarrollo Cognitivo en infancia (7 a 11 años)**

Según la teoría Piagetiana el menor se encontraría en la etapa de operaciones concretas, en la cual consiguen pensar de manera más lógica considerando múltiples factores que pueden influir en una situación o problema, pero sin embargo aún

no son capaces de abstraerse. Los autores Tomás y Almenara (2008) plantean que en general los niños poseen manejo de los siguientes conceptos

- **Relaciones espaciales y causalidad:** El menor logra percibir cada vez mejor las relaciones espaciales en cuanto a la distancia, tiempo, a la vez consigue utilizar mapas, planos con el fin de orientarse y comunicar información relacionada al espacio que lo rodea. Por otra parte, mejora con el tiempo el juicio asociado a causalidad consigue distinguir factores que influyen en un suceso.
- **Categorización:** En esta etapa logra consolidar una serie de habilidades que le permiten pensar de manera lógica como: *Seriación*, que hace referencia a la habilidad de organizar distintos objetos a lo largo de una serie, siguiendo una o más dimensiones. *Inferencia transitiva* es la facultad de deducir la relación que existe entre dos objetos, comenzando por el vínculo que existe entre cada uno de ellos con un tercero. *Inclusión de clase* es la capacidad de comprender una correspondencia entre el todo y sus partes.
- **Razonamiento inductivo:** El niño manifiesta un razonamiento basado en la observación particular de los componentes de clase que evoluciona a concluir de manera general sobre esta clase observada.
- **Conservación:** El menor consigue resolver problemas de conservación que impliquen cambios de materia. Es necesario en esta etapa realizar varios tipos de problemas de conservación (peso, volumen, materia), para calcular mentalmente la respuesta, dado que su pensamiento aún es muy concreto para transferir el aprendizaje.
- **Número y matemáticas:** En esta edad el menor consigue realizar conteo mental de elementos, va consolidando el conteo ascendente y descendente. Durante el desarrollo de esta etapa podrá consolidar el aprendizaje de operaciones

matemáticas. Presenta también mayor habilidad para resolver problemas aritméticos simples. Todo esto se consolidará si su aprendizaje es por medio de experiencias concretas

Por otra parte, durante esta etapa el niño conseguirá regular y mantener un mayor grado de atención, retención, procesamiento y memorización de la información, como también el desarrollo de las funciones ejecutivas, las cuales están asociadas al desarrollo cerebral, mencionado anteriormente, y a las experiencias vividas en su contexto. Es decir que para que estas habilidades se consoliden adecuadamente, es necesario que el niño este inserto en un contexto de aprendizaje continuo.

### **8.3 Neurociencias**

Para la OCDE (2003: 417), es el *“estudio y desarrollo de la investigación de la mente y cerebro, orientado a investigar las bases psicológicas, computacionales y neurocientíficas de la cognición”*. Kandel (1997; en Salas, 2003), menciona que la finalidad de la Neurociencia, es entender cómo el encéfalo origina la individualidad propia del quehacer humano. Por otra parte, este estudio involucra diversos enfoques, puesto que entender cómo funciona el cerebro requiere descripciones de los ámbitos molecular, celular, psicológico, social y estructural del cerebro. Es decir que requiere de las ciencias de: neuroanatomía, biología computacionales. Anna Lucia Campos considera el concepto como *“las ciencias que estudian al sistema nervioso y al cerebro desde aspectos estructurales y funcionales han posibilitado una mayor comprensión acerca del proceso de aprendizaje”* (p.4).

Realizando una síntesis en cuanto a las diferentes visiones que existen sobre neurociencia, podemos definirla como ciencia que estudia el sistema nervioso, desde los niveles moleculares y celulares hasta las estructuras cerebrales y de la conducta. Es una rama del conocimiento a la que contribuyen distintas disciplinas que estudian en común

el Sistema nervioso central. Con el correr de los años las investigaciones científicas realizadas han revelado como comienza el desarrollo cerebral en el útero materno y como continúa en cada etapa de la vida, a la vez a puesto de manifiesto los factores que influyen en dicho desarrollo como lo son la herencia genética y entorno.

En cuanto al aporte de las neurociencias en educación, esta permitirá que la enseñanza esté de acuerdo o adecuarse con la realidad neurobiológica del estudiante.

Al educador entrega una manera amplia de entender el funcionamiento del cerebro, en cuanto como este aprende, procesa, registra, conserva y evoca la información. Facultando así a cada pedagogo a una gran variedad de estrategias para impartir un aprendizaje individualizado y significativo (Ortiz T., 2010).

#### **8.4 Nutrición**

El concepto de nutrición puede definirse (Grande, 1984) como una serie de procesos a través de los cuales el ser humano absorbe, ingiere, emplea y modifica las sustancias que se hallan fundamentalmente en los alimentos , cumpliendo con cuatro objetivos ; entregar energía para mantener funciones vitales , colaborar en la entrega de sustratos con el propósito de formar y reparar estructuras corporales , disminuir el riesgo de enfermedades y aportar sustancias necesarias para controlar procesos metabólicos. Durante la vida del ser humano es posible apreciar que existen un número determinado de factores que influyen en el desarrollo del individuo como tal. Algunos de ellos están relacionados al ejercicio, sueño, estrés, ambiente, nutrición entre otros. Martínez Álvarez, Villarino Marín y Arpe Muñoz, (2013) afirman “como más importantes los hábitos alimentarios y de estilos de vida (entre los que hay que incluir el sueño), prácticas de actividad física, ambiente familiar, en el que se desarrollan los niños, factores psicológicos como la autoestima, factores sociales y económicos y recientemente los factores de programación como son el ambiente intrauterino y la alimentación en las primeras etapas de la vida” (p.193). Tomando en cuenta este último, el factor nutrición es

de suma importancia para una adecuada maduración cerebral, destacando que el cerebro de los niños requiere de nutrientes específicos para llevar a cabo funciones esenciales tales como neurotransmisión y neurogénesis, procesos relacionados a conexiones neurales. Por lo cual, se logra maximizar el área cognitiva en las siguientes etapas cerebrales en desarrollo (Campos 2014). El cerebro precisa de ciertos nutrientes para lograr formación, progreso y conservación de sus funciones. Las distintas células que lo constituyen necesitan nutrirse para ejecutar estas funciones, y varias de ellas requieren determinados nutrientes para cumplir su rol dentro de la compleja organización del cerebro (Bourre 2006).

Al existir una deficiencia nutricional o trastornos relacionados a la ingesta de nutrientes como vitaminas, minerales y / o ácidos grasos durante momentos críticos del desarrollo cerebral pueden afectar la función neurológica en las etapas siguientes de la vida. Disponer de una dieta carente en un componente nutricional, significa tener un déficit constante de un nutriente, además el rol de los nutrientes no es solo a nivel individual, sino más bien actuar de forma combinada en el desarrollo y funcionamiento del cerebro (Escolano-Margarit y Campoy, 2015).

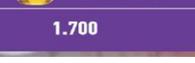
La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación, con el fin de erradicar el hambre a nivel mundial creó un organismo encargado llamado Food and Agriculture Organization (FAO). Actualmente, este departamento busca asegurar una adecuada nutrición a la sociedad. En la siguiente tabla, FAO especifica la ingesta de nutrientes esenciales según rango etario.

**Tabla Nº 5: Ingesta recomendada de nutrientes.**

Sexo/edad	Peso	Energía	Proteínas	Calcio	Hierro	Zinc	Vit. A ER	Vit. C	Folato EFD
	Kg	kcal	g	mg	mg	mg	mcg	mg	mcg
<b>Ambos sexos</b>									
0-6 meses	6,0	525	16,2	400	0 <sup>a</sup>	1,1	375	25	80
6-11 meses	8,9	710	19,6	400	9	0,8	400	30	80
1-3 años	12,1	1.025	19,3	500	6	8,3	400	30	160
4-6 años	18,2	1.350	27,3	600	6	10,3	450	30	200
7-9 años	25,2	1.700	36,7	700	9	11,3	500	35	300
<b>Niñas</b>									
10-18 años	46,7	2.000	56,0	1.300	14/32 <sup>b</sup>	15,5	600	40	400
<b>Niños</b>									
10-18 años	49,7	2.400	57,5	1.300	17	19,2	600	40	400

Fuente: FAO (1995).

**Tabla Nº 6: Tipos de alimentos recomendados en la Guía Alimenticia Escolar 6 a 10 años.**

ALIMENTOS	FRECUENCIA	CANTIDAD
<b>Lácteos</b> (sin azúcar)	Diaria	 3 unidades
<b>Verduras</b>	Diaria	 2 platos
<b>Frutas</b>	Diaria	 3 unidades
<b>Pescado</b>	2 veces por semana	 1 presa chica
<b>Pollo, pavo o carnes</b> (sin grasa)	2 veces por semana	 1 presa chica
<b>Legumbres</b>	2 veces por semana	 1 plato chico
<b>Huevos</b>	2 a 3 veces por semana	 1 unidad
<b>Cereales, pastas o papas cocidas</b>	4 a 5 veces por semana	 1 plato chico
<b>Panes</b>	Diaria	 2 unidades    1 1/2 unidades
<b>Aceites y otras grasas</b>	Diaria	 4 cdtas
<b>APORTE CALÓRICO APROXIMADO</b>		1.700   1.500

Fuente: INTA (2016).

## 8.5 Ácidos Grasos (AG)

Hoy en día, la ingesta de ácidos grasos se ha vuelto indispensable para la vida de las personas que se encuentran en cualquier estadio de su existencia. En los últimos años se han llevado a cabo cuantiosas investigaciones dedicadas a demostrar que el consumo de estos ácidos grasos en cantidades apropiadas previene enfermedades y a su vez actúa en procesos importantes relacionados al desarrollo del cerebro, como también a la visión, entre otros. Es por esto por lo que es sumamente necesario que exista un enriquecimiento en alimentos con omega 3 u omega 6, asegurando de esta manera que la población pueda ingerirlos de forma habitual con el fin de satisfacer un adecuado requerimiento de AG que el cuerpo y cerebro humano demandan a diario. Estos macronutrientes llamados ácidos grasos según Ortega, Martín, Pérez y Bultó (2009) desde el punto de vista químico son cadenas hidrocarbonadas de longitud variable, con un grupo de átomos de carbono en su extremo, los cuales pueden clasificados como saturados e insaturados, además son elemento constituyente de los lípidos, triglicéridos, y estar relacionados al colesterol. Estos modelos de lípidos son una significativa fuente de energía para las células, puesto que al momento de oxidarse pueden generar ATP (Lehninger, 2001). Por otro lado, una definición más específica es la que tiene FENNEMA (2000) estableciendo que el término AG puede ser definido como cualquier ácido monocarboxílico alifático que se libera por un proceso llamado hidrólisis de las grasas naturales.

Muchas de las relaciones estructurales entre los ácidos grasos y sus conjugaciones dan lugar a otro tipo de clasificaciones, por ejemplo, dentro de los ácidos insaturados podemos encontrar la presencia de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Acorde a Ibáñez (2009) estos ácidos son el componente principal de los fosfolípidos que poseen la membrana de las neuronas, siendo determinantes para el desarrollo cerebral y su funcionamiento. Agregando a lo anterior, los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (LC- PUFA, por sus siglas en inglés) han demostrado ser un nutriente

esencial en la nutrición humana; tanto en el adulto como en el paciente pediátrico ya que son necesarios para un adecuado crecimiento y funcionamiento corporal (Rosenfeld y otros., 2009). En la etapa fetal, los AGPI tienen participación en procesos como la migración neuronal, gliogénesis, neurogénesis, sinaptogénesis y mielinización (González y Visentin 2016). Sanhueza y Valenzuela (2009) señalan que, si se observa desde el punto de vista nutricional, los AGPI se organizan a su vez en las familias o secuencias de ácidos grasos. Las tres principales familias más trascendentales son la omega-9, omega-6 y omega-3. Estas familias de omegas están catalogadas como ácidos grasos esenciales, de los cuales hablaremos en los siguientes párrafos.

### **8.5.1 Ácidos grasos esenciales (AGE)**

Los lípidos son considerados generalmente como una fuente de energía primordial para el metabolismo humano, no obstante, desde hace un par de años atrás se sabe que estas grasas aportan ciertos ácidos grasos particulares que son indispensables para nuestra vida (Ruz *et al.*, 1996). Se considera ácidos esenciales a aquellos que deben ser suministrados mediante la alimentación e incluyen elementos de la serie n-6 como también de la n-3 (FAO/OMG, 1997). Por lo tanto, los que tienen condición mamífera no pueden llevar a cabo la síntesis de n de los ácidos grasos n-3 o n-6 ya que carecen de las enzimas necesarias para obtener cada uno de ellos (Catalá, 2013). Beare-Rogers, Dieffenbache y Holm, (2001) nombran al ácido linoleico (LA n-6), y los ácidos  $\alpha$ -linoleico (ALA n-3), docosahexaenoico (DHA n-3) y eicosapentaenoico (EPA n-3) como representantes básicos en las dietas de las series 6 y 3 respectivamente. Chang (2009) reafirma que los ácidos grasos AA Y DHA son ácidos primordiales que actúan a nivel cerebral y están catalogados como esenciales. Investigaciones recientes han comprobado que en respuesta a la ingesta de omega-3 y omega-6, se asocian ciertos procesos de metilación del DNA, lo que se interpreta en una serie de importantes cambios epigenéticos (Aslibekyan, *et al.*, 2014). A continuación, se describirá la función de las familias omega-3 y omega-6.

### **8.5.2 Omega 3 y Omega 6**

Simopoulos (1999) reconoce que a partir de la década de los 80, se demuestra la relevancia del Omega 3 en la función cerebral y visual de los infantes y adultos. Los ácidos grasos omega 3 (n-3) son componentes sustanciales de las membranas celulares, siendo los más comunes el ácido eicosapentanoico (EPA) Y el ácido docosahexanoico (DHA) (Martínez y González, 2017). La relevancia de estos ácidos grasos radica en el funcionamiento cerebral, puesto que el cerebro está compuesto alrededor de un 60 % en masa de grasa (Chang *et al.*, 2009). Por otra parte, está comprobado que concentraciones elevadas de omega 3 intensifican la fluidez de las membranas, lo que incrementa el transporte de serotonina (Mazza *et al.*, 2007). La serotonina tiende a ejercer un papel importante en el desarrollo del cerebro siendo un modulador cuando ocurre una proliferación celular. Además, interviene en distintas funciones de memoria, motoras o sensitivas combinadas con los procesos colinérgicos (Garófalo, Gómez, Vargas y Novoa 2009). Con relación al sistema nervioso, estos ácidos interfieren en muchos aspectos que se ven favorecidos con el consumo de omega 3, como lo es la habilidad de aprendizaje, ansiedad, memoria y función retinal (Birch, 2000). A nivel hormonal son precursores de los prostanoideos (prostaglandinas y tromboxanos) que posibilitan la transmisión de mensajes en el sistema nervioso central (Simopoulos 1999). Los componentes básicos de la serie omega-3 serán definidos en los siguientes párrafos.

### **8.5.3 Ácido Docosahexaenoico (DHA) Y Ácido Eicosapentaenoico (EPA)**

Los componentes de los ácidos grasos de cadena larga son imprescindibles para una buena salud. Como dice IFFO (2008) sus fuentes naturales generalmente provienen del aceite de pescado, el cual ayudaría a prevenir determinadas enfermedades. Ciertamente es que la dieta occidental carece de estos ácidos esenciales, lo cual se convierte en un problema para la población al no consumir sustratos con estos ácidos de cadena larga.

Hallar evidencia consistente sobre los beneficios del consumo de EPA Y DHA en la salud humana no parece ser difícil, como expresa Sinclair (2000) algunos beneficios tienen relación a la mejora del desarrollo cerebral infantil y sostener una buena salud mental. En esa misma línea, es necesario recalcar su rol en diversas funciones biológicas. Galli (2013) plantea que cada uno de estos ácidos omega-3 coopera de manera distinta en las funciones y estructuras de sistemas biológicos. Cabe destacar que el consumo de Omega-3 varía en las distintas etapas de la vida de un ser humano, específicamente vinculado a los mecanismos de ingesta. Podemos diferenciar dos fuentes de ácidos grasos omega-3, siendo la primera de origen vegetal y la segunda animal. Las fuentes vegetales constituyen la forma de un ácido alfa linolénico, que ejerce como precursor, es posible encontrarlo en aceites de linaza, chía, nuez y canola (Gatica-Bello, 2011; Morales P. y otros 2012). En cambio, las fuentes de origen animal podemos encontrar omega-3 de manera cuantiosa en los peces que son grasos, tales como la sardina, el salmón y trucha. Así mismo, los huevos de gallinas alimentadas de forma natural por ejemplo con linaza poseen un contenido alto de DHA (Ward & Singh 2005; Imran *et al.*, 2015). El ácido decosaheptanoico (DHA) pertenece al material que constituye los focos de comunicación sinápticos. Thompson (2012) establece que es imposible que ocurran más sinapsis, generar dendritas o receptores si no se posee un suministro adecuado de aceite omega-3 del tipo DHA. Incluso ocurre que en niños alimentados o que recibieron amamantamiento con fórmulas que tenían DHA tienen una mejor capacidad para responder a la luz, lo cual está asociado con una mayores habilidades cognitivas al momento de integrar información, observándose un coeficiente intelectual mayor (Connor, 1996). De manera similar, el doctor Simopoulos (1991) afirma que los ácidos grasos como el ácido linoleico (C18:2, omega-6, AL) y el ácido alfa linolénico (C18:3, omega-3, ALN) que constituyen moléculas omega-6 y omega-3 también son esenciales, por lo cual nuestra dieta requiere contenerlos en proporciones equiparadas, ya que la ausencia o desbalance de ingesta provoca alteraciones metabólicas. Nuevamente la FAO/OMS (1997) estima que el consumo diario de DHA más EPA debe ser alrededor de 150 mg/día en escolares y lactantes.

## 8.6 Aminoácidos (AA)

Las proteínas son nutrientes indispensables que toda dieta debe contener, si el objetivo de la persona es tener una vida saludable. Estas moléculas necesitan de una combinación balanceada de aminoácidos esenciales (AAE) y no esenciales (AANE) (Ibarz *et al.* 2011). Dichos componentes van ejerciendo distintas funciones, todas ellas importantes para la vida de un ser vivo. Los AA son fuente primaria de muchas vías que conducen a la síntesis de constituyentes biológicos que forman proteínas y pueden emplearse como sustratos para producir energía (Wu 2009; Finn y Fyhn 2010). Nuestros cerebros necesitan una cantidad determinada de aminoácidos de forma continua para poder llevar a cabo la síntesis de neurotransmisores, principalmente serotonina y catecolaminas. Algunos aminoácidos tienen variadas funciones sobre el sistema nervioso central, tales como; transmisores, moduladores y/o sustratos de procesos metabólicos (Shah, Crespi y Heidbreder 2002). Dependerá de la cantidad y calidad de proteínas, la producción de mediadores químicos involucrados en el funcionamiento cerebral. A nivel nutricional, existe una clasificación de aminoácidos esenciales y no esenciales, los esenciales son los que no pueden ser sintetizados endógenamente, por lo que deben ser ingeridos mediante alimentos que los contienen con el fin de cubrir las necesidades del organismo (sobre todo en el área de crecimiento y mantenimiento de estructuras), los no esenciales en cambio, son los que si el cuerpo puede sintetizar (Mataix y Carazo, 2005). Los aminoácidos esenciales serían nueve: Fenilalanina, triptófano, isoleucina, treonina, lisina, valina, leucina, metionina y histidina (Seguí 2011). Si llegase a faltar alguno de estos aminoácidos, no es posible sintetizar las proteínas destinadas específicamente a ese aminoácido, teniendo como consecuencia tipos de desnutrición, según el aminoácido faltante (Wu, 2009). En las siguientes páginas indagaremos en dos aminoácidos importantes que deben estar presente como nutrientes en la infancia, los cuales son el triptófano y ácido glutámico.

### 8.6.1 Triptófano

Como señala Ibáñez (2009) en la dieta, el aminoácido llamado triptófano tiene un rol particular, en el que se desempeña como modulador del apetito y a su vez de la saciedad, y está directamente relacionado a otras funciones básicas del ser humano como lo es la sensibilidad a dolor, sueño, regulado de presión y/o alteraciones en la conducta. También es precursor de metabolitos como niacina, serotonina, melatonina y quinurenina sustancias que ejercen influencia en cómo se comporta el organismo, estrés, periodos de sueño y estados de ánimo, además en el consumo de alimentos, interfiriendo en la reducción del estrés oxidativo (Firk & Markus 2009; Myint y cols., 2012). Cuando el triptófano está en proceso de ser absorbido a nivel gastrointestinal, tiende a distribuirse por todos los tejidos, para luego transitar a las membranas celulares, las cuales retienen entre un 10%-20% de forma libre, el resto es distribuido al cerebro para ser sintetizado (Cubero, 2005). Al ser un neurotransmisor, puede regular el estado afectivo de las personas, por lo tanto, si padecemos concentraciones bajas a nivel cerebral se pueden desarrollar enfermedades psiquiátricas, como ejemplo; ansiedad y depresión (Shaw, Turner y del Mar, 2008). Los niveles en la sangre de triptófano dependen de la dieta a consumir, particularmente si la persona tiene ingesta de macronutrientes como los carbohidratos y proteínas, si es así la absorción se ve incrementada (Fernstrom y Wurtman, 1972). La concentración en el sistema nervioso central obedece a el cálculo dietético, produciéndose un ritmo circadiano (Alcalde, 2011). Algunos beneficios que genera este neurotransmisor se producen en su conversión al neurotransmisor serotonina o como resultado final de este trayecto metabólico, la hormona melatonina la cual ocasiona efectos antidepresivos, regula la vigilia o sueño, beneficia el sistema inmunológico y es antioxidante (Paredes *et al.*, 2007). Se realizó un artículo donde Silber y Schmitt (2010) realizan un resumen de distintos estudios realizados para comprobar una mejora de trastornos del sueño cuando se consume triptófano. Los conocimientos mencionados anteriormente hacen pensar que una dieta deficiente en nutrientes esenciales puede afectar directamente en la concentración de niveles de serotonina en el cerebro, comportándose como factor de riesgo para desarrollar enfermedades mentales y otros trastornos. La ingesta de este aminoácido según FAO/OMS (1985) se detalla por rango de edad en la siguiente tabla.

**Tabla N° 7: Cantidad recomendada de triptófano.**

Aminoácidos	Infantes (3-4 meses) <i>(ref. 12)</i>	Niños (2 años) <i>(ref. 82, 83)</i>	Escolares (10-12 años) <i>(ref. 12) (ref. 86)</i>		Adultos <i>(ref. 12)</i>
Histidina	28	?	?	?	[8-12]
Isoleucina	70	31	30	28	10
Leucina	161	73	45	44	14
Lisina	103	64	60	44	12
Metionina + cisteína	58	27	27	22	13
Fenilalanina + tirosina	125	69	27	22	14
Treonina	87	37	35	28	7
Triptófano	17	12.5	4	3.3	3.5
Valina	93	38	33	25	10
Total aminoácidos esenciales	714	352	261	216	84

**Fuente: FAO (1985)**

### 8.6.2 Ácido glutámico (GLU)

El ácido glutámico es un aminoácido muy abundante de la naturaleza, y es material constitutivo de varias proteínas vegetales y animales; estando presente en alimentos consumidos desde la antigüedad por el ser humano y animales, tales como tomates, carnes, espárragos, pescados, salsa de soya entre otros (Amaya et al., 2013). Se estima que una persona en su dieta ingiere unos 28g de GLU aproximadamente, sumado a esto las células del organismo producen de forma interna alrededor de 50g durante un día, por lo cual este aminoácido es considerado un nutriente no esencial (Newsholme et al., 2003). El ácido glutámico actúa como neurotransmisor con función excitatoria, siendo uno de los más abundantes en el sistema nervioso central de mamíferos, cabe destacar que colabora en la mayoría de las funciones cerebrales significativas, como la memoria, la cognición y el aprendizaje (Headley y Grillner, 1990). El ácido glutámico lleva a cabo su función través de receptores especializados de glutamato, los cuales se ubican en las

células, particularmente en membranas plasmáticas. De modo que, la concentración de este ácido en el medio extracelular es lo que define el grado de estimulación en los receptores. El mantener una concentración baja de glutamato a nivel extracelular es relevante por variadas razones: una de ellas es que para que la transmisión de la señal sináptica sea efectiva el medio debe estar exento de interrupciones. Por el contrario, en altas concentraciones, este neurotransmisor es dañino, capaz de ocasionar la muerte de neuronas (Choi, 1992). Cuando su consumo es mayor que la requerida para la producción de la proteína, el excedente se utiliza como fuente de energía. (Monge y Quijano, 2002). En la siguiente tabla se puede observar cuánto ácido glutámico tiene un yogurt.

**Tabla N° 8: Muestra de ácido glutámico en el yogurt.**

Aminoácidos					
Alanina [mg]	154,00	Glicina [mg]	88,00	Prolina [mg]	428,00
Arginina [mg]	108,00	Histidina [mg]	90,00	Serina [mg]	224,00
Ac. aspártico [mg]	286,00	Isoleucina [mg]	197,00	Tirosina [mg]	182,00
Ac. glutámico [mg]	707,00	Leucina [mg]	365,00	Treonina [mg]	148,00
Cistina [mg]	33,00	Lisina [mg]	324,00	Triptófano [mg]	21,00
Fenilalanina [mg]	197,00	Metionina [mg]	106,00	Valina [mg]	299,00
		Hidroxiprolina [mg]	0,00		

Fuente: FAO (2018)

## 8.7 Minerales

Los seres humanos están compuestos por un sin número de micronutrientes que permiten la realización de una serie funciones metabólicas. Dentro de ellos encontramos a los minerales, los cuales participan en directamente en el desarrollo cognitivo, por lo que es necesario mantener una ingesta equilibrada y adecuada para cada rango etario. Actualmente según diversos estudios científicos se han relacionado como minerales esenciales para el neurodesarrollo al Calcio, Zinc y Hierro entre otros.

### 8.7.1 Calcio

El calcio es el micronutriente más abundante del organismo, representa el 2,24% del peso corporal libre de grasa. Está involucrado en diversos procesos biológicos como: *“la permeabilidad de membranas, excitabilidad y conducción nerviosa, contracción muscular, actividad de enzimas celulares, equilibrio de líquidos, minerales y PH corporales, mecanismos de secreción glandular y hormonal, coagulación y formación de hueso y diente”* (Fernández A. et al, 2011). Al cumplir múltiples funciones en el organismo, es necesario mantener un nivel constante y preciso de mineral.

La FAO (1995) es la institución que dictamina cuales son los rangos de ingesta de este mineral durante la vida, para un estudiante entre los siete a nueve años el consumo de este de calcio debería estar entre los 700 mg. al día (ver tabla N° 5).

Los autores Ortega et al., en el año 2012, realizaron una investigación cuyo fin tenía valorar la ingesta de calcio y sus fuentes en un muestra representativa de 903 escolares de 7 a 11 años de 10 provincias de España, se registró el consumo de este nutriente durante tres días consecutivos incluyendo el domingo y se comparó su aporte nutricional con las ingestas recomendadas, como resultado se obtuvo que un 76,7% de niños presentaban una ingesta menor a lo recomendado para su rango etario (Ortega et al, 2012).

Dentro de la dieta alimenticia el calcio se obtiene de diversos alimentos como: los lácteos (leche, yogurt, queso), las verduras (col rizada, brócoli, repollo chino), los pescados con huesos blandos comestibles (sardinas enlatadas y salmón) y ciertos cereales. Sin embargo, la biodisponibilidad de este mineral se ve afectada al consumirse con alimentos altos en ácido oxálico y ricos en fitatos, en cambio su absorción será adecuada si se consume con alimentos altos en vitamina D. En la siguiente tabla se

detalla cuanto es el aporte de este nutriente según cada alimento consumido en una porción de 100g (Cabo T., Alentado N., Dalmau J., 2008):

**Tabla Nº 9: Alimentos apropiados para escolares y adolescentes.**

<b>Alimentos apropiados para escolares y adolescentes: contenido medio de vitamina D y calcio en 100 g de porción comestible</b>			
		<i>Calcio (mg)</i>	<i>Vitamina D (UI)</i>
Cereales	Arroz inflado chocolateado	34,5	112
	Arroz inflado tostado	–	168
	Integrales All Bran®	8,8	124
	Copos maíz tostados	–	170
	Copos Special K®	–	332
	Maíz inflado con miel	3,52	179
	Trigo inflado con miel	–	168
Bollería y pastelería	Bizcocho de chocolate	75	98
	Magdalenas	82	80
Lácteos y derivados	Batido de cacao	119	12
	Flan de huevo	86	16
	Leche con calcio y vitamina D	128-140	30-32
	Nata pasteurizada	75	24
	Yogures de sabores	133	25
Huevos	Gallina (entero)	56,2	70
	Gallina (yema)	140	240
Aceites y grasas	Hígado de bacalao	1	8.400
	Mantequilla	15	30-32
	Margarina	8	320
	Mayonesa comercial	16	40
Carne	Hígado	8-12	48-88
Pescado fresco	Anguila	18	196
	Bonito-arenque-atún	35-20-38	800-900-1.000
	Caballa, jurel, palometa	17-25	640
	Boquerón-sardina-salmón	28, 2-50, 4-21	280-320

Moluscos y crustáceos	Langostinos	120	720
Conservas de pescado	Anchoas en aceite	273	472
	Arenque ahumado-salado	60-20	940-1.600
	Atún, bonito, caballa en aceite	27, 7-28, 8-40	952-1.000
	Atún, bonito, caballa en escabeche	21	800
	Salmón ahumado	66	800
	Sardinas en aceite, escabeche o tomate	314-30-390	328-280-392
Salsas	Mostaza	84	400

Tomada de Mataix Verdú y Mañas Almendros. *Tabla de composición de alimentos españoles*, 3.ª ed. Universidad de Granada, 1998.

Fuente: Cabo T., Alentado N., Dalmau J. (2008)

Un adecuado consumo de este micronutriente permite un buen desarrollo y funcionamiento del organismo durante toda la vida. Sin embargo, un consumo excesivo de este mineral puede ocasionar una serie de complicaciones e inhibir la absorción de otros minerales involucrados en el desarrollo cognitivo, como el zinc y hierro.

### 8.7.2 Zinc

Es un micronutriente que se encuentra concentrado en las vesículas sinápticas de las neuronas glutaminérgicas contenedoras de zinc, posee una bomba y un transportador específico denominado zinc tipo 3 (ZnT-3), el cual se encuentra ubicado en las membranas de estas vesículas (Restrepo C. et al, 2016). Este micronutriente al enlazarse a los residuos de los aminoácidos histidina y cisteína de algunas proteínas, permite la adecuada conformación de “dedos de zinc”, los cuales operan como zonas de unión a ácidos nucleicos, proteínas y lípidos, consiguiendo desempeñar funciones biológicas, involucradas con el crecimiento celular, desarrollo sexual, crecimiento neuronal, memoria, emociones y función cognitiva.

El zinc se encuentra distribuido en el cerebro en un 80% de forma inactiva al estar unido a proteínas transportadoras y un 20% de forma libre entre el espacio interneuronal y dentro de las neuronas glutaminérgicas. Al ser uno de los minerales esenciales dentro del metabolismo y desarrollo cognitivo, es necesario mantener un consumo adecuado y equilibrado, dentro de los alimentos que proporcionan abundantes cantidades de este mineral encontramos aquellos de origen animal (Restrepo C. et al, 2016). En la siguiente tabla se detalla el aporte de Zinc que entrega cada alimento, por cada 100g consumidos.

**Tabla Nº 10: Fuentes nutricionales de ZINC.**

Alimentos	Cantidad
Carnes de vacuno o porcino	2.9–4.7 mg/100g
Pollo	1.8-3.0 mg/100g
Pescados y mariscos	0.5–5.2 mg/100g
Productos lácteos como leche y queso	0.4–3.1 mg/100g
Vegetales y cereales integrales (	0.5–3.2 mg/100g
Frutos secos	2.9–7.8 mg/100g

Fuente: Elaboración Propia

La FAO (1995) recomienda una ingesta diaria para niños de siete a nueve años 11,3 mg diarios. Cabe destacar que la “*biodisponibilidad y absorción del zinc en la dieta se establece por la relación molar fitato/zinc, que cuando es superior a 20 se asocia con mala absorción de este micronutriente*” (Restrepo C. et al, 2016).

En cuanto a las investigaciones sobre el zinc, existe un estudio realizado por Sandstead y otros en el año 1998 (Salgueiro M. et al, 2004 ), referido al efecto de la repleción de zinc sobre el redimiendo neuropsicológico y el crecimiento, la muestra estuvo compuesta por de un grupo de 740 niños chinos entre 6 a 9 años, de localidades

urbanas y rurales con distinto estrato económico, los cuales fueron divididos en tres grupos: al primero grupo se le administro 20 mg/días de zinc, al segundo grupo de le administro 20 mg/días de zinc más micronutrientes y al tercero grupo se le administro solo nutrientes. Para evaluar se utilizó la batería de prueba neuropsicológicos *Cognition Psychomotor Assessment System-Revised* (CPAS-R), los resultados revelaron que el segundo grupo presentó una considerable mejora en la memoria de reconocimientos, el razonamiento y la función psicomotora; y que el primer grupo mejoró la atención, la percepción, el razonamiento y la función psicomotora.

Existe otro estudio realizado en el año 2000 por Penland y otros (Salgueiro, M. et al. 2004), en el cual se evaluó “*el posible beneficio de una suplementación de corta duración en niños mexicano-americanos de entre 6 y 9 años con riesgo de padecer deficiencia de zinc por dieta habitual con alto contenido de fitato*”. Se administró en 5 días por 10 semanas 20 mg de zinc, 24 mg de hierro más otros micronutrientes y un grupo con placebo. La evaluación fue realizada con batería de tests del CPAS-R y los resultados obtenidos arrojaron una significativa mejoría en cuanto al razonamiento en la muestra que se administró una suplementación con zinc más otros micronutrientes.

**Tabla N° 11: Estudios que relacionan la suplementación nutricional con zinc con mejoras en el desarrollo cognitivo.**

Referencia	Población estudiada	Suplementación con zinc	Resultado de la evaluación cognitiva
(44)	150 neonatos. En Chile.	5 mg/día de zinc	Mejóro su desarrollo mental y moto ro evaluado a los 6 y 12 meses de edad mediante la escala II de Bayley
(45)	400 jóvenes con Déficit de Atención y Trastorno de Hiperactividad (ADHD). En Turquía.	150 mg/día sulfato de zinc (equivalente a 40 mg de zinc) durante 12 semanas	El zinc mejoro los síntomas de hiperactividad, impulsividad y manejo social de los jóvenes con ADHD. Evaluado mediante la escala ADHD, la escala de evaluación de Conners para docentes adaptada para Turquía, y la escala para padres de DuPaul
(46)	114 niños entre 9 y 30 meses. En Jamaica	10 mg/día zinc durante 6 meses	La suplementación con zinc mejora la coordinación ojo mano en los niños determinada mediante la escala de Desarrollo Mental de Griffith.
(47)	387 adultos entre 55 y 87 años. En Italia- Francia.	15 o 30 mg/día de zinc	Con 3 y 6 meses de suplementación, mejoró memoria visual, atención y tiempo de reacción, evaluados mediante el test neuropsicológico de Cambridge
(48)	163 neonatos 87 grupo experimental. En Cuba.	10 mg/día durante 6 meses	Se observó un aumento en el desarrollo psicomotor de los niños suplementados con zinc durante los primeros 6 meses de vida, medido con la escala de Bayley
(49)	36 escolares entre 6 a 9 años. En Brasil.	5 mg /día de zinc durante tres meses	La suplementación con zinc mejoró capacidades cognoscitivas específicas, determinadas mediante la escala de Inteligencia Wechsler -Niños (WISC-III)

Fuente: Restrepo, C, et al. (2016).

Tal como lo demuestran estos estudios e investigaciones científicas sobre la relevancia del zinc en el organismo, se puede concluir que la deficiencia de este micronutriente puede afectar en un niño de entre 6 a 9 años el desarrollo motor, el desarrollo cognitivo (atención y memoria) y la conducta neuropsicológica. Sin embargo, una ingesta excesiva de este mineral puede generar diversas complicaciones, como el inhibir la absorción de otros minerales como el hierro.

### 8.7.3 Hierro

Este mineral imprescindible para el ser humano es uno de los oligoelementos más abundante dentro del organismo. Cumple una serie de funciones como: el transporte y

almacenamiento de oxígeno, por medio de la hemoglobina; en la síntesis del ADN, formando parte del funcionamiento de numerosas enzimas. En el sistema nervioso el hierro está involucrado en los siguientes procesos: degradación, síntesis y almacenamiento de neurotransmisores (serotonina, dopamina y ácido gammaaminobutírico); además de influir en el proceso de mielinización, dado que el oligodendrocito que produce mielina contiene mayoritariamente hierro (Toxqui *et al.*, 2010).

Según estos autores dentro de la dieta alimentaria podemos encontrarlos de dos formas: hemo y no hemo, las cuales son absorbidas en el duodeno. Sin embargo, solo un 10% de su ingesta es captado en este tramo y el 90 % restante llega al colón y es secretado por medio de heces. El hierro hemo se halla en productos de origen animal, presenta una absorción del 20-35%. El hierro de forma no-hemo se encuentra en alimentos de origen vegetal (cereales, verduras, frutas y legumbres) y animal, su absorción en el organismo es muy baja, ya que intervienen otros micronutrientes. Dentro de los nutrientes que aportan una mejor biodisponibilidad de este mineral en el organismo encontramos la vitamina C y los ácidos grasos. Por otra parte, existen otros minerales que, al ingerir de manera excesiva, como el zinc y calcio, provocan el efecto contrario disminuyendo su biodisponibilidad.

La deficiencia de este mineral en el organismo puede ocasionar una serie de complicaciones como la deficiencia de hierro (DH) y la anemia ferropénica (AF). El autor Grantham (Cadavid M., 2009) menciona que gran parte de los estudios relacionados con DH y AF están asociados a retraso en desarrollo motor, cognitivo y dificultades conductuales, que persisten durante el tiempo, aunque haya sido tratado con una suplementación del mineral. Para la OMS la anemia es una enfermedad que afecta a nivel mundial, y estima que en países en desarrollo un 48% de niños entre 5 a 14 años padecen esta enfermedad (Forrellat, M. 2017). Por lo que el consumo de hierro en las diversas etapas del desarrollo es crucial para un adecuado desarrollo cognitivo.

Los autores Moreiras L. *et al.*, (2010) realizan un estudio sobre cual sería la adecuada ingesta de hierro según rangos etarios y sexo, de dicho estudio sean extraído las cantidades sugeridas para niños y niñas, las cuales son presentadas en la siguiente tabla:

**Tabla Nº 12 Ingestas recomendadas de hierro.**

<i>Categoría</i>	<i>Ingesta Recomendada (IR)<sup>14</sup></i>	
	<i>Edad (años)</i>	<i>Hierro (mg/día)</i>
Niños/niñas	0,0-0,5	7
	0,5-1	7
	1-4	7
	4-6	9
	6-10	9

**Fuente: Toxqui, L. et al (2010)**

La ingesta de este mineral a lo largo del desarrollo humano es imprescindible, dado las diversas funciones que cumple en el metabolismo y en sistema nervioso, sin embargo, para que su biodisponibilidad se adecuada requiere de la ingesta de otros nutrientes como las vitaminas y ácidos grasos.

## 8.8 Vitaminas

Las vitaminas junto con otros micronutrientes son catalizadoras de todos los procesos metabólicos, lo que las transforma en nutrientes indispensables para el ser humano. La gran mayoría de ellas no son elaboradas por el organismo, sino que depende de la ingesta de alimentos, por lo que un consumo de alimentos variado garantiza en general un aporte adecuado de vitaminas. Estos nutrientes son muy sensibles a la manipulación de los alimentos como el calor, la oxidación y variados procesos químicos, lo cual puede provocar que las vitaminas se transformen en productos inactivos.

Las vitaminas se clasifican según su comportamiento frente al agua en hidrosolubles y liposolubles. Esta división proporciona las características de cada vitamina, lo que permite asociar cuales influyen en el desarrollo cognitivo. Los autores Horacio González y Silvana Visentin (2016) identifican que las vitaminas que están directamente involucradas en el neurodesarrollo son: vitamina A, algunas vitaminas del complejo B, vitamina C, vitamina D y E.

Las Vitaminas Liposolubles son aquellas que no se disuelven en un medio acuoso, dentro de esta división las que influye directamente el desarrollo cognitivo son:

- € **Vitamina A:** Controla la diferenciación neuronal y el patrón de desarrollo del tubo neural. Está involucrada en la plasticidad sináptica, el aprendizaje, la memoria y el sueño.
- € **Vitamina D:** Induce el crecimiento nervioso, promueve el crecimiento de las neuritas e inhibe la apoptosis neuronal hipocámpica. Su ingesta adecuada potencia la absorción de calcio en el organismo. Al existir una deficiencia durante el neurodesarrollo, en edad adulta origina problemas conductuales, de memoria y de aprendizaje.
- € **Vitamina E:** Es un nutriente esencial para el adecuado funcionamiento del sistema nervioso. Conserva la integridad de las membranas celulares y protege de la oxidación a las grasas lipoproteínas de baja densidad.

Las Vitaminas Hidrosolubles son aquellas que se disuelven en un medio acuoso, dentro de esta división las que influye directamente el desarrollo cognitivo son:

- € **Vitamina B1:** Está involucrada en la síntesis y metabolismo de los hidratos de carbono, además participa en la contracción muscular, en la conducción de las señales sinápticas y en la absorción de glucosa en el sistema nervioso central.
- € **Vitamina B6:** Es un cofactor indispensable en el funcionamiento de más de 140 enzimas requeridas para la síntesis, degradación e interconversión de aminoácidos. Por otra parte, es un limitante en la síntesis de dopamina, serotonina, GABA y noradrenalina.
- € **Vitamina B9:** Es fundamental para el crecimiento, dado que esta involucrada en la división celular, en la síntesis de aminoácidos y ácidos nucleicos. Además de ser un cofactor esencial para las enzimas que convierten aminoácidos en óxido nítrico y neurotransmisores como: melatonina, serotonina, dopamina, adrenalina u noradrenalina.
- € **Vitamina B12:** Tiene un rol importante en el metabolismo y el mantenimiento del SNC, dado que es esencial para la preservación de la vaina de mielina y para la síntesis de neurotransmisores.
- € **Vitamina C:** Está involucrada en la modulación de los sistemas colinérgicos, catecolinérgicos y glutaminérgico; en el desarrollo neuronal, ya que influye en la maduración, diferenciación y formación de la mielina. Un déficit de esta vitamina en el organismo durante el desarrollo cerebral ocasiona una disminución en el volumen del cerebro.

Al igual que todos los nutrientes que influyen directamente en un adecuado desarrollo cognitivo, es necesario mantener una dieta equilibrada, la cual aporte significativamente la absorción de vitaminas y otros micronutrientes, respetando las cantidades sugeridas para cada rango etario. Una mala dieta o un bajo consumo de nutrientes durante el neurodesarrollo pueden provocar una serie de dificultades en los estudiantes como en el aprendizaje, conducta, memoria, sueño.

## **8.9 Aprendizaje, memoria y nutrición**

Cuando se habla de nutrición, debemos tener en cuenta la dieta occidental, la cual muchas veces puede no contener el total de las vitaminas y minerales necesarios para un adecuado funcionamiento del organismo. La ingesta de estos sustratos como ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas, minerales o flavonoides presentes en numerosos alimentos se ha relacionado con un menor deterioro cognitivo y riesgo de padecer enfermedades neurodegenerativas. A su vez, la nutrición puede ser un factor determinante en procesos de aprendizaje, como también en funciones relacionadas con la memoria. Recibir una alimentación adecuada puede revertir sucesos perjudiciales a nivel cerebral que ocurren cuando existe una deficiencia de nutrientes. Se hablará de manera general de estos dos importantes procesos que ocurren durante toda la vida pero que durante la infancia toman un papel determinante en la vida de nuestros niños, y cómo algunos de los nutrientes mencionados anteriormente influyen en ellos generando algún efecto o respuesta a nivel cerebral.

### **8.9.1 Aprendizaje y nutrición**

Francisco Mora (2013) define el proceso de aprendizaje como una conducta que es innata, se puede dar de manera consciente o inconsciente y tiene un principal propósito que está ligado a la sobrevivencia. Sin embargo, Hergenhahn & Olson (2003) afirma que el aprendizaje es “un cambio relativamente permanente en la conducta ó en su potencialidad que se produce a partir de la experiencia y que no puede ser atribuido a un estado temporal somático inducido por la enfermedad, la fatiga ó las drogas”. Robbins (1999), añade que el aprendizaje son cambios de la conducta, los cuales puede ser permanentes o no y que se da como una consecuencia de una experiencia vivida. Este proceso ocurre como un mecanismo cerebral que se activa al momento de adaptarse al medio ambiente. La capacidad de aprender se ha vinculado fuertemente con los sustratos Omega-3 y Omega-6. Cuando el omega-6 comienza a estar presente en mayores

cantidades que omega-3, se crea un desajuste en el cerebro que dificulta el aprendizaje. Respecto a lo anterior, perfectamente se puede revertir si se consume DHA en la dieta diaria; Sin embargo, el proceso de aprendizaje y sus respectivas habilidades para realizar tareas relacionada a este, ocurre cuando ambos ácidos grasos están presentes con la proporción suficiente en el cerebro (Coronado *et al.*,2006). Los nutrientes omega-3 son fundamentales para mantener un cerebro sano, así como para una pertinente y rápida conexión neuronal. En virtud de lo mencionado, estos ácidos grasos esenciales ayudarían a reducir el desarrollo de desórdenes como déficit atencional, dislexia, desórdenes del aprendizaje, entre otros. (Montgomery *et al.*,2013). Además, son utilizados para la eficiencia sináptica (Mazza *et al.*, 2007) traducándose esto en una mayor eficiencia en el procesamiento de información (Coronado *et al.*, 2006). Las consecuencias negativas de una dieta rica en grasas saturadas sostenida por largos años, son sumativas y el cerebro empieza a adaptarse a ellas estableciendo una disminución de la capacidad de aprendizaje (Raji C *et al.*, 2010).

### **8.9.2 Memoria y nutrición**

Según Gómez- Pinilla (2011) Las neuronas están cubiertas por una membrana conformada por fosfolípidos, estas cumplen la función de protegerlas y tener un control mediante los receptores que poseen , si por alguna razón las membranas se vuelven rígidas, las conexiones tienden a ser más pausadas, lo cual da paso a que nazca la grasa saturada, que afecta directamente en el aprendizaje y memoria, teniendo como efecto quizás un deterioro cognitivo, daños que pueden ser revertidos con dieta, fármacos y /o deporte .Las vitaminas y minerales , como el selenio que pertenece a la familia de los antioxidantes y en conjunto con aceite omega-3 tienen funciones antiinflamatorias , y ayudan contra el deterioro mental ( Rodríguez y Solano , 2008). El hipocampo es una zona cerebral que está directamente relacionada con la memoria y sus funciones, para que haya una mayor concentración de células en el hipocampo, debemos consumir omega-3. El DHA promueve el desarrollo de los siguientes procesos; sinaptogénesis,

transmisión sináptica glutamatérgica, desarrollo de neuritas y expresión de receptores (Cao *et al.*, 2009). Si hay deficiencia de omega-3, esto puede provocar cambios en la composición de fosfolípidos (Mazza *et al.*, 2007) y a su vez, en el tamaño de las células que componen el hipocampo (Coronado *et al.*, 2006).

## 8.10 Vulnerabilidad

El ser humano frente a diversas situaciones críticas posee la capacidad para afrontar de buena manera, sin embargo, cuando se encuentra inserto bajo diversos factores de riesgo como socioeconómicos, sociales y psicológicos, existe la probabilidad de que manifieste dificultades y consecuencias que no le permitirán sobrellevar o reaccionar de la mejor manera frente a estas situaciones, es decir se encontrarían en un estado de vulnerabilidad. (Espinoza O. *et al.* 2012)

Desde la visión de los derechos del niño, la vulnerabilidad se define como una situación social que dificulta, que pone en riesgo el apropiado desarrollo y futura integración del niño o niña a la sociedad (CHCC, 2008; Chuart, 2008 citado por Ñanculeo, 2014).

El MINEDUC desde el año 2008 incorpora la categoría de alumnos vulnerables con el fin de identificar a la población estudiantil que recibe una asignación financiera especial bajo la “Ley de Subvenciones Escolar Preferencial”. Junaeb es el estamento gubernamental que se encarga de categorizar a los estudiantes chilenos en situación de vulnerabilidad, la cual es definida como *“una condición dinámica que resulta de la interacción de una multiplicidad de factores de riesgo y protectores que ocurren en el ciclo vital de un sujeto, y que se manifiestan en conductas o hechos de mayor o menor riesgo social, económico, psicológico, cultural, ambiental y/o biológico, produciendo una desventaja comparativa entre sujetos, familias y/o comunidades”* (Junaeb, 2018).

Esta entidad gubernamental utiliza el Sistema Nacional de Asignación con Equidad (SINAE) el cual realiza un cruce de información proveniente de diversas instituciones como:

- ∄ Encuestas de Vulnerabilidad Junaeb (se aplica a familias de los estudiantes de NT1, NT2, 1° básico y I Medio).
- ∄ Sistema de afiliación de Salud (FONASA o ISAPRE) entregado por FONASA.
- ∄ Pertenecer a algún programa de la Red SENAME.
- ∄ Pertenecer al Programa Chile Solidario o al Ingreso Ético Familiar.
- ∄ Información de Registro Civil y de Matriculas del MINEDUC etc.

Este cruce de información permite, clasificar a la población vulnerable en 3 prioridades:

- ∄ Primera prioridad: Es el grupo que reúne a los estudiantes con riesgos principalmente socioeconómicos.
- ∄ Segunda prioridad: Es el grupo con menor vulnerabilidad socioeconómica, pero que además presenta riesgos socioeducativos asociados a problemas de rendimiento escolar, asistencia o deserción del sistema educacional.
- ∄ Tercera prioridad: Es el grupo que reúne a estudiantes con menor vulnerabilidad socioeconómica, pero que no presenta problemas como los identificados en la segunda prioridad.

El SINAE además entrega el Índice de Vulnerabilidad Escolar (IVE), el cual se obtiene sumando la cantidad de 1ra, 2da y 3ra prioridad, y dividirlos por la matrícula del nivel educativo.

$$IVE = \frac{1raP + 2daP + 3raP}{Matricula} * 100$$

Esta categorización de vulnerabilidad realizada por el SINAIE Y IVE permite que los estudiantes que se encuentran en esta situación accedan a la posterior entrega de los apoyos específicos que les permitan terminar con éxito sus 12 años de escolaridad (Junaeb, 2018), como Becas de alimentación, de salud, de educación superior, etc.

## **8.11 JUNAEB**

El nacimiento de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (Junaeb) como un organismo estatal data sus inicios desde el año 1920, cuando el estado crea la Ley de instrucción Primaria Obligatoria, la cual velaba por fomentar, masificar la educación y eliminar analfabetismo existente en época, y a la vez crear un organismo que se preocupara de la promoción y organización de los servicios de alimentación escolar de los alumnos de las escuelas públicas. Años más tarde, específicamente en el año 1928, se crea la Dirección General de Educación Primaria y las Juntas Comunales de Auxilio Escolar. Posterior a ello en el año 1953 se consigue unificar la administración de los Servicios de Auxilio Escolar a los estudiantes de las escuelas básicas del país, fundando la Junta Nacional de Auxilio Escolar (Junaeb). Sin embargo, es hasta el año 1964, que se reestructura la organización y la Ley N°15720 le da más atribuciones estableciéndose como una corporación autónoma llamada Junaeb, organismo que comenzó a ampliar su cobertura de alimentación llegando prácticamente al 100 % de las escuelas públicas.

Actualmente Junaeb se ha transformado en el organismo *“responsable de administrar los recursos estatales destinados a velar por los niños, niñas y jóvenes chilenos en condición de vulnerabilidad biopsicosocial, para que ingresen, permanezcan y tengan éxito en el Sistema Educativo”* (Junaeb, 2018).

Desde el año 1980, Junaeb, incorporó la gestión de los programas a entidades privadas, lo cual ha generado una mayor eficacia en su puesta en marcha. Actualmente

este organismo entrega una gran cantidad de becas y programas que apoyan a los estudiantes durante su paso por el sistema escolar, en Educación básica se encuentran:

- € Programa residencia familiar estudiantil y hogares
- € Beca indígena
- € Programa de alimentación escolar
- € Programa de servicios médicos
- € Programa de salud oral
- € Programa habilidades para vida
- € Programa de apoyo psicosocial
- € Programa de útiles escolares
- € Tarjeta nacional estudiantil
- € Yo elijo mi PC

Dentro de todos los programas y becas entregados por Junaeb el que presenta una mayor trayectoria e impacto en el sistema educativo chileno es el Programa de alimentación escolar (PAE), dado que en la actualidad optan a él una gran cantidad de estudiantes pertenecientes a establecimientos municipales y particulares subvencionados.

### **8.11.1 PAE (PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR)**

El programa PAE fue creado por la institución estatal Junaeb, la cual se encarga de otorgar becas beneficiando a un porcentaje de la población que tiene un nivel socioeconómico determinado. Uno de los objetivos del PAE es “garantizar que estudiantes matriculados en establecimientos subvencionados, en los niveles educaciones de pre-básica, básica, media, en jornada diurna-vespertina, en condición de

vulnerabilidad, reciban un servicio de alimentación saludable, variado, nutritivo, inocuo y sabroso, que contribuya con su desarrollo físico y mental, que favorezca y estimule la concentración y aprendizaje necesarios para su desempeño académico” (Junaeb ,2018). Considerando otro de sus propósitos, el programa de alimentación escolar en el fondo busca “contribuir a la permanencia y acceso en el sistema educativo de estudiantes con mayor vulnerabilidad a fin de asegurar la finalización de su ciclo escolar” (Ministerio de Educación, 2013). De esta manera, la finalidad de este plan de alimentación es combatir los niveles de desigualdad entre algunos estudiantes y mejorar las condiciones de aprendizaje en ellos, facilitando la alimentación necesaria, factor determinante tanto en procesos físicos como cerebrales. El agente encargado de validar las normas técnicas del programa es la institución gubernamental MINSAL, supervisando a su vez las exigencias microbiológicas de los ingredientes básicos en programas de alimentación.

#### **8.11.1.1 Justificación del PAE**

El contexto que dio origen a este programa alimenticio fue que, en la década del sesenta, de acuerdo con MINSAL (2000) nuestro país tenía una tasa de desnutrición muy elevada, donde el 37% de los infantes menores de seis años padecía desnutrición y a su vez la tasa de mortalidad infantil, como también, la de retraso del crecimiento llegaba a ser una de las más altas en Sudamérica debido a los factores nutricionales. De esta manera, durante los años posteriores los gobiernos de turno se enfocaron en la creación de numerosos programas nutricionales enfocados en la escolaridad y disminución de la deserción escolar con el fin de que la población escolar subiera cada vez más sus índices de estado de nutrición, otorgando de alguna manera una mejora en la calidad de vida de los infantes. La vinculación con distintos actores educativos e instituciones se debe a políticas estratégicas que el mayor ente educativo MINEDUC busca establecer con el deseo de que los estudiantes chilenos encuentren igualdad de oportunidades manteniéndose en el sistema escolar.

### 8.11.1.2 Dieta en educación básica

El servicio entregado por el programa PAE consiste en que empresas concesionarias, alrededor de 36 pero solo 9 quedan seleccionadas, las cuales se adjudican una licitación por parte de Junaeb, de esta forma se hace cargo de la entrega de la alimentación a los establecimientos municipales y particulares subvencionados. En el caso de los estudiantes que cursan educación básica, la minuta proporciona un desayuno, almuerzo y once dependiendo del tipo de jornada que cumpla el estudiante, además de la condición de vulnerabilidad del establecimiento. El universo de estudiantes a ser atendido es seleccionado a través del organismo SINAIE, cubriendo alrededor de un tercio de la ingesta nutricional diaria de un estudiante (Ministerio de Educación, 2013).

**Tabla N° 13: Calorías requeridas por servicio en las etapas escolares.**

Niveles Educativos	Desayuno	Almuerzo	Total diario	Colación
Transición	200	400	600	200
Ed. Básica	250	450	700	250
Ed. Media	350	650	1000	300

Fuente: Ministerio de Educación (2013)

**Tabla N° 14: Requerimiento calórico referencias por ración para nivel transición y básica.**

Aporte calórico referencial	Recomendación calórica MINSAL 2005	Meta Institucional	Adecuación calórica diaria (*)
<b>Nivel transición: Kinder y Pre Kinder<sup>38</sup></b>			
<b>Desayuno: 200</b> <b>Almuerzo: 400</b> <b>Total día: 600</b> <b>Colación: 200</b>	<b>2 - 5 años</b> H: 1400 Kcal/día M: 1250 Kcal/día	Cubrir 45 -50% de los requerimientos de los preescolares	43% aprox. Total día + Colación: 57%
<b>Nivel Ed. Básica</b>			
<b>Desayuno: 250</b> <b>Almuerzo: 450</b> <b>Total día: 700</b> <b>Colación: 250</b>	<b>6 - 9 años</b> H: 1700 Kcal/día M: 1500 Kcal/día	Cubrir 33% de necesidades nutricionales diarias	41% aprox. Total día + Colación: 55,8%
	<b>10 - 14 años</b> H: 2400 Kcal/día M: 1900 Kcal/día		29,1% aprox. Total día + Colación: 39,5%

Fuente: Ministerio de educación (2013)

Tabla N° 15: Minuta Junaeb escuela municipal región metropolitana.

Fuente. Junaeb (2018).

Colegio : INGLATERRA

Comuna: QUINTA NORMAL

Región : REGIÓN METROPOLITANA

Octubre 2018

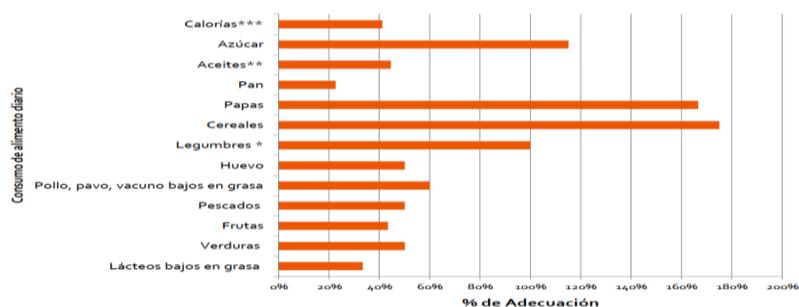
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1 DESAYUNO: GRANOLA I YOGURT DAMASCO (L) I ALMUERZO: CERDO AL JUGO CON CARACOLÉS I COMPOSTA DE MANZANA NATURAL I	2 DESAYUNO: LECHE CHOCOLATE (L) I PAN INT. QUESO LAM I ALMUERZO: CROQUETA DE PESCADO CON ARROZ CON FIDEOS I PAPAGEBOLLA/HUEVO I PERA I	3 DESAYUNO: LECHE FRUTILLA (L) I PAN INT. PALTA I ALMUERZO: BAVAROIS I BETARRIAGA I CHARQUICAN DE VACUNO I	4 DESAYUNO: LECHE CHOCOLATE (L) I PAN JAMON DE PAVO I ALMUERZO: LENTEJAS QUISADAS CON HUEVO MOLIDO I MANZANA I TOMATE/CEBOLLA/ACEITU NA I	5 DESAYUNO: LECHE BLANCA + SABORIZ.FRUTILLA I PAN MERMELADA DUR (L) I ALMUERZO: LECHUGAVATUN I PERA I POLLO ASADO CON PURE MIXTO I	6	7
8 DESAYUNO: LECHE CHOCOLATE (L) I PAN JAMON DE PAVO I ALMUERZO: CROQUETAS DE PESCADO CON ARROZ PERLA I JALEA CON MANZANA (L) I	9 DESAYUNO: LECHE BLANCA + SABORIZ.FRUTILLA I PAN INT. CON HUEVO DURO I ALMUERZO: CARNE AL JUGO CON MOSTACCIOLI I PERA TROZADA I ZANAHORIA ARVEJITAS I	10 DESAYUNO: LECHE CHOCOLATE (L) I PAN PALTA I ALMUERZO: BETARRIAGA I COMPOSTA DE MANZANA NATURAL I POROTOS CON TALLARINES Y CARNE I	11 DESAYUNO: CEREAL AZUCARADO (L) I YOGURT FRUTILLA (L) I ALMUERZO: CHARQUICAN DE AVE I FLAN I TOMATE/CEBOLLA/QUESO I	12 DESAYUNO: LECHE FRUTILLA (L) I PAN INT. QUESO LAM I ALMUERZO: CHURRASCO CON ESPIRALES TRICOLOR I LECHUGAZANAHORIA I PERA I	13	14
15	16 DESAYUNO: AVENA INSTANTANEA I YOGURT DAMASCO (L) I ALMUERZO: FLAN+FRUTA CONS. I PINO ATUN FRIJO CON ARROZ PERLA I	17 DESAYUNO: LECHE CHOCOLATE (L) I PAN INT. PALTA I ALMUERZO: ARVEJITAS/CHOCLO I HUEVO REVUELTO CON GARIACOLITOS EN SALSA I PURE DE FRUTA IND I	18 DESAYUNO: LECHE BLANCA + ESENCIA DE VAINILLA I PAN HUEVO REVUELTO I ALMUERZO: FRUTA EN CONSERVA (L) I PESCADO(F) AL JUGO CON PURE PAPA I	19 DESAYUNO: LECHE FRUTILLA (L) I PAN CON TOMATE Y HIERBAS (OREG) I ALMUERZO: GUISO DE ZAPALITO HUEVO CON CARACOLÉS I PAPAS/CEBOLLA I YOGURT/PLATANO (L) I	20	21
22 DESAYUNO: BARRA DE CEREAL (L) I LECHE BLANCA + ESENCIA DE VAINILLA I ALMUERZO: BAVAROIS + FRUTA CONS. (L) I CROQUETA DE PESCADO CON ARROZ GRANEADO I	23 DESAYUNO: LECHE FRUTILLA (L) I PAN INT. QUESO LAM I ALMUERZO: POLLO ASADO CON MOSTACCIOLI I YOGURT/PLATANO (L) I	24 DESAYUNO: LECHE CHOCOLATE (L) I PAN HUEVO REVUELTO I ALMUERZO: BETARRIAGA/CEBOLLA/PO LLO I MANZANA I POROTOS CON TALLARINES Y CARNE I	25 DESAYUNO: CEREAL AZUCARADO (L) I YOGURT FRUTILLA (L) I ALMUERZO: CHARQUICAN VERDURAS CHURRASCO I PEPINO I SEMOLA/LECHE+MANZANA (L) I	26 DESAYUNO: BARRA DE CEREAL (L) I LECHE INDIVIDUAL I ALMUERZO: NARANJA I NEG'ARI INDIVIDUAL I SANDWICH QUESO ENVASADO I	27	28
29 DESAYUNO: LECHE FRUTILLA (L) I PAN INT. MARGARINA (L) I ALMUERZO: FLAN+MANZANA I HUEVO REVUELTO CON ARROZ GRANEADO I	30 DESAYUNO: LECHE CHOCOLATE (L) I PAN HUEVO REVUELTO I ALMUERZO: ARVEJITAS/CHOCLO/VATUN I FILETILLO AVE. ARVEJADO CON MOSTACCIOLI I PERA I	31 DESAYUNO: BARRA DE CEREAL (L) I YOGURT DAMASCO (L) I ALMUERZO: BETARRIAGA/CEBOLLA I LENTEJAS QUISADAS CON HUEVO MOLIDO I MANZANA I				

Contextualizando el PAE en una escuela municipal de la comuna de quinta normal, cuyo índice de vulnerabilidad es 77.27%, se puede inferir que el aporte alimenticio que reciben estos estudiantes es por medio de las raciones entregadas por Junaeb. Lo cual, según la tabla anterior suple solamente un 55,8% de sus necesidades nutricionales, quedando así un déficit no menor al 44%. Dado al contexto familiar, social y económico de los educandos esta diferencia no será cubierta en sus hogares.

Al observar la minuta del mes de octubre de la Escuela Inglaterra, se evidencia que en ciertas raciones la preparación de los alimentos no es la adecuada, dado que la combinación de algunos alimentos inhibe la biodisponibilidad de nutrientes específicos, como; La preparación del plato porotos con tallarines y carne. Además, las preparaciones fritas con aceites tradicionales y no a base de canola u oliva, como; croquetas de pescado, impide la absorción de nutrientes como vitaminas, minerales, ácidos esenciales aumentando la ingesta de grasas saturadas.

Otro punto de vista para analizar es el del consumo de alimentos naturales versus alimentos procesados. Según OMS (2018) los alimentos naturales de origen vegetal y animal son aquellos que no contienen ninguna subsustancia añadida (sal, azúcar, grasas, edulcorantes y/o aditivos), y los alimentos procesados son los que están alterados por la adición de sustancias mencionadas anteriormente, lo cual ocasiona un desbalance nutricional. La mayoría de los recursos alimenticios recibidos para la preparación de la minuta, están bajo la clasificación de alimentos procesados, tales como; atún, jurel, palta, compotas, frutas en conserva, verduras en conserva y carne molida.

**Tabla N° 16: Adecuación consumo de alimentos entregados en PAE Ed. Básica comparado con Minsal 2005.**



Fuente: Ministerio de Educación (2013)

Tabla N°17: Estructura alimenticia programa educación básica comparación Minsal (2005).

Alimentos	Frecuencia Exigida en 5 días JUNAEB D + A	Frecuencia diaria G. Alimentarias Escolar 6 - 9 años	Cantidad exigida JUNAEB D + A	Cantidad G. Alimentarias Niños / Niñas 6 - 9 años
Lácteos bajos en grasa	4 - 5 v/s	Diaria	200 cc	600 cc
Verduras: ensaladas	2 v/s	Diaria	50 - 70 gr.	100 gr.
Verduras: acompañamientos	1 v/s		150 gr.	
Frutas	2 v/s	Diaria	65 - 130 gr.	300 gr.
Pescado	1 v/s	2 v/s	60 gr.	120 gr.
Pollo, pavo o vacuno bajo en grasa	1 - 2 v/s	2 v/s	60 - 70 gr.	100 gr.
Legumbres	1 - 2 v/s	2 v/s	Sin info.	50 gr.
Huevos	1 v/s	2 - 3 v/s	25 - 50 gr.	50 gr.
Cereales o pastas	3 v/s	4 - 5 v/s	60-70 gr.	40 gr.
Papas	1 v/s		200-250 gr.	150 gr.
Pan (incluye cereales, galletón)	5 v/s	Diario	45 gr.	200 / 150 gr
Aceites	5 v/s	Diario	Sin info.	45/ 38 cc
Azúcar	5 v/s	Diaria	23 gr.	20 gr.
Agua	5 v/s	Diaria	Sin inf.	1,5 - 2 lt
Aporte calórico diario aprox.			700 Kcal.	1700 / 1500 Kcal.

Fuente: Ministerio de Educación (2013)

Desde sus inicios el foco principal del PAE estaba dirigido hacia la disminución de la desnutrición de alumnos en situación de vulnerabilidad, hoy en día el interés se torna a combatir la obesidad infantil. Según un informe de la comisión para acabar con la obesidad infantil de la Organización Mundial de la Salud, dirigido por el *Imperial College*

de Londres (OMS, 2017), *“La prevalencia de la obesidad entre los lactantes, los niños y los adolescentes van en aumento en todo el mundo. La obesidad puede afectar a la salud inmediata de los niños, al nivel educativo que puede alcanzar y a la calidad de vida”*. Por consiguiente, las raciones están elaboradas en base a número determinado de calorías con el fin de controlar la alimentación saludable de los estudiantes. Sin embargo, al comparar la ingesta de alimentos recomendada por el MINSAL (2005) para estudiantes entre seis a nueve años y Junaeb, existe una brecha considerable entre uno y otro. Junaeb consigue entregar alrededor de 700 calorías al día mientras que MINSAL recomienda el consumo de 1500 a 1700 calorías aproximadamente.

Al realizar una revisión general sobre los nutrientes que se obtienen de la dieta alimenticia otorgada por Junaeb (ver en tabla N° 16), se puede constatar que, debido a la preparación de algunos alimentos, al tipo de alimento (procesados) y al alto consumo de carbohidratos, se obtiene una baja absorción de nutrientes esenciales para el desarrollo cognitivos de los estudiantes chilenos. Un ejemplo claro es el pescado, el cual es rico en ácidos esenciales, proteínas y minerales, pero al ser cocinado con aceite común, frito o se le añade preservantes para una mayor duración (enlatados) este pierde la mayoría de sus nutrientes convirtiéndose así en un alimento inocuo para un adecuado neurodesarrollo.

## 9.

### Resultados

- El concepto de nutrición puede definirse (Grande, 1984) como una serie de procesos a través de los cuales el ser humano absorbe, ingiere, emplea y modifica

las sustancias que se hallan fundamentalmente en los alimentos , cumpliendo con cuatro objetivos ; entregar energía para mantener funciones vitales , colaborar en la entrega de sustratos con el propósito de formar y reparar estructuras corporales , disminuir el riesgo de enfermedades y aportar sustancias necesarias para controlar procesos metabólicos.

- En cuanto al desarrollo cognitivo del ser humano, Piaget plantea que ocurre por medio de etapas, en las cuales el sujeto va construyendo de forma activa el conocimiento del mundo que lo rodea utilizando aquellos conocimientos que ya posee y a la vez interpretando los nuevos sucesos y objetos que se le presentan. Este autor dividió este desarrollo en cuatro etapas (estadios) relacionadas a un rango etario, en las cuales el pensamiento del menor presenta características propias que las diferencian de las otras, provocando transformaciones en el cómo se organiza el conocimiento. Los estudiantes entre seis a once años se encuentran en el estadio de operaciones concretas.
- Durante la creación del estado del arte, se constata una directa relación entre nutrición y desarrollo cognitivo, ya que, al existir una deficiencia nutricional o trastornos relacionados a la ingesta de nutrientes como vitaminas, minerales y / o ácidos grasos durante momentos críticos del desarrollo cerebral pueden afectar la función neurológica en las etapas siguientes de la vida. Disponer de una dieta carente en un componente nutricional, significa tener un déficit constante de un nutriente, además el rol de los nutrientes no es solo a nivel individual, sino más bien actuar de forma combinada en el desarrollo y funcionamiento del cerebro (Escolano-Margarit y Campoy, 2015).
- Luego de hacer un estudio bibliográfico sobre cuáles son los nutrientes esenciales que influyen en el desarrollo cognitivo del infante, se puede establecer que para un adecuado desarrollo cognitivo es necesario consumir dentro de la dieta alimenticia los siguientes nutrientes:

- Minerales: Zinc y hierro.
- Ácidos grasos esenciales: Omega-3 y Omega-6
- Vitaminas: B12 y C.
- Aminoácidos: Triptófano y Ácido Glutámico.

Al existir una deficiencia nutricional o trastornos relacionados a la ingesta de nutrientes como vitaminas, minerales y / o ácidos grasos durante momentos críticos del desarrollo cerebral pueden afectar la función neurológica en las etapas siguientes de la vida. Disponer de una dieta carente en un componente nutricional, estará predispuesta a ser escaso, también en otros, y el rol de los nutrientes no es solo a nivel individual, sino más bien actuar de forma combinada en el desarrollo y funcionamiento del cerebro (Escolano-Margarit y Campoy, 2015).

- El desarrollo cognitivo se ve afectado por un sin número de factores, sin embargo, la nutrición juega un rol fundamental dado que la ingesta de los alimentos se obtendrá diversos nutrientes esenciales para este proceso. Según Moreno (2004) La nutrición es determinante en el neurodesarrollo, ya que la mielinización requiere de un consumo equilibrado de hierro, zinc y ácidos grasos esenciales.
- Cuando se habla de nutrientes esenciales debemos tener en cuenta que todos influyen en la biodisponibilidad dentro del organismo, ya sea permitiendo la absorción o inhibición entre ellos al momento de ser consumidos. Por ende, se necesita una dieta balanceada, que entregue la mayor cantidad de nutrientes con el fin de evitar un déficit en el neurodesarrollo. En las últimas décadas, diversas investigaciones han demostrado la importancia de los ácidos grasos esenciales. Su relevancia radica en el funcionamiento cerebral, puesto que el cerebro está compuesto alrededor de un 60 % en masa de grasa (Chang et al., 2009). Por otra parte, está comprobado que concentraciones elevadas de omega 3 intensifican la fluidez de las membranas, lo que incrementa el transporte de serotonina (Mazza

et al., 2007). A su vez, los ácidos grasos esenciales son un elemento constituyente en la mielinización, formación de hormonas y membranas (Moreno, 2004).

- Durante el neurodesarrollo, estos nutrientes participan de manera activa en diversos procesos. Los que tienen mayor relevancia son; aprendizaje, memoria, sueño y conducta. La capacidad de aprender se ha vinculado fuertemente con los sustratos Omega-3 y Omega-6. Cuando el omega-6 comienza a estar presente en mayores cantidades que omega-3, se crea un desajuste en el cerebro que dificulta el aprendizaje. Respecto a lo anterior, perfectamente se puede revertir si se consume DHA en la dieta diaria; Sin embargo, el proceso de aprendizaje y sus respectivas habilidades para realizar tareas relacionada a este, ocurre cuando ambos ácidos grasos están presentes con la proporción suficiente en el cerebro (Coronado *et al.*, 2006). El DHA promueve el desarrollo de los siguientes procesos; sinaptogénesis, transmisión sináptica glutamatérgica, desarrollo de neuritas y expresión de receptores (Cao et al., 2009). El hierro está involucrado en los siguientes procesos: degradación, síntesis y almacenamiento de neurotransmisores (serotonina, dopamina y ácido gammaaminobutírico); además de influir en el proceso de mielinización, dado que el oligodendrocito que produce mielina contiene mayoritariamente hierro (Toxqui *et al.*, 2010).

Actualmente FAO es el departamento que busca asegurar una adecuada nutrición a la sociedad, entregando parámetros de ingestas diarias para cada nutriente. En cuanto al consumo diario de DHA más EPA (Omega-3), este debe ser alrededor de 150 mg/día en escolares y lactantes (FAO/OMS, 1997). Además, recomienda una ingesta diaria de triptófano debe ser 12, 5mg en niños de dos a nueve años y de diez a doce años 4mg. En la siguiente tabla, FAO especifica la ingesta de otros nutrientes esenciales según rango etario.

**Tabla N° 18 Ingesta de nutrientes.**

Sexo/edad	Peso	Energía	Proteínas	Calcio	Hierro	Zinc	Vit. A ER	Vit. C	Folato EFD
	Kg	kcal	g	mg	mg	mg	mcg	mg	mcg
<b>Ambos sexos</b>									
0-6 meses	6,0	525	16,2	400	0 <sup>a</sup>	1,1	375	25	80
6-11 meses	8,9	710	19,6	400	9	0,8	400	30	80
1-3 años	12,1	1.025	19,3	500	6	8,3	400	30	160
4-6 años	18,2	1.350	27,3	600	6	10,3	450	30	200
7-9 años	25,2	1.700	36,7	700	9	11,3	500	35	300
<b>Niñas</b>									
10-18 años	46,7	2.000	56,0	1.300	14/32 <sup>b</sup>	15,5	600	40	400
<b>Niños</b>									
10-18 años	49,7	2.400	57,5	1.300	17	19,2	600	40	400

Fuente: FAO (1995)

- En Chile, el organismo encargado de supervisar la alimentación de los estudiantes es el MINSAL el cual, a su vez, faculta al Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile (INTA) a realizar estudios, evaluaciones y determinar según los resultados cuáles son las ingestas alimenticias recomendadas. Posterior al análisis de la investigación, este organismo gubernamental otorga guías y tablas alimentarias comparativas, entre las diversas instituciones encargadas de entregar servicios de alimentación estudiantil. Sin embargo, tras la revisión bibliográfica de este estado del arte, no se tuvo acceso a información y tablas específicas referentes a nutrientes esenciales involucrados al desarrollo cognitivo. Solo se recopiló tablas enfocadas a la ingesta calórica de los estudiantes.
- Al realizar una revisión general sobre los nutrientes que se obtienen de la dieta alimenticia otorgada por Junaeb (ver en tabla N° 16), se puede constatar que, debido a la preparación de algunos alimentos, al tipo de alimento (procesados) y al alto consumo de carbohidratos, se obtiene una baja absorción de nutrientes

esenciales para el desarrollo cognitivos de los estudiantes chilenos. Un ejemplo claro es el pescado, el cual es rico en ácidos esenciales, proteínas y minerales, pero al ser cocinado con aceite común, frito o se le añade preservantes para una mayor duración (enlatados) este pierde la mayoría de sus nutrientes convirtiéndose así en un alimento inocuo para un adecuado neurodesarrollo.

- Al revisar la minuta entregada por Junaeb, se puede observar que los alimentos utilizados en su mayoría son fuente de nutrientes como calcio, hierro y vitaminas. Sin embargo, se puede detectar que existe un déficit considerable de omega-3, zinc y vitamina B12. Esto ocurre por factores que inciden en su preparación y conservación. Según OMS (2018) los alimentos naturales de origen vegetal y animal son aquellos que no contienen ninguna subsustancia añadida (sal, azúcar, grasas, edulcorantes y/o aditivos), y los alimentos procesados son los que están alterados por la adición de sustancias mencionadas anteriormente, lo cual ocasiona un desbalance nutricional. La mayoría de los recursos alimenticios recibidos para la preparación de la minuta, están bajo la clasificación de alimentos procesados, tales como; atún, jurel, palta, compotas, frutas en conserva, verduras en conserva y carne molida.
- Otro factor determinante relacionado al desarrollo cognitivo es la vulnerabilidad, ya que establece condiciones poco favorables. El ser humano frente a diversas situaciones críticas posee la capacidad para afrontar de buena manera, sin embargo, cuando se encuentra inserto bajo diversos factores de riesgo como socioeconómicos, sociales y psicológicos, existe la probabilidad de que manifieste dificultades y consecuencias que no le permitirán sobrellevar o reaccionar de la mejor manera frente a estas situaciones, es decir se encontrarían en un estado de “vulnerabilidad”. (Espinoza O. et al 2012). El MINEDUC desde el año 2008 incorpora la categoría de alumnos vulnerables con el fin de identificar a la población estudiantil que recibe una asignación financiera especial bajo la “Ley de Subvenciones Escolar Preferencial”. Junaeb es el estamento gubernamental que

se encarga de categorizar a los estudiantes chilenos en situación de vulnerabilidad, la cual es definida como *“una condición dinámica que resulta de la interacción de una multiplicidad de factores de riesgo y protectores que ocurren en el ciclo vital de un sujeto, y que se manifiestan en conductas o hechos de mayor o menor riesgo social, económico, psicológico, cultural, ambiental y/o biológico, produciendo una desventaja comparativa entre sujetos, familias y/o comunidades”* (Junaeb, 2018). Esta categorización de vulnerabilidad realizada por el SINA E Y IVE permite que los estudiantes que se encuentran en esta situación accedan a la posterior entrega de los apoyos específicos como PAE, que les permitan terminar con éxito sus 12 años de escolaridad (Junaeb, 2018).

## **9.1 Discusión de resultados**

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron recopilados en fuentes secundarias basadas en investigaciones, publicaciones, colecciones generales y artículos científicos, además de páginas web institucionales tales como: Junaeb, MINSAL, FAO, INTA Y OMS. Por lo cual este análisis puede ser catalogado como válido y fidedigno al extraer información de carácter confiable.

Dentro de las limitaciones que este estudio nos trajo, en primer lugar, fue la nula cooperación de la institución JUNAEB al no brindarnos la información necesaria para la elaboración de este estado del arte. Lo cual ocasionó que recurriéramos a otros tipos de fuentes, como lo son las secundarias con el fin de completar esta investigación. En segundo lugar, debemos recalcar la poca disponibilidad de información nutricional referente a los alimentos entregados por Junaeb en el programa PAE.

Este estado del arte se construyó especificando la funcionalidad de cada nutriente esencial, la ingesta sugerida y las consecuencias de su déficit en el organismo. Se

organizó la información en tablas con el propósito de comunicar de manera eficiente y clara los resultados de cada apartado.

El proceso utilizado para hacer este estudio se resume en la recopilación de información proveniente de fuentes con credibilidad, donde se citaron autores que tienen una trayectoria importante en temas relacionados con la alimentación, procesos cognitivos en diferentes estadios del ser humano, etapas del desarrollo y otras áreas de interés presentes en rama de la neurociencia. Se consultaron diferentes revistas y sitios de carácter científico que recopilaban una serie de artículos y/o estudios relacionados al tema escogido. Tal como se puede evidenciar en el cronograma adjuntado al comienzo de este trabajo investigativo, la construcción del estado del arte se basó en seguir una serie de pasos que nos permitieron clasificar de la mejor manera la información para posteriormente ordenarla de acuerdo con el avance que iba teniendo el trabajo, para así finalizar con el análisis y conclusión de la pregunta problema.

SOLO USO ACADÉMICO

Esta tesina se enfocó fundamentalmente en analizar si los programas de alimentación proporcionados por JUNAEB entregan los nutrientes necesarios en la etapa escolar inicial. Las conclusiones que se derivan de esta investigación se exponen a continuación.

Luego de realizar una revisión bibliográfica exhaustiva, se consigue dar respuesta a la pregunta problema de esta investigación ¿Existe relación entre los programas de alimentación otorgados por JUNAEB y los nutrientes necesarios que debería ingerir un estudiante para un correcto desarrollo cognitivo, según la etapa de la infancia en que se encuentre? Por medio de la revisión de diversas investigaciones científicas concluye que existe una relación directa entre nutrición y desarrollo cognitivo, ya que si nuestra alimentación no es equilibrada se pueden ver afectados procesos cerebrales significativos teniendo repercusiones a largo plazo. Debemos tener en cuenta la importancia de consumir alimentos ricos en nutrientes esenciales, los cuales no pueden ser sintetizados por el organismo humano y los cuales participan en gran parte de las funciones cerebrales y cognitivas.

En cuanto al objetivo general de esta tesina, dentro de la comunidad científica chilena no existen actualmente investigaciones relacionadas al tema dado que la gran mayoría se enfoca en la cantidad de calorías que aporta la minuta Junaeb y con los nutrientes esenciales para desarrollo cognitivo de los estudiantes. Sin embargo tras la revisión de estudios científicos relacionados con los nutrientes esenciales para un adecuado desarrollo cognitivo y al compararlos con la minuta entregada por Junaeb, se concluye que está no entrega la nutrición necesaria para conseguir un desarrollo cognitivo óptimo.

Con lo que respecta a los objetivos específicos planteados en esta tesina y tras la revisión bibliográfica exhaustiva realizada, se da cuenta que durante las diferentes

etapas del ser humano es necesario mantener una dieta balanceada, sobre todo en las primeras fases del neurodesarrollo.

Tras la información recabada se consiguió determinar que los nutrientes esenciales para un adecuado desarrollo cognitivo son: Ácidos grasos (omega 3 y 6), Minerales (zinc, calcio y hierro), Aminoácidos (ácido glutámico y triptófano) y Vitaminas. Todos ellos poseen un rol fundamental en gran parte de las funciones cerebrales y cognitivas, como conexiones sinápticas, mielinización, síntesis de proteínas, entre tantos otros.

Dentro de los factores externos que influyen en el desarrollo cognitivo, se encuentra la situación de Vulnerabilidad, ya que cuando las familias se encuentran bajo condiciones socioeconómicas no adecuadas y son catalogadas como vulnerables es poco viable mantener una ingesta de algunos de los nutrientes esenciales como omega-3, calcio, zinc, hierro y vitaminas. Al encontrarse en esta situación el estado asume la “responsabilidad” de cubrir la alimentación de los estudiantes durante el periodo escolar.

Al recopilar información sobre la dieta entregada por Junaeb a los estudiantes de primer ciclo base, se concluye que este organismo gubernamental desde sus inicios se enfoca en suplir las calorías necesarias para un buen funcionamiento ser humano durante su etapa escolar, entregando alrededor de 55% de las calorías necesarias, restando importancia al tipo de alimento y nutriente necesario en la etapa en la que se encuentra el estudiante. Puesto que al comparar una de las minutas Junaeb publicadas en su página institucional con las recomendaciones en cuanto a la ingesta semanal de nutrientes esenciales que entrega la FAO, está no entrega la cantidad necesaria para los estudiantes, puesto que el tipo de alimentos, al ser preferentemente alimentos procesados, pierden la mayoría de sus nutrientes al ser conservados de esta manera. Otro punto en contra es la preparación de los alimentos, dado que la combinación de algunos alimentos inhibe la biodisponibilidad de nutrientes, por lo que se concluye que no existe una entrega real de nutrientes esenciales a los alumnos, si no más bien un aporte calórico.

Consideramos que es fundamental que los organismos estatales comprendan la importancia de una buena nutrición en los estudiantes de estratos más vulnerables con el fin de disminuir las brechas en cuanto al aprendizaje. Sugerimos que la rama de la neurociencia sea considerada como una herramienta útil para orientar en la elaboración de programas alimenticios que fortalezcan el neurodesarrollo de estudiantes con alto índice de vulnerabilidad con el objetivo de entregar a todos las mismas oportunidades en el ámbito escolar.

SOLO USO ACADÉMICO

## 11.

### Sugerencias y recomendaciones

- Se recomienda que la institución JUNAEB tenga en consideración darle un enfoque más bien nutricional que calórico al menú presente en el programa PAE, con el propósito de darle mayor calidad al tipo de alimentación que están ingiriendo los alumnos de colegios municipalizados.
- Además, tomar en cuenta la preparación de las minutas, puesto que algunos alimentos combinados con otros pueden perder su función nutricional. De la misma manera, considerar la forma en cómo se cocinan, ya que influye de manera considerable si son cocinados con algún tipo de aditivo, fritos, mantequilla o cualquier otro producto que incida en la conservación de los nutrientes esenciales.
- Tener presente que un gran porcentaje de niños que están recibiendo este beneficio son considerados vulnerables, por ende, se puede inferir que en algunos casos estas son las únicas comidas que reciben durante el día, y que lamentablemente no logran cubrir la totalidad de calorías necesarias para un niño de esa edad afectando así diversos procesos cognitivos.
- Variar el tipo de ingrediente que se utiliza en el menú del programa PAE, aumentar omega 3 considerando semillas, frutos secos, entre otros. Así mismo, con las vitaminas y minerales que son tan fundamentales en el desarrollo cognitivo del estudiante.
- Realizar investigaciones similares que puedan aportar con más evidencia, y como resultado se pueda completar y mejorar el estado del arte que apunta a este objeto de estudio.
- Acudir directamente a las instituciones involucradas para obtener la información necesaria, puesto que por otro medio como es el de correo electrónico u páginas

web no siempre entregan la información exacta o detallada que se requiere para estos casos.

- Indagar sobre el tema de la calidad de los productos o materia prima que se utiliza al cocinar los menús Junaeb. Si la mayoría tiende a ser procesados o existe alguno que sea orgánico. Tener como objeto de estudio qué están consumiendo realmente los alumnos en los colegios que tienen este beneficio estatal.

SOLO USO ACADÉMICO

## 12.

## Bibliografía

Alcalde, A. (2011). *Importancia del sistema serotoninérgico en la fisiopatología intestinal*. Zaragoza: Cometa, S.A.

Amaya J, Morato P, y Da Silva M. (2013) *Presencia del glutamato en alimentos*. Editora Pléiade, Sao Paulo, Brasil. p 91-114.

Aslibekyan S, Wiener HW, Havel PJ, Stanhope KL, O'Brien DM, Hopkins SE, Absher DM, Tiwari HK, y Boyer BB. (2014). *DNA Methylation Patterns are Associated with n-3 Fatty Acid Intake in Yupik People*. *J Nutr*.144:425-30 doi: 10.3945/jn.113.187203.

Beare-Rogers, J., Dieffenbache, A., y Holm, J. (2001). *Lexicon of lipid nutrition*. document.

Birch, E. (2000). *A randomized controlled trial of early dietary supply of long-chain polyunsaturated fatty acids and mental development in term infants*. *Dev Med Child Neurol*. 42(3):174-81.

Bourre, J. M. (2006). *Effects of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: Update on dietary requirements for brain*. Part 2: Macronutrients. *J Nutr Health Aging* 2006; 10: 386-399.

Buonacore, Domingo (1980). *Diccionario de Bibliotecología* (2ª ed.). Buenos Aires, Argentina: Marymar.

Cabo, T., Alentado, N. y Dalmau, J. (2008). *Nuevas recomendaciones diarias ingesta de calcio y vitamina D: prevención del raquitismo nutricional*. Unidad de Metabolopatías y Nutrición, Hospital infantil "La Fe". Valencia.

Cadavid, M. (2009). *Inteligencia, alimentación y nutrición en la niñez: revisión. Perspect Nutr Humana*. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-41082009000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082009000200006) (consulta: octubre 2018).

Campos, A. (2010). *Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en búsqueda del desarrollo humano*. La Educación, Revista digital Recuperado de: <http://kdoce.cl/wp-content/uploads/2017/10/DOC1-neuroeducacion.pdf> (consulta: Octubre 2018).

Campos, A. (2014). *Los aportes de la neurociencia a la atención y educación de la primera infancia*. Lima: Cerbrum. Recuperado de: [http://www.unicef.org/bolivia/056\\_NeurocienciaFINAL\\_LR.pdf](http://www.unicef.org/bolivia/056_NeurocienciaFINAL_LR.pdf) (consulta: noviembre 2018)

Cao, D; Kevala, K ; Kim , J; Moon H; Jun S; Lovinger D; Lovinger K , y Hee Y.(2009). *Docosahexaenoic acid promotes hippocampal neuronal development and synaptic function*. Journal of Neurochemistry. 111(2):510-521.

Carretero, Mario (2001). *Introducción a la psicología cognitiva*. Argentina. Aique.

Catalá, A. (2013). *Five Decades with Polyunsaturated Fatty Acids: Chemical Synthesis, Enzymatic Formation, Lipid Peroxidation and Its Biological Effects*. Journal Of Lipids, (710290), 1-19. doi: 10.1155/2013/710290

Chang, Chia Yu; Ke, Der Shin Chen, y Jen Yin. (2009). *Essential fatty acids and human brain*. Acta Neurológica Taiwanica. 18 (4):231-241.

Choi DW. (1992). *Excitotoxic cell death*. J Neurobiol. 23:1261-1276.

Connor W, E (1996) *Omega-3 essential fatty acids in infant neurological development Backgrounder*. 1:1-6

Craik, F., y Bialystok, E. (2006). *Cognition through the lifespan: mechanisms of change*. Trends In Cognitive Sciences, 10(3), 131-138. doi: 10.1016/j.tics.2006.01.007

Crespo, Nina. *La Metacognición: Las diferentes vertientes de una Teoría*. Revista Signos 2004. Recuperado de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-09342000004800008#well](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-09342000004800008#well) . (Consulta: mayo 2018)

Coronado-Herrera, M.; Vega y León, S; Gutiérrez-Tolentino, R; García-Fernández, B y Díaz- González G. (2006). *Los ácidos grasos Omega-3 y Omega-6. Nutrición, bioquímica y salud*. Revista de Educación Bioquímica. 25(3):72-79.

Cubero, J. (2005). *Triptófano, melatonina y ritmos de actividad /inactividad en animales diurnos y niños lactantes*. Fagocitosis y metabolismo oxidativo.

Davis, J. (1990). *Platelet-derived growth factors and fibroblast growth factors are mitogens for rat Schwann cells*. *The Journal Of Cell Biology*, 110(4), 1353-1360. doi: 10.1083/jcb.110.4.1353

Diamond, M. y Hopson, J. (1999). *Magic Trees of the Mind: How to Nurture Your Child's Intelligence, Creativity, and Healthy Emotions from Birth Through Adolescence*. Plume. New York.

Dombovy, M. (2011). *Introduction: the evolving field of Neurorehabilitation*. *Continuum Lifelong Learning Neurol* 2011;17(3):443-448.

Duffau, H. (2006). *Brain plasticity: from pathophysiological mechanisms to therapeutic applications*. *J Clin Neurosci*. 2006; 13 (9):885-97.

E. Ibáñez Benages. (2009). *Nutrientes y función cognitiva*. 2 (2):3-12. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3092/309226754002.pdf> (consulta: noviembre 2018).

Escolano-Margarit, M., y Campoy, C. (2015). *Nutrición precoz y desarrollo cerebral*. *Mediterraneo Económico*, 27(1698-3726), 41-55. Extraído de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5207066> (consulta: noviembre 2018)

Espinoza O. et al (2012). *Estudiantes vulnerables y sus itinerarios educativos en el sistema escolar municipal en Chile*. Revista Iberoamérica de Educación. Chile. Extraído de: <https://rieoei.org/RIE/article/view/1288> (consulta: noviembre 2018).

FAO/WHO/UNU. (1985). Energy and Protein Requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Technical Report Series no. 724, World Health Organization, Geneva, Switzerland.

FENNEMA, O. (2000). *Química de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1258 p.

Fernández A. y otros. (2011) *Calcio y nutrición* [Internet]. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Pediatría; Disponible en: <http://www.sap.org.ar/docs/calcio.pdf> (consulta: noviembre 2018).

Fernstrom J., y Wurtman R. (1972). *Elevation of plasma tryptophan by insulin in rat*. Metabolism. 21(4).337-42.

Finn RN y HJ Fyhn. (2010). *Requirement for amino acids in ontogeny of fish*. Aquaculture Research 41: 684-716.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1997). Recuperado de [http://www.fao.org/WAICENT/OIS/PRESS\\_NE/PRESSSPA/TOC97S.htm](http://www.fao.org/WAICENT/OIS/PRESS_NE/PRESSSPA/TOC97S.htm) (consulta: noviembre 2018).

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). Recuperado de: <http://www.fao.org/home/en/> (consulta: noviembre 2018).

Forrellat, M. (2017). *Diagnóstico de la deficiencia de hierro, aspectos esenciales*. Artículo de revisión. Ciudad de la Habana.

Galli, C. (2013). *Omega 3 fatty acid "status" from the neonate to the elderly, as affected by dietary, lifestyle and physiological factors*. In *Omega -6/3 fatty acids:*

*functions, sustainability strategies and perspectives.* (pp 65-77). New York, USA: Humana Press.

Garófalo, N., Gómez, A., Vargas, J., y Novoa, L. (2009). *Repercusión de la nutrición en el neurodesarrollo y la salud neuropsiquiátrica de niños y adolescentes.* *Revista Cubana De Pediatría*, (1561-3119), 4. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75312009000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312009000200008) (consulta: noviembre 2018).

Gómez Pinilla, F. (2011). *The combined effects of exercise and foods in preventing neurological and cognitive disorders.* *Prevent Med.* 52:S75-S80.

González, H., y Visentin, S. (2016). *Nutrientes y neurodesarrollo: Lípidos. Actualización.* *Archivos Argentinos De Pediatría*, 114(5), 2. doi: 10.5546/aap.2016.472

Graham, J. (2001). *Children and Brain Development: What We Know About How Children Learn.* The University of Maine. (4356), 1-4.

Grande Covián, F. (1984). *Alimentación y nutrición.* Madrid, Salvat editores.

Headley PM y Grillner S. (1990). *Excitatory amino acids and synaptic transmission: the evidence for a physiological function.* *Trends Pharmacol Sci.* 11:205-211.

Hergenhahn, B.R., y Olson, M.H. (2003). *An introduction to Theories of Personality.* New Jersey: Prentice Hall.

Hultman, E. (1989). *Nutritional Effects on work performance.* *Am J Clin Nutri.* 49:949-57.

Huttenlocher P. y Drabholkar, A. (1998). *Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex.* *Journal of Comparative Neurology.* 387(2), 1-3

Ibarz A, Blanco J y Fernández J (2011). *Bases metabólicas de la nutrición*. En: Castelló FC (ed). *Piscicultura marina en Latinoamérica*, pp. 96-111. Universidad de Barcelona, Barcelona.

Imran M., Anjum F., Nadeem M, Ahmad N., Khan M., Mushtaq, Zarina y Hussain S. (2015). *Production of bio-omega-3 eggs through the supplementation of extruded flaxseed meal in hen diet*. *Lipids in Health and Disease*. 14:126. p 9.

International Fishmeal and Fish Oil Organisation. (2008). *Los omega-3 más saludables EPA y DHA se encuentran principalmente en el aceite y la harina de pescado*. Recuperado de <http://www.iffco.net/es/system/files/DPSP4.pdf> (consulta: noviembre 2018).

Isaacs, E. B. (2013): *Neuroimaging, a new tool for investigating the effects of early diet on cognitive and brain development*; *Frontiers in Human Neuroscience* (7); pp. 445. 4.

Jessel, T., Kandel, E. y Schwartz, J. (1997) *Neurociencia y conducta*. Madrid, Prentice Hall.

Kandel ER, Schwartz JH, y Jessell TM. (2000) *Principles of neural science*. New York: McGraw-Hill, Health Professions Division; pp.175-86.

Keunen K, van Elburg RM, van Bel F, y Benders MJNL. (2015) *Impact of nutrition on brain development and its neuroprotective implications following preterm birth*. *Pediatric Res*; 77:148-55.

Leiva, Boris; Inzunza, Nelida; Pérez, Hernán; Castro, Verónica; Jansana, Joan Manuel; Toro, Triana; Almagiá, Atilio; Navarro, Arturo; Urrutia, María Soledad; Cervilla, Jorge; y Ivanovic, Danitza (2001). *Algunas consideraciones sobre el impacto de la desnutrición en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar [versión electrónica]*. *Archivos Latinoamericanos de nutrición* 51. En línea:

[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222001000100009](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000100009)  
(consulta: mayo 2018).

Leonard W, Snodgrass J, y Robertson M. (2007). *Effects of Brain Evolution on Human*. Nutrition and Metabolism. Annu Rev Nutr. 27:311-27.

Martín, A. (1995). *Fuentes de información general*. Gijón: Trea.

Martínez, M., y González A. (2017). *Suplementos nutricionales en trastornos depresivos*. Acta Esp Psiquiatr. 45(1):8-15.

Martínez, J., Villarino Marín, A., y Arpe Muñoz, C. (2013). *Avances en alimentación, nutrición y dietética* (p. 193). Tres Cantos, Madrid: Punto Didot.

Mataix, J., & Carazo Marín, E. (2005). *Nutrición para educadores* (2nd ed., p. 96). Ediciones Díaz de Santos.

Mataix Verdú, J., & Carazo Marín, E. (2005). *Nutrición para educadores* (2nd ed., p. 96). Ediciones Díaz de Santos.

Mazza, Marianna; Pomponi, Massimiliano; Janiri, Luigi; Bria, Prieto y Mazza, Salvatore. (2007). *Omega-3 fatty acids and antioxidants in neurological and psychiatric diseases: an overview*. Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry. 31 (1):12-26.

Ministerio de Educación. (2013). *Evaluación de Impacto de los Programas de Alimentación de la JUNAEB, del Ministerio de Educación* (pp. 25-50). Santiago.

Ministerio de Salud. (2000). *Informe Anual*. Santiago de Chile; 2000.

Miranda, M y otros (2015). *Prevalencia de anemia y estado nutricional de escolares del área peribana de Sure, Bolivia*. Revista Chilena Nutrición. Chile.

Monge, P, y Quijano, F. (2002). *Estudio técnico económico para optimizar el proceso de recuperación del ácido glutámico a través de torres de resina de intercambio catiónico* (Tesis de pregrado). Universidad de, Lima.

Mora, Francisco (2013). *Neuroeducación: Lo que nos enseña el cerebro*. Alianza Editorial.

Morales, J., Valenzuela, R., Gonzalez, D., Gonzalez, M. , Tapia , G., Sanhueza J y Valenzuela , A. (2012). *Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico: una visión crítica*. Revista Chilena de Nutrición. 39(3):79-87.

Moreno, M (2004). Nutrición y desarrollo cognitivo. Eje del Desarrollo Humano. p 29.

Mynt A., Schwarz M.J., y Müller N. (2012). *The role of the kynurenine metabolis in major depression*. Journal of Neural Transmission. 119; 245-251.

Naciones Unidas (2006). Observación General No 7 (2005). *Realización de los derechos del niño en la primera infancia*. Ginebra: Comité de los Derechos del Niño.

Nelson, D. L., Lehninger, A. L., Cox, M. M., & Cuchillo Foix, C. M. (2001). *Lehninger principios de bioquímica* (3a ed.). Barcelona: Omega.

Newsholme P, Propcopio J, Lima M, Pithon – Curi TC, y Curi R. (2003) Glutamine and glutamate their central role in cell metabolism and function. Cell BiochemFunct. 21 (1): 1-9.

Oates, J., Karmiloff-Smith, A., y Johnson, M. (2012). *El cerebro en desarrollo* (7th ed., pp. 23-24). Reino Unido: Child and Youth Studies Group the Open University.

OCDE (2010). *Comprensión del cerebro, el nacimiento de una ciencia de aprendizaje*. Chile, Ediciones Universidad Católica Silva Henríquez.

Organización de Estados Americanos. (2010). *Primera infancia: una mirada desde la neuroeducación*. Perú: Cerebrum.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO) y ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (1997). *Las grasas y aceites en la nutrición humana*. Informe de una consulta de expertos (19-26 de octubre de 1993). FAO/OMS, Roma, Italia. 168 p.

Ortega Anta, R., Martín Quesada, E., Pérez Jiménez, F., y Bultó Sagnier, L. (2009). *Prejuicios y verdades sobre las grasas y otros alimentos*. Barcelona: Instituto Flora.

Ortega R. y otros (2012). *Ingesta y fuentes de calcio en una muestra representativa de escolares españoles*. Nutrición hospitalaria. Madrid, España.

Ortiz A. Tomás (2010). Neurociencia y Educación aportaciones de la neurociencia a la mejora de la ecuación. Unión de Cooperativas de enseñanza de la Región de Murcia. España.

Papalia, Diane; Wendkos, Sally; y Duskin, Ruth (2010). *Desarrollo humano*. Mexico: McGraw-Hill.

Paredes S.D., Rodríguez A.B, y Barriga C. (2007). *Melatonin and tryptophan as therapeutic agents against the impairment of the sleep-wake cycle and immunosenescence due to aging in Streptopelia risoria*. Neuroendocrinology Letters. 28:757-760.

Raji C, Ho A, Parikshak N, Becker J, Lopez O, Kuller L, y otros. (2010). *Brain structure and obesity*. Hum Brain Mapp. 31:353-64.

Rama Devi M, Amita P, Balraj M, Kailash Nath A. (2002). *Effect of latent iron deficiency on gaba and glutamate neuroreceptors in rat brain*. Indian J Clin Biochemistry; 17: 1-6.

Restrepo, C. y otros (2016). *La deficiencia de zinc: un problema global que afecta la salud y el desarrollo cognitivo*. Barranquilla, Colombia. Archivos latinoamericanos de nutrición.

Robbins, Stephen P. (1999). "*Comportamiento Organizacional*", Octava Edición, Ed. Prentice Hall, p. 68,69, 70, 71.

Rodriguez A, Solano M. (2008). *Nutrición y Salud mental: Revisión bibliográfica*. Revista Post Psiquiat UNHA.1 (3):1-5

Rosenfeld E, Beyerlein A, Hadders-Algra M, Kennedy K, Singhal A, Fewtrell M, Lucas A, Koletzko B, y Von Kies R. (2009). *IPD meta-analysis shows no effect of LCPUFA supplementation on infant growth at 18 months*. Acta Pediatr. 98, 91-97.

Rosselli, M. (2003). Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo. *Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales, Niñez Y Juventud*, 1(1), 4. Recuperada de: <http://www.redalyc.org/pdf/773/77310104.pdf> (consulta: noviembre 2018).

Ruz, M., Araya, H., Atala, E. y Soto, D. (1996). *Nutrición y salud*. Departamento de nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 454 p.

Ruz, M (2006). *Nutrientes críticos desde el preescolar al adolescente*. Revista Chilena de Pediatría. Chile. Extraído de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062006000400010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062006000400010) (consulta: noviembre 2018).

Salas, R. (2003) *¿La Educación necesita realmente de la neurociencia?* Revista online Estudios Pedagógicos, N° 29. Recuperada de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07052003000100011&script=sci\\_arttext#kandel97](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07052003000100011&script=sci_arttext#kandel97) (consulta: noviembre 2018).

Salas, R. (2003). *Neurociencia y educación. Cómo hacer una enseñanza más de acuerdo con la manera como aprende el cerebro*. Santiago: Lafken Wangülen.

Salgueiro, M. y otros. (2004). *Deficiencia de zinc en relación con el desarrollo intelectual y sexual*. *Rev Cubana Salud Pública* v.30 n.2 Ciudad de La Habana.

Recuperado de:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662004000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000200007) (consulta: octubre 2018).

Sanhueza C, J., y Valenzuela B, A. (2009). *Aceites de origen marino; su importancia en la nutrición y en la ciencia de los alimentos*. *Revista Chilena Nutrición*, (0717-7518), 1. Recuperado de :

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182009000300007](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182009000300007) (consulta: noviembre 2018).

Shah A, Crespi F, y Heidbreder C. (2002) Amino Acid neurotransmitters: separation approaches and diagnostic value. 781:151-63.

Shaw K, Turner J, y Del Mar C. (2008). *Triptófano y 5-Hidroxitriptófano para la depresión*. Biblioteca Cochrane Plus, Número 2. Oxford: Update Software Ltd.

Silber, B., y Schmitt, J. (2010). *Effects of tryptophan loading on human cognition, mood, and sleep*. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 387-407.

Simopoulos A, P (1999) Essential fatty acids in health and chronic disease. *J Nutr*. 70:560-569.

Simopoulos AP (1991): *Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development*. *Am J Clin Nutr*; 54: 438-63. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1908631> (consulta: noviembre 2018).

Sinclair R. (2000) *Good, bad or essential fats: what is the story with omega -3*. Nutrition and Food Science. Apr; 33 (4):178-182.

Tang, G., Gudsruk, K., Kuo, S., Cotrina, M., Rosoklija, G., & Sosunov, A. y otros. (2014). *Loss of mTOR-Dependent Macroautophagy Causes Autistic-like Synaptic Pruning Deficits*. Neuron, 83(5), 1131-1143. doi: 10.1016/j.neuron.2014.07.040

Thompson, C. (2012). *Aportación de alimentos y nutrientes: sustancias bioactivas y atención integral*. Mahan LK, Escott-Stump S, Raymond JL. Krause Dietoterapia. Décima tercera edición. Barcelona; Elsever. p 291-305.

Tomás J., y Almenara, J. (2008) *Máster en Paidopsiquiatría*. Universidad Autónoma de Barcelona

Toxqui, L. y otros. (2010). *Revisiones, Deficiencia y sobrecarga de hierro; implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular*. Nutrición Hospitalaria. Madrid, España

Wu G, (2009) *Amino acids: metabolism, functions and nutrition*. Amino acids. 37;1-17.

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO